

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv ustájení slepic nosného typu na jejich užitkovost
a technologickou kvalitu vajec**

Bakalářská práce

Autor práce: Jana Krajčírová

Obor studia: Živočišná produkce (ABPP)

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

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv ustájení slepic nosného typu na jejich užitek a technologickou kvalitu vajec" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Lukášovi Zitovi, Ph.D. za jeho ochotu, vstřícnost, trpělivost, odborný dohled a cenné informace, které mi byly velikým přínosem při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych také chtěla poděkovat i své rodině za jejich trpělivost, podporu a pomoc po celou dobu mého studia.

Vliv ustájení slepice nosného typu na jejich užítkovost a technologickou kvalitu vajec

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo soustředit odbornou, ale především vědeckou literaturu týkající se různých typů systémů ustájení chovu slepice nosného typu s ohledem na jejich užítkovost a technologickou hodnotu vajec.

Různé vnější a vnitřní vlivy působící na nosnice do jisté míry ovlivňují snášku a kvalitu vajec. Z tohoto důvodu je možné zcela předpokládat, že i různorodé typy systémů ustájení ovlivňují počet a celkovou kvalitu slepičích vajec. V současné době jsou nejvíce chovány slepice nosného typu v obohacených klecích, které jsou nejrozšířenějším typem ustájení. Z pohledu ekonomické stránky jsou tyto chovy nejvýhodnější (vyšší produkce konzumních vajec, vysoká produktivita, vyšší hygiena produkce a lepší celkový zdravotní stav slepice). Nevýhodou klecových systémů ustájení je vyšší počet poškozených vajec, stresové faktory a horší welfare podmínky pro nosnice. Dále se slepice chovají v alternativních systémech chovu, které i přes ekonomickou stránku preferují a upřednostňují základní podmínky - zdraví a pohodu zvířat. Pod alternativní systémy spadají voliérové, podestýlkové, výběhové chovy. Tyto typy ustájení jsou výhodnější z pohledu lepších životních podmínek pro nosnice. Ty tak mají možnost volného pohybu a nezávisle přirozeného chování, jako je například běhání, létání, popelení, hřadování, hrabání a snášení vajec do hnízd. Nevýhodou těchto typů ustájení je horší celkový zdravotní stav nosnic, výskyt kanibalismu v hejnu a větší procentuální kontaminace vyprodukovaných vajec.

Dlouhodobým porovnáním a posuzováním odlišných typů ustájení bylo prokázáno, že různé systémy úzce souvisí s celkovou užítkovostí a kvalitou vajec. Druh ustájení má velký vliv na spotřebu krmiva, hmotnost a technologickou hodnotu snesených vajec. Dále na délku snášky, úhyn nosnic, kvalitu, tloušťku a pevnost vaječné skořápky. Dalšími faktory, které souvisí s typem ustájení, jsou kvalita bílku se žloutkem a mikrobiální znečištění povrchu i obsahu konzumních vajec.

Klíčová slova: slepice; vejce; kvalita; systém ustájení; klecový chov; podestýlka

The effect of housing of laying hens on their performance and technological quality of eggs

Summary

Aim of this bachelor thesis was to focus professional, but mainly scientific literature specialized on various types of stabling systems for breeding eggs laying types of hens with consideration of their utility and technological value of eggs.

Various exterior influences affecting eggs laying hens have, to a certain extent, an impact on laying eggs and their quality. For this reason, it is possible to assume that various types of stabling influence quantity and quality of eggs. Now a days, are mainly bred eggs laying hens in comfortable cages, which are the most widespread types of stabling hens. From economical point of view, this kind of breeding is the most advantageous (higher production of consumer eggs, higher productivity, higher hygiene of production and generally better health condition of hens. Disadvantages of cage stabling system are higher amount of damaged eggs, stress factors and worse welfare conditions for eggs laying hens. Hens are also bred in alternative stabling systems, which despite their economic side prefer and prioritize fundamental conditions - health and well-being of animals. Between alternative stabling systems belong aviary, bedding, free-range breeding. These types of stabling are more advantageous from the point of view of better living conditions for hens. That allows hens possibility of free movement and natural behavior such as running, flying, dusting, perching, raking and laying eggs into nests. Disadvantages of these types of stabling are worse health conditions of hens, occurrence of cannibalism in the flock and higher percentage of contamination of egg production.

By long-term comparing and reviewing of various stabling types was proven, that different systems of stabling are closely related to general utility and quality of eggs. Types of stabling have a great impact on contumption of feed, weight and technological value of layed eggs. Furthermore it influences span of laying, perish of hens, quality, thickness and solidness of eggshalls. Another factors related to the type of stabling are quality of albument and yolk and microbial pollution of egg surface and content of consumer eggs.

Keywords: hens; eggs; quality; stabling system; cage breeding; bedding

Obsah

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Úvod..... | 8 |
| 2 | Cíl práce..... | 10 |
| 3 | Literární rešerše | 11 |
| 3.1 | Historie a význam chovu slepic | 11 |
| 3.2 | Složení vejce..... | 13 |
| 3.2.1 | Žloutek | 14 |
| 3.2.2 | Bílek..... | 16 |
| 3.2.3 | Skořápka..... | 16 |
| 3.3 | Snáška drůbeže | 17 |
| 3.4 | Faktory ovlivňující technologickou kvalitu vajec..... | 18 |
| 3.4.1 | Výživa a technologie krmení | 19 |
| 3.4.2 | Systemy ustájení nosnic..... | 22 |
| 3.5 | Vliv ustájení na užitkovost slepic nosného typu | 28 |
| 3.6 | Vliv ustájení na kvalitu konzumních vajec | 30 |
| 4 | Závěr | 34 |
| 5 | Literatura..... | 36 |

1 Úvod

Chov drůbeže patří mezi základní a velmi rozšířené chovy hospodářských zvířat u nás i ve světě. Hlavním úkolem je výroba kvalitních bílkovinných produktů, které spadají pod zdravou výživu a jsou její důležitou složkou. Drůbež je chována za účelem produkce drůbežního masa a vajec. Vejce se využívají ke konzumaci, ale také k líhnutí mláďat. Vejce je jednou z nezákladnějších a nejdostupnějších potravin u nás. Produkce slepičích vajec se stále zvyšuje, v souvislosti s tím se zvyšuje i celosvětová spotřeba.

Ve vejci jsou obsaženy všechny důležité živiny nutné pro vývoj zárodku. Látky obsažené v drůbežím vejci jsou ve velkém množství nutričně cenné. Podílejí se na zúžitkování fyziologických potřeb lidského organismu. V největší míře jsou v sušině žloutku a bílku zastoupeny bílkoviny, tuky, různé vitamíny a minerální látky. Dále obsahují i velmi důležité aminokyseliny, které jsou ve velice příznivém poměru. Bílkoviny vaječného žloutku a bílku jsou snadno stravitelné a mají ze všech bílkovin živočišného i rostlinného původu nejvyšší biologickou hodnotu. Tyto bílkoviny mají velké množství esenciálních aminokyselin, které naše lidské tělo nedokáže samostatně syntetizovat. Nelze opomenout ani lipidy se svou příznivou skladbou mastných kyselin. Poslední dobou jsou mezi těmito kyselinami nejvíce zdůrazňovány polynenasycené mastné kyseliny s výhodným vzájemným poměrem řady n-3 a n-6. Okolo 1/3 lipidů tvoří neméně důležité látky, obsahující lecitin a cholesterol. Své další využití může drůbeží vejce nacházet ve farmacii, humánní a veterinární medicíně, zootechnice, kosmetice a dalších průmyslových odvětvích.

Početní stavy drůbeže v České republice v roce 2019 činily přibližně 23 314 703 kusů, z toho 5 287 567 kusů nosnic. V zemědělském sektoru se chová okolo poloviny nosnic, zbylá část v domácích hospodářstvích. Ve velkochovech je celková průměrná snáška na nosnici okolo 305,9 ks/rok. Celková snáška konzumních vajec za rok 2019 činila 1 608 924 tis. kusů. V České republice je soběstačnost ve výrobě konzumních vajec okolo 86,7 %. Zbylá část je řešena dovozem ze zahraničí.

U nosných slepic mají zásadní vliv na kvalitu vajec různé vnitřní a vnější faktory. Mezi vnitřní patří zejména zdravotní stav, věk a genetika. Nejdůležitější vnější faktory jsou především výživa (složení krmné dávky), systémy ustájení, podmínky prostředí (teplota, osvětlení, aj.) a také v neposlední řadě správné skladování konzumních vajec. S ohledem na pohodlí zvířat – welfare, je stanovená zásadní směrnice Evropské komise 1999/74/ES ze dne 19. července 1999, která udává přesná stanoviska minimálních požadavků pro chov drůbeže. Tato daná směrnice zakazuje ve všech státech Evropské unie od 1. ledna 2012 chov nosnic v konvenčních (neobohacených) klecích a dále také specifikuje povolené způsoby ustájení pro chov drůbeže. Dělí se na obohacené, alternativní a ekologické.

Nejlépe se v České republice osvědčily obohacené klece, které jsou tou lepší alternativou oproti nekonvenčnímu způsobu ustájení nosnic. Jsou doplněné o snáškové hnízdo, hřady, prostor k popelení, obrušování drápů a celkově větší prostor umožňující větší volnost k pohybu na jednu nosnici. Zajišťují slepicím automatický přísun krmné dávky, sběr vajec, odstraňování trusu a hygienu chovu. Z ekonomického pohledu je na tom tento systém o hodně lépe než ostatní typy ustájení.

Alternativní a ekologické systémy jsou pro nosnice přínosnější z důvodu větší možnosti volného pohybu a umožnění přirozeného chování slepic (popelení, létání, běhání, ...). Pod alternativní systémy ustájení patří hlavně voliéry a podestýlkové chovy.

V posledních letech se zvyšují nároky spotřebitelů na kvalitu konzumních vajec. Nezanedbatelnou roli v tom hrají právě životní podmínky drůbeže. Z tohoto důvodu je zapotřebí zjistit, zda má systém ustájení slepic nosného typu vliv na jejich užitek a technologickou hodnotu vajec.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zpracovat literární přehled, zabývající se problematikou užitečnosti a posouzením vnější, vnitřní kvality konzumních vajec u slepic nosného typu v odlišných systémech ustájení.

3 Literární rešerše

3.1 Historie a význam chovu slepic

Již několik tisíciletí slepice a člověk žijí pospolu. Lidé je chovají především jako zdroj pro svojí vlastní obživu, a to výhradně ke konzumaci vajec a masa (Zaheer 2015). Spolu s krůtami, kachnami, husami a perličkami patří k nejvýznamnějším hospodářským zvířatům ve světě i u nás. Z taxonomického hlediska jej zařazujeme do třídy ptáků (Aves), řád hrabaví (Galliformes), čeleď bažantovití (Phasianidae) (Peter et al. 1986). Nejstarší a nejvíce rozšířenější drůbeží je kur domácí (*Gallus gallus f. domestica*). Jen v Evropě se jich chová kolem stovky čistokrevných plemen. Na celém světě se odhaduje okolo 300 plemen (Vašák 2008).

Zdomácnění nebo také domestikace kura domácího trvala kolem 5 tisíc let. Nejstarší považovaná zmínka je datována 4800 let př. n. l. v čínských spisech. První kosterní pozůstatky jsou dokonce staré okolo 8 tisíc let a naznačují domestikaci na území severovýchodní Číny (Prombergerová 2012). Vašák (2008) se s tímto tvrzením také shoduje a tvrdí, že kur domácí (*Gallus gallus f. domestica*) byl patrně domestikován 4. až 5. tisíciletí př. n. l. v Indii a Jihovýchodní Číně. Některé zdroje posouvají datum, a to o dalších 5 tisíc let do minulosti. Existují však dohady, že jedinou výchozí formou kura domácího jsou slepice a kohouti z džungle asijského kontinentu (Estermann 2013). Uznávající dodnes žijící předek je kur bakivský z jihovýchodní Asie. Zde je také nejstarší chov slepic dokumentován, jak umělecky, tak i archeologicky. Chov kura domácího se dále rozšiřoval z původní vlasti postupně dál na západ. Již kolem roku 1500 př. n. l. se slepice dostaly do starověkého Egypta přes Střední a Blízký východ (Vašák 2008).

Dokonce už od počátku našeho letopočtu byl kur chován po celé Evropě i v těch nejchladnějších končinách. Dříve se kur využíval čistě jen z náboženských důvodů, a to kvůli rannímu kokrhání kohoutů, aby přivítali nový den (Vašák 2008). Úplně první zmínky, které pojednávají o chovu slepic nosného typu jsou z římské říše, kde došlo k vytvoření plemene využívané výhradně na produkci vajec (Elson 2011). Kolem roku 500 př. n. l. dokonce staří Egypťané začali provozovat umělý odchov kuřat (Estermann 2013).

Zvířata, která vykazovala určité exteriérové odchylky od celkové populace, se stala základem úplně prvních plemen. Lidem se tyto tzv. mutace jevily atraktivní, a proto byla snaha tyto jiné jedince, které se čas od času vyskytují i u zvířat v přírodě, v domestikovaných populacích rozmnožit a udržet (Pavel & Tuláček 2006).

Ve Velké Británii okolo 13. až 18. století bylo 11 panství, ve kterých se chovalo od 7 do 49 kusů slepic. Tím pádem byl velmi malý jejich ekonomický význam. V chudých oblastech měly slepice pro rolníky větší zásluhy. Byly využívány jako platidlo za pronájem půdy (Elson 2011). Až na přelomu 19. století se navázalo na římský průmysl. Z tehdejšího období se zachovalo opravdu minimum informací o rozvoji drůbežářského průmyslu. Některé zdroje uvádí, že byly vytvořeny drůbežářské spolky po celé Velké Británii. Ty se snažily o zlepšení plemene pomocí šlechtění. V roce 1800 ve Francii byl zaznamenán veliký pokrok v produkci vajec. Docházelo k importům vajec tehdejších francouzských farem do Anglie (Elson 2011).

Po skončení druhé světové války se stala produkce vajec velmi oblíbeným zaměstnáním pro vojáky, kteří se vraceli zpět do svých domovů na venkov. V zimním období bylo vajec nedostatek, a proto ceny za tento produkt narůstaly. Díky nedostatku krmiva v poválečném období se slepice chovaly pastevním způsobem. Začala výrazně vzrůstat produkce vajec. Roku 1912 byla v Londýně založena Mezinárodní asociace pro drůbež. Nakonec byla přejmenována na Světovou drůbežářskou vědeckou asociaci (World's Poultry Science Association – WPSA) (Elson 2011).

Během 20. století se chov nosnic začal ještě více vyvíjet. Slepice byly především ustájeny na smíšených farmách spolu s ostatními hospodářskými zvířaty. Několik málo zaměřených podniků chovalo slepice ve speciálních příbytcích po větších skupinách (Appleby et al. 1992).

V roce 1933 se chov slepic nosného typu pomalu zvyšoval. Jen ve Velké Británii se chovalo přes 70 milionů kusů nosnic. Dokonce i v jiných částech Evropy se počet chovů slepic zvyšoval. Bohužel se začaly vyskytovat i různé komplikace v uspořádání chovu slepic. Jejich úhyn se zvýšila o více jak 20 %. Dřívější rozsáhlý systém chovu slepic se o mnohem více lišil od nynějších způsobů ustájení. Tato ustájení byla spojována s půdou neboli s travním porostem (systém free range). Na odvodněných pastvinách byly slepice chovány o počtu 250 ks na 1 ha. Na těchto pozemcích byly v řadách vystavěny pohyblivé jednotky (odchovny) s roštovou podlahou nebo i malé mobilní jednotky (folds units). Tyto menší přenosné drůbežárny byly sestaveny ze dvou dřevěných přístřešků spojené pletivem. Pomocí toho vznikla pletivem chráněná a omezená plocha určená pro výběh, která chránila a zamezovala přístup ostatním predátorům. K přemísťování domků docházelo vždy, když drůbež celou ohraničenou část vypásala. K této výměně docházelo jednou týdně. U malých jednotek tzv. folds units se stěhování na jiné místo dělalo denně. V obou těchto systémech ustájení sloužily dřevěné přístřešky pro noční hnízdění, hřadování a také jako bezpečný úkryt před predátory. Dále byla zajištěna voda, krmivo a písek ve venkovních výběžích (Elson 2011).

V České republice začíná historie domácího šlechtění a chovu zejména začátkem minulého století, kdy se chovala drůbež ve velké míře na dvorech zemědělských statků. Okolo 30. let minulého století byla schválena pro produkci vajec česká slepice z pěti tehdejších plemen slepic a pro produkci masa česká husa. U těchto plemen stále význam přetrvává. Ke specifikaci chovu drůbeže došlo na začátku 60. let. Začalo docházet k rozdělování na různé produkční a zájmové chovy. Nejvíce se však šlechtilo pro produkci vajec a masa. Toto dělení zájmových a produkčních chovů trvá nadále do současné doby (Tůmová et al. 2014). Období před 2. světovou válkou byl chov drůbeže charakterizován jako příznačná extenzivní malovýroba. Dříve se považovalo drůbežářství za nevyhnutelné čiré zlo a bylo jen odvětvím, které doplňovalo krytí spotřeby vajec, pokud možno jen samozásobitelů. Další zbytek se kryl dovozem z ostatních států (Čína, Polsko, Balkánské státy). V období před válkou tvořila drůbež jen malé procento z hrubé produkce hospodářských produktů. Roční spotřeba drůbežního masa byla průměrně okolo 2,5 kg a 128 ks vajec na 1 člověka (Peter et al. 1986).

Během roku 1956 se začaly stavět drůbežářské velkofarmy na základě velmi pozitivních výsledků, a to při pokusech s chovem slepic v klecích a na hluboké podestýlce. Roční spotřeba

se nevidaně stoupla do roku 1983 a to na 323 ks na obyvatele. Oproti roku 1936 je to 2,37krát více (Peter et al. 1986). V ČR se začala v devadesátých letech prosazovat úplně nová forma hospodaření v ekologické systému. Ta se mimo jiné snažila brát ohledy na přirozené projevy a potřeby zvířat. Bral se zřetel také na nosnice, které získaly na ekologických farmách potřebné předpoklady pro hodnotný život a splnění podmínek pro chov a ochranu zvířat, tzv. welfare. Nejvíce rozšířenými zůstává až do této doby ekonomický způsob v obohacených bateriových klecích. Ty patří z hlediska splnění welfare k nejproblematičtějším (Šarapatka & Urban 2006).

3.2 Složení vejce

Slepičí vejce je složeno ze tří základních a nejhlavnějších částí. Ty jsou rozděleny na žloutek, bílek a skořápku. První vnější částí je skořápka, která slouží jako ochranná vrstva chránící vnitřní vaječný obsah. Její procentuální podíl je okolo 9-12 % z celkové hmotnosti sneseného vejce. Obklopuje a chrání vaječný žloutek a bílek. V úplném středu je uložena další část a tou je žloutek. Ten je po celém obvodu obalen bílkem. Žloutek má 30-32 % a bílek 60 % z celkové hmotnosti slepičího vejce (Zaheer 2015).

Poměr zastoupení žloutku, bílku a skořápky je podle Míkové (2003) 3:6:1. Poměr mezi žloutkem a bílkem se zvyšuje. Z tohoto důvodu je u menších vajec bílková hmota zastoupena méně. Dále je i vyšší procentuální zastoupení skořápky. Množství žloutku je většinou u malých a středních vajec stejné. U větších vajec narůstá poměr bílku, skořápky a žloutku (Ahmadi & Rahimi 2011).

Několik faktorů má vliv na celkové složení vajec. K těm nejdůležitějším faktorům patří především věk, genotypová příslušnost a výživa (Tang et al. 2015). Kvalitu vajec může značně ovlivnit dokonce i způsob ustájení slepic (Matt et al. 2009).

Největší složkou vejce je voda, která tvoří cca 75,8 %. Ta se především nachází v bílku (Ahmadi & Rahimi 2011). Sparks (2006) se víceméně shoduje s přibližným obsahem vody okolo 74 %, a dále konstatuje, že dalšími potenciálně důležitými a vyváženými zdroji jsou mastné kyseliny, esenciální aminokyseliny, některé minerály a vitamíny. Zbylá sušina je hlavně tvořena proteiny, lipidy a dále také obsahuje malé množství organických látek, jako jsou například enzymy, vitamíny, kyseliny, barviva a další látky. Lipidy jsou přítomny pouze ve žloutku, kdežto proteiny jsou především ve vaječném bílku i žloutku. Primárně nejvíce minerálních látek je ve skořápce, ale v samotné vaječné hmotě jich je velmi málo. To samé lze říct i o obsahu cukru ve vejci, kterého je minimálně (Ahmadi & Rahimi 2011).

Vejce je jedním z důležitých zdrojů energie, bílkovin a dalších živin pro člověka. Jejich účelná konzumace podněcuje metabolické funkce v našem těle a tím i zvyšuje odolnost vůči nemocem. Je také výtečným zdrojem dalších minerálů a vitamínů, obzvláště stravitelného železa a fosforu (Nys et al. 2011). Szymanek (2019) také uvádějí, že vejce jako potravina, je považováno za vynikající jídlo věnované přírodou. Tento produkt obsahuje mnoho nezbytných živin, jako jsou například vitamíny A, B₂, B₆, B₁₂, D, E a K, jakož i další prvky včetně selenu, zinku, hořčíku a vápníku. Chovný systém slepic výrazně ovlivňuje koncentraci prvků ve vejci. Kassis et al. (2010) se s tímto tvrzením shodují a konstatují, že je vejce jedním z nejlevnějších

a nejlepších zdrojů výživných látek, které jsou v přírodě dostupné. Má vysoké hodnoty biologických bílkovin, Fe, Se, kyseliny listové, jakož i vitaminy A, B, K a D. Je tedy bráno za nutraceutika, tj. přírodní potraviny, které jsou nejen velice zdravé a výživné, ale i terapeutické (Nain et al. 2012). V nedávných letech bylo zaznamenáno, že lidé mají značný zájem o vliv bioaktivních složek stravy, které působí příznivě na člověka. Zrovna slepičí vejce je tím dobrým zdrojem mnoha prvků (Szymanek 2019).

Podle různých vědeckých studií se potvrdilo, že vejce snižují rizika mnohočetných nemocí. Působí jako přírodní doplněk a podporují celkový zdravotní stav těla (Kritchevsky 2000; Seuss-Baum 2007). Další výzkumy potvrdily, že chemické složení vajec závisí jak na genetických faktorech, tak i na podmínkách prostředí (Dziadek et al. 2003; Eke et al. 2013; Senbeta et al. 2015). Dříve se vše zaměřovalo na hodnocení vysokého obsahu cholesterolu ve vejcích a jeho vysoké hladiny na zdravotní stav člověka. Z tohoto důvodu někteří lidé omezili spotřebu konzumních vajec nebo dokonce došlo i k úplnému vyloučení této potraviny z jejich jídelníčku. Další studie naznačují, že hladina cholesterolu ve vejcích se nepozměňuje a nemá žádný negativní vliv v séru (Hu et al. 2001). I když spotřeba cholesterolu nemusí zahrnovat všechny jednotlivce, měla by být konzumována s opatrností. Vejce jako jedny z mála potravin živočišného původu kromě toho také obsahují méně nasycených tuků a kyselin. Jsou tedy považovány za velmi dietní a silný parametr s nízkou hustotou lipoproteinů (LDL). Tyto tuky mají však zvýšené riziko chemické srdeční choroby. Naopak nenasycené mastné kyseliny mají spotřebu spojenou se snížením plazmatického cholesterolu. Cholesterol a jeho obsah ve vejcích se může odlišovat podle různých faktorů. Například na základě věku, plemene, druhu, stravy, hmotnosti vejce a žloutku (Valenzuela 2016). Hladina cholesterolu ve vejcích může být ovlivněna systémovými podmínkami chovu slepic. Jedním z důvodů může být fakt, že slepice mají ve volném výběhu přístup k mnoha různým přírodním materiálům. Rozdílný obsah cholesterolu ve vejcích by mohl být způsoben drůbežími doplňky a krmivy, která mohou pozměňovat nutriční profil vajec (Melo 2019).

3.2.1 Žloutek

Žloutek je jednou z nejzákladnějších a nejdůležitějších součástí slepičího vejce. Je tvořen kulovitými tělísky a plazmou. V průběhu snáškového cyklu se jeho hmotnost zvyšuje (Šatava 1984). Žloutek je tvořen velmi složitým systémem. Je krytý pevnou, pružnou žloutkovou (vitelinní) membránou a obsahuje větší množství částic suspendovaných v roztoku proteinu. Plovoucí granule, lipoproteinní globule s nízkou hustotou a myelin patří mezi částice, které jsou obsaženy ve žloutkové kouli. Žloutek dále obsahuje lipidy, sacharidy, proteiny, vitamíny, minerální látky a barviva. Mezi dvě frakce, které tvoří strukturu žloutku patří plazma a granule. Plazma obsahuje ve velké míře lipidy, zbytek tvoří proteiny a je zcela rozpustná ve vodě. Granule však zejména nejvíce obsahují proteiny (Mine 2008; Kljak et al. 2012).

Většinou se u žloutku hodnotí charakteristické parametry barvy, hmotnosti, procentuální podíl z celého vejce a tvar. To se vyjadřuje pomocí indexu tvaru žloutku (Nagy et al. 2009). Hlavním důležitým hodnoceným kritériem u vaječného žloutku je celková hmotnost v gramech, a to bez chalázových poutek. Ta jsou pevně přichycena k vaječnému žloutku

(Simons 2017). Žloutek ve tvaru koule mají ve většině případů čerstvě snesená vejce. Jeho velikost je okolo 3,4 – 3,1 cm. Hmotnost vaječného žloutku je přibližně 30 % celkového vejce. Jeho obsah je tvořen fosfolipidy – leuciny a to až 2,5 %. Ty mírně účinek cholesterolu, ale také se podílí na hospodaření tuku a výživě nervů (Hejlová 2001).

Barva žloutku je ovlivněna žlutým nebo červeným barvivem. Ta jsou označovány jako karotenoidy nebo také xantofyly. Mezi červená barviva patří astaxantin, kantaxantin a citraxantin. Do žlutých barviv se řadí apoester, lutein a zeaxantin (Kjak et al. 2012). Xantofyly mají dvakrát vyšší barevnou škálu než karotenoidy, a proto patří k základním barvivům ve žloutku. Bohužel nemají žádnou vitamínovou aktivitu. Ve vaječném žloutku se ve velmi malém množství nachází B-karoten coby provitamin retinolu (vitaminu A₁). Ve žloutku se jeho množství odvíjí od zásoby vitamínu A v játrech, proto nutriční hodnota s barvou žloutku absolutně nesouvisí (Simeonovová 2001). Mezi nejběžnější dva xantofyly nacházející se ve žloutku patří zeaxantin a lutein (Jacob & Miles 2000). Zeaxantin způsobující oranžovo-červené zbarvení se nachází v kukuřici. Lutein, získávají nosnice především z travin a způsobuje spíše zbarvení žluté (Leeson & Summer 2001). Zkrmováním různých poměrů kukuřice, kukuřičného glutenu, travních krmiv a vojtěšky lze získat požadovanou chtěnou intenzitu barvy žloutku (Adamová 1999). Tyto pigmenty mají mnoho funkčních vlastností, které slouží jako podpora zdraví a prevence nemocí u lidí (Zaheer 2017).

Jako další významné živiny ve vaječných žloutcích jsou považovány polynenasycené esenciální mastné kyseliny. V některých studiích byly prokázány u těchto sloučenin prospěšné léčebné a preventivní účinky pro různé typy chronických onemocnění, jako jsou například rakovina, zánětlivé a kardiovaskulární nemoci (Valenzuela et al. 2011). Složením mastných kyselin, a to z 34 % nasycených (stearová a palmitová) a z 66 % (linoleová a linolová) nenasycených je dána jejich výživná hodnota. Dále jsou rovněž ve žloutku obsaženy všechny důležité vitamíny, kromě vitamínu C. Podle kvality krmiva nosnic obsah vaječných žloutků může kolísat. Cholesterol je jednou z významných složek, který se většinou volně vyskytuje ve žloutku a další zbytek ve formě esterů. Obsah cholesterolu je stejný a to kolem 3 – 3,5 %. Z toho vyplývá, že je tedy žloutek nejvíce bohatým a významným zdrojem živin, vitamínů, ale i ostatních látek, které jsou pro lidskou výživu velmi důležité (Šatava 1984).

V práci Brodacki et al. (2018) je uvedeno, že u slepic nosného typu je celková hladina vápníku ve vaječném žloutku závislá na chovném systému. Z jejich pozorování vyplynul fakt, že koncentrace tohoto minerálního prvku v krmivu pro nosnice má za následek pozitivní účinek ve vaječném žloutku. Naber (1979) však ale tvrdí, že je velice obtížné upravit hladinu vápníku v krmné dávce slepic. Bez ohledu na množství vápníku ve žloutku je dokázáno, že vejce mohou dodávat do lidského těla minerály a bílkoviny. To je velice důležité, protože vápník, jako takový, má za následek správnou funkčnost nervového systému stimulací uvolňování neurotransmiterů nebo přenosem nervových impulzů (Smith & Augustine 1988). Pokud však dojde k vápníkovému deficitu dochází k vážným nutričním problémům (Kumssa et al. 2015).

3.2.2 Bílek

Bílek je charakterizován jako viskózní a průhledná tekutina, která mezi žloutkem a podskořápkovou membránou vyplňuje prostor. Jeho sušina je tvořena z 92 % plnohodnotnými bílkoviny, které se skládají z 12 % vaječných proteinů a z 88 % enzymů a inhibitorů. (Hejlová 2001). Bílek má vyšší sušinu 24. týden na začátku snášky a s věkem nosnice se snižuje (Simeonovová et al. 1999). Bílek dále obsahuje většinu esenciálních aminokyselin. Ty vyrovnávají veškerý obsah bílkovin ostatních potravin živočišného původu. Dokonce ho i v některých případech převyšují. Některé studie uvádí, že jedno 50 g vejce bez skořápky, má podobnou výživnou hodnotu jako 150 g mléka nebo 50 g čerstvého zadního hovězího masa (Hejlová 2001). Mezi nejvíce zastoupené a hodnotné esenciální aminokyseliny jsou ovoalbumin, ovotransferin s antibakteriálními účinky, ovomucin, lysozym s baktericidními účinky atd. Proteiny jsou však dalšími nezastupitelnými látkami vaječného bílku. Některé z nich mají i enzymatické vlastnosti. Posuzování vnitřní hodnoty vajec se dělá podle konzistence a obsahu tuhého bílku. Mezi trvanlivější a kvalitnější vejce při skladování jsou ta, která mají vyšší obsah tuhého bílku. Kvalita je také ovlivněna i vnějšími vlivy, jako jsou např. vyšší teploty (Šatava 1984). Jelikož se bílek skládá ze čtyř samostatných vrstev, nemá jednotnou strukturu. U skořápkové membrány se nachází první viskózní vnější řídká vrstva (23,3 %). Druhá vrstva je vnější tuhá (57,2 %). Třetí vrstva se nazývá vnitřní řídká (16,8 %) a úplně poslední je vnitřní tuhá (2,7 %), neboli chalázový bílek. Tato čtvrtá chalázová vrstva připomíná svou konzistencí želatinu a pokrývá celý vaječný žloutek. V závislosti na genotypu slepic, celkové hmotnosti vejce a podmínkách prostředí se mohou lišit poměry vrstev bílků (Steinhauserová et al. 2003; Mine 2008).

U vaječného bílku se posuzuje šest základních parametrů. Mezi tyto posuzované hodnoty patří hmotnost, tvar bílku, procentuální podíl celého vejce, Haughovy jednotky, šlehatelnost bílku a trvanlivost pěny (Nagy et al. 2009). Simons (2017) uvádějí, že ve vejci je vaječný bílek zastoupen zhruba z 60–62 %. Z tohoto procentuálního zastoupení se usuzuje, že u hmotnosti 60 gramového vejce je okolo 36 – 37,2 g bílku. Mezi dalším neodmyslitelným ukazatelem pro hodnocení čerstvých vajec je tvar bílku (Ledvinka et al. 2009).

3.2.3 Skořápka

Skořápka je nejpevnější obal ptačího vejce (Hejlová 2001). Tedy i nejdůležitější vrstva pro ptačí embryo. Není to však jen ochrana, ale skořápka umožňuje i „dýchání mláděte“, díky prostoupeným kanálkům (pórům). Ty umožňují průnik kyslíku (O₂) dovnitř. Naopak oxid uhličitý (CO₂) a vodní páry mohou ven. Proti vniknutí nechtěných mikroorganismů do vejce slouží skořápka jako ochranná bariéra (Walters, 2007; Oliveira et al., 2013). Je tvořena asi z 98 % sušinou. Její skladba je tvořena převážně z minerálních látek a bílkovin. Organické množství hmoty se zmenšuje směrem k povrchu skořápky. Nejvíce převažuje z minerálních látek vápník. Jeho obsah se pohybuje v rozmezí 2,0 – 2,4 g. To je asi 10 % z celkového obsahu vápníku obsaženého v těle slepice (Šatava 1984).

Na vnějším povrchu slepičího vejce se nachází kutikula. Je to průhledná blána, která je velmi tenká a pevně spojená s vaječnou skořápkou. Její nezastupitelnou funkcí je ochrana překrytí pórů ve skořápce a zabránit tím tak k pronikání cizích mikroorganismů do vejce (Zaheer 2015). Tato kutikula skořápky je úplně první obrannou linií, která brání vstupu patogenů, jako je *Salmonella Enteritidis*. Úplnost pokrytí a tloušťka kutikuly jsou dědičnými rysy, které jsou silně spojeny s nepropustností vajec vůči pronikání bakterií (Kulshreshtha 2018). Plemennou a druhovou příslušností slepic, věkem nosnic, délkou snáškového cyklu, zásobováním drůbeže vitamíny a minerálními látkami je ovlivněna tloušťka skořápky (Šatava 1984). Se zvyšující se teplotou prostředí pevnost skořápky klesá. Tuto vlastnost mohou ovlivnit i další vlivy jako např. dědičnost, výživa, věk nosnice, stres a některé choroby (Simeonovová et al. 1999).

Skořápku od bílku oddělují vnitřní a vnější podskořápkové blány, které jsou transparentní bílkovinné membrány (Zaheer 2015). Na jejich složení se nejvíce podílejí dvě hlavní složky, jsou to glykoproteiny a bílkoviny. Nejvíce zastoupené množství je především u bílkovin desmosin a isodesmosin. Ty tvoří okolo 3/4 struktury membrán (Oliveira et al. 2013). Tyto membrány jsou základem pro tvorbu vaječné skořápky a také poskytují účinnou ochranu před bakteriálním napadením. Právě mezi vnitřní a vnější membránou se vytváří vzduchová bublina na tupém konci vejce. Se stářím vejce se vzduchová bublina postupně zvětšuje (Zaheer 2015). Různorodost v barvě vaječné skořápky je dána genetikou drůbeže. Nejvíce běžnou barvou vaječné skořápky je bílá nebo hnědá. Skořápky mohou být však ale i modré nebo dokonce zelené. Barva vaječné skořápky neovlivňuje kvalitu ani chuť vajec. Spíše je ovlivňuje regionální poptávka spotřebitelů (Zaheer 2015). Bohužel u slepic nosného typu je kvalita a pevnost skořápky vajec horší. Jsou více náchylnější na poškození. To je z důvodu, že jsou slepice vyšlechtěny tak, aby snášely 3krát větší vejce než dřívější primitivní plemena. S objemem se změnila tloušťka vaječné skořápky. Slepičí vejce mají tenčí a křehčí skořápkovou vrstvu kvůli nižšímu přísunu materiálu, který je na ní omezen. Navíc spotřeba vápníku se mnohonásobně zvyšuje s velikostí povrchu (Walters 2007; Nikolova et al. 2008).

3.3 Snáška drůbeže

Základní užitková vlastnost u drůbeže je nosnost neboli schopnost snášet vejce. Výsledkem této vlastnosti je snáška, která vyjadřuje počet snesených vajec na jednu slepici za určité časové období. Tento přirozený děj celoživotní snášky je podmíněn počtem všech oocytů na vaječnicku (4 000 – 6 000) a jejich schopností ovulace. Fyziologická podmínka snášky je dána hlavně dobou tvorby vajec tzv. „snáškovým stropem“, který se u slepic nosného typu kolísá okolo 365 vajec za rok. Pro přesný a objektivní projev snášky lze uvést produkci vaječné hmoty. To znamená počet hmotností snesených vajec (Matoušek et al. 2013). Snášku mohou ovlivňovat různé faktory, které se dělí na vnější a vnitřní (Zapletal & Macháček 2015). Jedny z nejdůležitějších, které se na tomto ději podílejí, je délka světelného dne, stres, ovulace, sekrece luteinizačního hormonu (LH) a jiné participované steroidní hormony. Se světelným

režimem souvisí sekrece a tvorba LH a pohlavních hormonů. Právě uvolnění LH je spojováno s cirkadiálním rytmem. Dokonce i stres může prodlužovat interval mezi snesením jednotlivých vajec. Uvádí se, že u nosnic je od 7. do 13. hodiny sneseno více než 70 % vajec. Nejvíce je doba snesení vejce závislá na délce série a pořadí vejce. V sérii je zpravidla první vejce sneseno v brzkých ranních hodinách, další vejce v pořadí v určitém časovém rozestupu. Dalším důležitým faktorem doby snesení vejce je genotyp slepice. U hnědovaječných a bělovaječných slepic nosného typu jsou sledovány rozdíly, které dokazují, že průměrná doba snesení 2 vajec mezi sebou byla u hnědovaječných nosnic o 1,2 – 1,4 hodiny kratší oproti bělovaječným slepicím. Nejvíce je doba snesení ovlivněna v průběhu dne světlem. Jelikož slepice snáší s největší pravděpodobností za světla, měla by být délka světla dostatečně dlouhá. Při normálním světelném režimu v drůbežárnách se obvykle rozsvěčí po 12. hodině v noci. Vejce je tedy sneseno cca 6-9 hodin po rozsvícení (Ledvinka et al. 2011).

Snáškový cyklus je důležité období, které vyjadřuje přesnou definici od snesení úplně prvního vejce do ukončení snášky. V chovech s intenzivní snáškou končí tento cyklus dříve z ekonomických důvodů, než nastane přirozené pelichání nosnic. Slepice snáší velmi malý počet vajec, a proto jsou náklady na jedno vejce vysoké. Je možné dělat synchronizaci výměny peří na konci snáškového cyklu. Po jejím ukončení se nosnice mohou dále použít do 2. snáškového cyklu. Zejména v 2. snáškovém cyklu je snáška okolo 15 % nižší, cyklus je kratší a hmotnost vajec je vyšší. S 2. snáškovým cyklem v chovu slepic nosného typu se většinou lze setkat nejvíce v zahraničí. Doba snáškového cyklu je odlišná podle druhu drůbeže. Nosné slepice mají dlouhý snáškový cyklus v rozpětí 48 až 64 týdnů. Poté dochází k ukončení snášky pelicháním. V chovu slepic nosného typu na produkci vajec se snáškový cyklus ukončuje v době třetí fáze snášky pod 65 %. Pokud dojde k této nebo i nižší intenzitě, je z ekonomického hlediska produkce vajec nevýhodná (Ledvinka et al. 2011).

3.4 Faktory ovlivňující technologickou kvalitu vajec

Kvalitu konzumních vajec, resp. technologickou hodnotu ovlivňuje několik různých faktorů. Mezi důležité nejvýznamnější faktory patří systémy ustájení, výživa a složení krmné dávky, věk slepice a její genotypová příslušnost (Tang et al. 2015). S tímto tvrzením se shoduje i Tůmová et al. (2009), kteří konstatují, že faktory ovlivňující kvalitu konzumních vajec lze rozdělit na vnější a vnitřní. Mezi nejdůležitější faktory, které ovlivňují technologickou hodnotu slepičích vajec, se řadí vliv systémů ustájení, se kterým jsou úzce spjaté stresové faktory a celkové klima prostředí, a to zejména vlhkost, teplota a světelný režim. Další nezaměnitelnou složkou vnějších faktorů je úroveň a skladba výživy pro slepice nosného typu. Nezanedbatelný vliv, který nesmí být opomenut je skladování konzumních vajec. Mezi vnitřní faktory ovlivňující kvalitu slepičích vajec spadá perzistence a intenzita snášky, věk, genotyp, hmotnost, zdravotní stav a pohlavní dospělost nosnice, barva skořápky a délka tvorby vejce (Roberts 2004).

3.4.1 Výživa a technologie krmení

Kvalita konzumních vajec je do značné míry ovlivněna výživou a krmením nosnic (Halej & Golian 2011). Výživa a technologie krmení jsou jedním z negenetických vlivů, které působí na kvalitu skořápky, počet snesených vajec a jejich hmotnost ovlivňuje také výrazně vlastní celkové náklady na produkci a tím i konečnou cenu vajec. Celkové požadavky živin v krmné dávce pro slepice nosného typu jsou dány potřebou pro tvorbu vajec, samotný růst nosnice, pro tělesnou záchovu a růst peří. Obecné, avšak nejzákladnější požadavky na plnohodnotnou výživu se všemi živinami jsou rozdílné. Mohou být zaměřeny na větší rozměry vejce, popřípadě kvalitnější a pevnější skořápku, nebo na dosažení nejvyšší snášky v chovu slepic (Zapletal & Macháček, 2015). Pomocí metabolických změn jsou do vejce transportovány živiny a další přijaté látky. Vaječný bílek je oproti žloutku více ovlivněn krmivem. Tento fakt je zapříčiněn tím, že je vaječný bílek v bílkotvorné části vejcovodu syntetizován sekrečním epitelem, zatímco vaječný žloutek je tvořen ve vaječniku. Pomocí folikulové blány, která má specifické výběrové schopnosti si z krevní plazmy do vlastního folikulu (žloutku) vybírá v malém množství určité důležité látky, aby nebyly škodlivé a nepoškodily budoucí zárodek (Halej & Golian 2011). Při sestavování krmných směsí pro nosnice je důležité brát v úvahu mnoho faktorů. Obsah krmných směsí by měl obsahovat takové množství živin, které zajistí vysokou užitkovost při tolerování individuální a genetické variability v potřebě živin a ekonomické efektivnosti (Skřivan 2000).

Krmné směsi určené jako potrava pro slepice jsou vnímány jako kompletní krmiva. Jejich složení je uspořádáno tak, aby došlo k uspokojení a vyhovění potřeb slepic nosného typu. Tato kompletní krmiva zajišťují optimální a vyrovnaný metabolismus a snášku kvalitních konzumních vajec. Jelikož v nich jsou všechny kompletní důležité látky, kromě vody již není zapotřebí k nim přidávat jiná dodatková krmiva. V České republice jsou kompletní krmné směsi k použití ve čtyřech různých formách – expandovaná směs, granule, drcené granule a sypká směs (Kodeš et al. 2003). V určité době snáškového cyklu může být použito několik různých systémů krmení slepic nosného typu. Po dobu snáškového cyklu lze nosnice krmít stále stejnou kompletní krmnou směsí, z důvodu snahy snížit množství dusíkatých látek a zcela omezit tak emise dusíku (Skřivan et al. 2000). S tím se shodují i Molnar et al. (2018) a konstatují, že v běžné praxi jsou slepice nosného typu krmeny jednou totožnou krmnou směsí za den, přičemž právě v různých fázích produkce snáškového cyklu jsou druhy krmných směsí odlišné. Poměr dusíkatých látek v krmivech pro slepice nosného typu lze omezit, za předpokladu, že do kompletních krmných směsí budou dodávány aminokyseliny, a to především methionin a lyzin. Proto je u nosnic mnohdy užívána fázová výživa. Je založena na rozdílné potřebě pro záchovu a produkci konzumních vajec. Úplně v každé fázi snáškového cyklu se zpravidla zvyšuje denní potřeba vápníku, kdežto potřeba aminokyselin, dusíku a fosforu se spíše snižuje (Skřivan et al. 2000). Tato fázová výživa slepic nosného typu se používá hlavně ve velkochovech nosnic. Pro fázovou výživu nosnic je charakteristické, že je používáno různě rozdílných směsí v jednotlivých určitých obdobích snášky. Všechny krmné směsi pro slepice nosného typu jsou značeny N-0, N-1, N-2 a N-3. První směs N-0 je stanovena pro přípravné období na snášku. Je v ní obsaženo velké množství vápníku pro přivyknutí nosnice

na jeho využití a pro produkci jeho zásoby v organismus slepic. Směs N-0 je zcela totožná co se týče obsahu živin se směsí N-1 (Kodeš et al. 2003). Zároveň vápník by měl být v krmné směsi v takovém poměru, aby mohl být slepicemi využit účelně a efektivně (Nys 1999). Druhá směs N-1 je podávána slepicím nosného typu v určitém období, kdy je intenzita snášky vajec nejvyšší s relativně malým příjmem krmné dávky. Tato směs obsahuje nižší dávku vápníku a vyšší obsah fosforu, proto patří k nejkoncentrovanějším krmivům. Směs N-2 je určena pro určitou dobu, kdy snáškový cyklus se postupně snižuje a nosnice přijímají větší množství krmné dávky. Poslední směs N-3 je podávána v úplně konečné fázi snáškového cyklu. Příjem této krmné směsi je vyšší než v ostatních, snáška výrazně klesá a začínají problémy s kvalitou celistvosti vaječné skořápky (Kodeš et al. 2003).

Krmné komponenty pro slepice nosného typu jsou rozdělena na 5 základních částí. První z nich jsou obiloviny a mlýnská krmiva, mezi které patří kukuřice, pšenice, oves, žito, triticales, pšeničné otruby, kukuřičné klíčky, maniok a krmná mouka. Do druhé části spadají bílkovinná krmiva rostlinného původu. Mezi ně se řadí slunečnicový a sójový extrahovaný šrot, řepkové semeno, řepkové výlisky-pokrutiny, řepkový a podzemnicový extrahovaný šrot, vojtěšková mouka a hrách. Do třetí části patří krmiva bílkovinného živočišného původu. Například masokostní a rybí moučka a jiné ostatní živočišné moučky. Do čtvrté skupiny se řadí krmné tuky, slunečnicový, řepkový a sójový olej. Do poslední skupiny patří minerální krmiva, mezi které především patří krmný vápenec, monokalciumfosfát a dikalciumfosfát (Kodeš et al. 2003).

Jednou z dalších nepostradatelných složek výživy a její nedílnou součástí pro nosnice jsou minerální látky. Jsou velice důležité pro stálou funkci a růst buněk, tkání a orgánů. Do makrominerálních látek, které se slepicím normují, patří prvky jako jsou draslík, vápník, fosfor, hořčík, chlor a sodík. Tyto minerály mají velmi důležitý a neodmyslitelný vliv na celkový stav zvířat, vysokou produkci a kvalitu vajec (Jedlička 2004). S tímto se shodují i Frost & Roland (1991) a Narvaez et al. (2011), kteří potvrzují stejné hypotézy, že optimální obsah prvků jakými jsou vápník a fosfor pozitivně působí na vyšší snášku a produkci vajec. Vápník je sice velice důležitý při tvorbě vaječné skořápky, ale má i významnou roli pro správnou funkci všech kostí (Ahmadi & Rahimi 2011). Yoruk et al. (2004) uvádějí, že vliv podávání krmné dávky pro nosnice má velmi významný podíl na kvalitě vaječné skořápky, a to právě nejvíce obsah minerálních prvků a různých vitamínů. Obsah vápníku v každé individuální skořápce je okolo 3 gramů. Z tohoto důvodu je právě důležité zařadit vápník do krmné dávky pro každou nosnici. Tento makrominerální prvek, který je slepicí získán z krmné dávky, je bohužel pouze z 60 %. Zbytek vápníku, který je důležitý pro kalcifikaci se musí uvolnit z kostí (Jelínek 1996). Zelenka (2006) uvádí, že nezbytný vápník je slepicím nosného typu podáván ve formě krmného vápence nebo také společně s fosforem v podobě dihydrogenfosforečnanu vápenatého (monokalciumfosfát) či i v druhé formě, jako je hydrogenfosforečnan vápenatý (dikalciumfosfát). Nys (1999) uvádí, že vyšší požadavek vápníku je u nosnic ještě před nastoupením začátku snášky, proto by jeho poměr měl být zajištěn v krmné dávce v přiměřeném adekvátním množství. Dále Puyalto & Mallo (2014) konstatují, že přidáváním minerálních prvků živočišného a rostlinného původu se hlavně zlepší

pevnost a kvalita skořápky, což zaručí větší počet konzumních vajec s nenarušenou vaječnou skořápkou. Molnar et al. (2018) prohlašují, že s věkem nosnic se v krmné dávce hladina vápníku zvyšuje z důvodu lepší podpory a tvorby vaječné skořápky. U starších slepic klesá podpora střevního vstřebávání vápníku. Z tohoto důvodu dochází k zhoršení pevnosti a kvality vaječných skořápek na konci produkčního snáškového cyklu. K udržení kvality skořápky nestačí zvyšování hladiny vápníku v krmivu. V průběhu denního cyklu tvorby vajíček se mohou měnit právě požadavky na různé živiny. V prvních 5 až 6 hodinách po ovulaci vajíček je potřeba větší množství esenciálních aminokyselin pro syntézu albenů a tvorbu vaječné skořápkové membrány. Syntéza bílkovinných látek se mnohonásobně zrychlí v případě, když je vejce na začátku vejcovodu ve srovnání s ostatními částmi. Největší požadavek na vápník při tvorbě vaječné skořápky je odpoledne a večer. Zinek je další ze stopových minerálních látek, které jsou potřeba zakomponovat v krmné směsi. Tento prvek u drůbeže pozitivně působí na optimální vývoj jedince, včetně růstu kostry a peří. Je důležitý pro dobrou regeneraci kůže a nohou, zvyšuje odolnost imunitního systému a brání infekčním chorobám. Zinek má velmi pozitivní význam na produkci slepičích vajec. Hraje velmi významnou roli při tvorbě vrstev vaječné skořápky. Nedostatek zinku u slepic nosného typu vede ke snížení produkce (snížení hmotnosti 3-10 g/den/vejce) (Huang et al. 2019). Podle Brestenského et al. (2015) je velice potřebné dodat nosným slepicím dusíkaté látky v poměru, který zajistí dostatečné množství úplně všech nezbytných esenciálních aminokyselin. Zejména těch nepostradatelných, mezi které patří lysin a threonin. Ty si zvířata nedokážou sama syntetizovat. Je také zásadní zajistit hojnost poloesenciálních aminokyselin jako jsou leucin (LEU), tryptofan (TRP), histidin (HIS), valin (VAL), methionin (MET), fenylalanin (PHE) a arginin (ARG) a neesenciálních aminokyselin, které jsou pro nosnice nezbytné. Všechny aminokyseliny mají zásadní stanovisko ohledně potřeby pro zvíře. Z hlediska potřeby pro výživu a metabolismus musí všechny aminokyseliny být ve vhodném poměru (Al-Saffar & Rose 2002). Pokud však jedna aminokyselina není v přijatelném dostačujícím poměru vzhledem k požadavkům zvířete, může docházet ke zvýšení všech nároků na celkovou spotřebu úplně všech ostatních aminokyselin. Tato limitující aminokyselina je tzv. přítomna nejméně (Fanatico 2010).

Dle Fanatica (2010) má příjem krmiva pro slepice a jeho celý obsah živin podstatně významnou souvislost. Pokud je krmná dávka pro nosnice živinově v normě, potom slepice pro uspokojení svých potřeb energie v daných podmínkách přijme pouze určité množství krmiva. Je-li kompletní krmná dávka, co se potřeb živin týče nevyvážená, pak slepice nosného typu přijme právě tolik krmné směsi, aby uspokojila potřebu určitých živin. Právě z těchto příčin slepice nabere celkově více energie a krmiva nad její potřebu. V ekologickém zemědělství, kde za určitých podmínek je nižší koncentrace živin v krmivu a o dost nižší obsah celkové energie, je nutné počítat s celkově větším množstvím spotřebované krmné směsi. Na druhou stranu v konvenčním zemědělství je již od padesátých let postaveno na vysokoenergetickém krmivu s vysokým množstvím všech celkových živin. To způsobuje snižující množství přijatého krmiva. Dokonce i šlechtitelská práce v chovu slepic nosného typu se tímto směrem ubírá. Je nutné při výrobě kompletních krmných směsí zachovat stejný poměr mezi metabolizované energie (ME_n) a množství všech živin v krmné dávce. Avšak pokud

je soustředěná koncentrace ME_n nižší, je nutné snížit i koncentraci ostatních důležitých živin. Důsledkem by bylo překrmování nosnic. Pokud dojde k energii s vyšší koncentrací, je nezbytné zvýšit poměr všech esenciálních živin, aby nedošlo k jejich úplnému nedostatku. Se snižující se teplotou stájového prostředí se nárok na metabolizovanou energii zvyšuje. Je důležité a velice vhodné při sestavování krmných směsí pro slepice nosného typu získávat informace z doporučení České akademie zemědělských věd (Zelenka et al. 2007).

Pokud kompletní krmná dávka pro slepice nosného typu poskytuje nadbytek látek bílkovinného původu, dochází ke zvýšenému vylučování kyseliny močové a dusíku, což může zapříčinit riziko mokré podestýlky. Stává se, že dojde ke znečištění peří a změně celkového chování nosnic (Weeks & Butterworth 2004).

Současně s krmivem není možné opomíjet dostatečné napájení nosnic. I přes to, že je voda v určitém poměru obsažena v krmných dávkách, je jí třeba slepicím podávat také v samostatné formě. Voda musí být neomezeně poskytnuta ad libitum, za použití určitého systémového napájení ve všech chovech. Je podstatně důležité, aby voda pro nosnice byla vždy čerstvá, čistě průhledná a zdravotně nezávadná bez patogenních nálezů (Kodeš et al. 2003). Celková čistota vody má důležitý význam na kvalitu vaječné skořápky. Dokonce i teplota vody má značný a zásadní vliv, zejména při vysokých teplotách ve stájovém prostředí. Při nadměrně vysoké teplotě vody slepice snižují její příjem. Může se v některých případech stát, že slepice přestanou přijímat vodu úplně (Ahmadi & Rahimi 2011).

3.4.2 Systémy ustájení nosnic

Mezi nejdůležitější vnější faktory, který neodmyslitelně ovlivňují kvalitu vajec patří systémy ustájení nosnic (Tůmová 2007). Již mnoho let jsou předmětem mnohých vědeckých výzkumů. Ve snaze harmonizace zdraví a pohody drůbeže s požadavky výrobců, spotřebitelů, zástupců životního prostředí a průmyslu, byly rychle zavedeny nové systémy chovu nosnic v řádově několika desetiletí (Rakonjac 2014). Pro úspěšný kvalitní chov a vysokou snášku je potřeba poskytnout nosnicím odpovídající krmení a výživu, ale také právě dobré podmínky pro ustájení (Holoubek & Hubený 2002). V těchto chovech se využívá několik možností systémů ustájení. Dělí se na alternativní, klecové a ekologické. Nemělo by se zapomínat i na drobnochovy, které jsou v České republice hojně rozšířené. Alternativní systémy ustájení lze dělit na podlahové, voliérové a výběhové. Tato ustájení dávají příležitost nosnicím projevit své přirozené chování, jako je například popelení, létání a běhání. Slepice nosného typu mají možnost snášet vejce do hnízd, hřadovat, hrabat a mohou mít větší dostatek prostoru k napájení a krmení (Ledvinka et al. 2008). Podle Tůmové (2007) je nevýhodou alternativních systémů ustájení stres, který působí na nosnice z důvodu sociálního uspořádání hejna. V České republice převládá produkce vajec z obohacených klecových systémů ustájení. Od 1. 1. 2012 je podle směrnice Evropské komise 1999/74/EC přísný zákaz chovu slepic v neobohacených klecích (Tůmová et al. 2009). Nosnice v těchto systémech chovu měly jen velmi omezený prostor. Nemohly plnohodnotně projevit své zcela běžné přirozené chování. Z důvodu velkého zájmu veřejnosti byl prostor pro slepice zvýšen (Tauson 2005). Proto je tedy nutné využívat pouze obohacené klece nebo také alternativní systémy ustájení, mezi které patří výběhové,

podestýlkové a voliérové systémy chovů (Tůmová et al. 2009). Taková ustájení mají dočinění s různými parametry na kvalitu konzumních vajec. Nejvíce se rozdílnost (podestýlka, klecový a výběhový chov) projevuje u kvality skořápky. Vejce pocházející z klecových chovů má vyšší kvalitu skořápky. Tato vejce jsou většinou odolnější, a to obvykle z důvodu větší tloušťky i pevnosti skořápky (Tůmová 2007).

Výhody a nevýhody má každý systém chovu nosnic. V chovu slepic nosného typu platí, že z pohledu welfare je nejméně vhodný typ chovu, který je nejméně nákladný. V tomto případě stojí na jedné straně vynaložené ekonomické náklady na chov, zatímco na straně druhé pohoda a pohodlí zvířat. Chov v obohacených klecích nosnicím poskytuje 750 cm², což je podstatně více oproti neobohaceným klecím, které měly pouze 550 cm². Z důvodu narůstající vysoké spotřeby vajec je zřejmé, že chovatelé začali spíše přecházet z výběhových chovů na ustájení na hluboké podestýlce, roštových podlah a převážně pak k nejméně nákladnému chovu klecovému (Košář et al. 2004). Celkový počet mikroorganismů na povrchu vajec a následně i mikrobiální kontaminace bakteriemi *Enterococcus* a *Escherichia coli* může právě významně ovlivnit systém ustájení (Englmaierová et al. 2014). K zabránění šíření různých chorob, ať už z kontaktu nosnic s trusem, pomohlo po zavedení velkochovu umístování slepic do klecí (Gálik et al. 2015). Bylo zjištěno, že nejnižší hodnoty bakteriální kontaminace u konzumních vajec je z obohacených a konvenčních klecí. Další v pořadí byla vejce z voliérových chovů a jako poslední s nejvyššími hodnotami kontaminace byly zjištěny u vajec z podestýlkových chovů. Z tohoto závěru vyplývá, že z hlediska bezpečnosti vajec jsou tedy nejlepší volbou obohacené klece (Englmaierová et al. 2014).

Freire & Cowling (2013) vypracovali rešeršní výzkum, ve kterém bylo za cíl vyhodnotit a zpracovat závěry rozdílných studií zkoumajících vliv systémů ustájení na užitek a welfare slepic nosného typu. Zjistili formou jednoduchého sčítání nejednotnost rozdílných závěrů různých studií posuzujících klecový chov s alternativním. Pevnější strukturu kostí měly nosnice chované v alternativních systémech, produkce konzumních vajec byla vyšší v konvenčních systémech. Větší komfort a více přirozeného chování prokazovaly stejně nosnice chované v alternativních typech ustájení. Jediné, co se překvapivě nelišilo, byla míra agresivního chování, vyškubávání peří, zranění a mortalita mezi systémy.

Jedlička (2016) konstatuje, že před změnou na obohacený klecový systém chovu bylo okolo 95 % nosnic z celkového počtu chováno v neobohacených klecích. Přibližně 4 % nosnic bylo chováno v alternativním systému chovu a pouze 1 % slepic nosného typu v ekologickém systému hospodaření.

Zimová (2017) uvádí, že v České republice bylo v roce 2017 v aktivně se hlásících hospodářství kolem 4 255 307 ks (87,58 %) nosnic chováno v obohacených klecích. Další 580 553 ks (11,95 %) v podlahových systémech chovu a ve voliérách, chovy s výběhem chovali 8 439 ks (0,17 %) a bio chovy 14 651 ks (0,30 %). Z těchto výsledků vyplývá, že se v České republice stále upřednostňují chovy slepic nosného typu v klecích.

3.4.2.1 Klecové chovy

Klecové systémy ustájení pro slepice nosného typu jsou celosvětově nejrozšířenější, ekonomicky nejvýhodnější a nehledě na produkci konzumních vajec nejefektivnější systém ustájení (Jedlička 2008).

Kvůli zvýšenému zájmu veřejnosti o dobré životní podmínky hospodářských zvířat, vedlo odvětví chovu drůbeže k postupnému přecházení z neobohacených klecí na alternativní systémy, jako jsou právě obohacené klece (Philippe et al. 2020). Englmaierová (2016) zjistila při srovnávání systémů ustájení obohacených a konvenčních klecí, že snášku, hmotnost vajec a spotřebu krmiva velikost klece neovlivnila. Konvenční klecové chovy z hlediska welfare poskytovaly ty nejvíce nevhodné a nepřírozené podmínky pro chov slepic. Nosnice, které byly chovány v těchto podmínkách, neměly možnost a ani prostor projevit své zcela přirozené chování, jako je například běhání, chůze, létání, popelení, snášení vajec na chráněném místě aj. Právě z důvodu chovu v tomto systému ustájení se u nosnic vyskytovala extrémní agresivita a kanibalismus (Šarapatka & Urban 2006). Pokud nosnice není schopna projevit své zcela běžné chování (tj. stát, chodit, otáčet se, protahovat a mávat křídly), může za to většinou nedostatečný prostor. Tento vnější faktor negativně ovlivňuje pohodu a zdraví slepice (Weimer et al. 2019).

3.4.2.1.1 Konvenční klece

Jsou to neobohacené klece se šikmou podlahou, z bodově svařeného pletiva. Jsou vybavené zařízením pro napájení, krmení, systémem sběru vajec a odklizení trusu. Obvykle je jejich prostor menší. Z tohoto důvodu slepice nemají možnost přirozeného chování (Elson 2004; Ledvinka et al. 2008). Podle směrnice Evropské unie Rady Evropy 74/1999 EK platily pro neobohacené klece na území EU tyto zásadní požadavky: minimální podlahová plocha na jednu slepici 550 cm², délka krmítka 10 cm, výška klece minimálně 35 cm, přičemž alespoň 65 % klece musí mít výšku 40 cm, sklon podlahy maximálně 14 % a z klece přístupné 2 kapátkové napáječky (Skřivan et al. 2000). Výhodou konvenčních klecí byla dobrá ekonomika. Vysoká produkce konzumních vajec a velice snadná a kvalitní hygiena chovu nosnic, kdy malé skupiny umožňují lepší optimalizaci počtu slepic nosného typu (Lay et al. 2011).

3.4.2.1.2 Obohacené klece

Obohacené klece slučují výhody vysoké produkce konvenčních klecí s nároky na zlepšení plnohodnotného přirozeného chování slepic nosného typu. Rozměry na jednu slepici jsou 750 cm², zatímco využitelný prostor je okolo 600cm². Klece jsou vybaveny popelištěm, snáškovými hnízdy, hřady a zařízením na obušování drápů. Jejich celková plocha by neměla být menší než 2000 cm², sklon podlahy nesmí přesahovat 14 % a minimální výška je 45 cm. Krmný prostor na jednu nosnici je minimálně 12 cm a zároveň musí mít v dosahu každá slepice alespoň 2 napáječky (Ledvinka et al. 2008). U tohoto typu ustájení nejsou využívány žádné druhy podestýlky, proto se zde jedná o bezstelivový systém chovu. Celková

kapacita počtu chovaných nosnic v jednotlivých klecích na m² není pevně stanovená. Je to závislé na daném výrobci. Nejčastěji se udává kapacita pro dělené klece okolo 10 až 14 kusů slepic a pro nedělené kolem 20 až 28 kusů nosnic. Pravidlem tohoto způsobu ustájení je co největší produkce konzumních vajec na jednotku užité plochy (Příkryl 2012).

Jednou z výhod tohoto typu ustájení pro nosnice je jejich lepší zdravotní stav. Rozdělení slepic do malých stabilních skupin dopomáhá v klecích ke snížení nechtěné agresivity a kanibalismu, vysoké produkci konzumních vajec a dostatečné hygieně (Appleby 1998; Rodenburg et al. 2005; Vits et al. 2005). Nosnice mohou kdykoliv hřadovat. Je zde i nižší riziko výskytu vnitřních a vnějších parazitů, infekčních onemocnění, nebezpečí ohledně vzniku kanibalismu a zlepšení pevnosti kostry (Košář et al. 2004). Jelínek (1996) konstatuje, že u nosnic chovaných v klecích dochází v konečné fázi snášky k zeslabení skořápky. Mohou za to hlavně stresové faktory způsobené právě tímto systémem ustájení. Tento systém ustájení je jedním z nejlepších způsobů chovu z důvodů lepší kvality a čistoty konzumních vajec. Oproti ostatním způsobům ustájení zde trus propadá přes podlahu klece, tím pádem nedochází ke znečištění skořápky a proniknutí nečistot přes póry dovnitř vejce (Perry 2004).

3.4.2.2 Alternativní chovy

Mimo klece jsou všechny alternativní systémy považovány za méně intenzivní. Nosnicím je umožněn přirozeně volný pohyb, běhání, létání a popelení. Nevýhodami alternativních systémů ustájení je, že slepice jsou více stresovány uspořádáním sociálním složením hejna, přístupem k napájení a krmivu. Pod alternativní systémy ustájení se řadí voliéry, ustájení na podestýlce a výběhy. V současné době je povoleno umístění v těchto systémech po 9 ks/m² podlahové plochy. Na jednu slepici při použití řetězových krmítek musí připadat krmný prostor minimálně 10 cm a u talířových krmítek 4 cm. Na jednu kalíškovou nebo kapátkovou napáječku má připadat maximálně 10 slepic. Minimálně pro 7 slepic se počítá jedno snáškové hnízdo. V hale jsou nezbytné i hřady o rozměrech 15 cm na nosnici, se vzdáleností 20 cm (Tůmová 2007).

U voliér a podestýlkových systémů ustájení jsou různé negativní dopady na výrobní znaky včetně procenta snášky, kvality vajec (mikrobiální znečištění, složení, čistota, hmotnost, síla a konzervace) úmrtnosti a účinnosti krmení. To má škodlivý dopad na ziskovost. Z toho částečně vyplývá nevhodné využití systémových zdrojů slepic, které má z velké části za následek kladení vajec mimo hnízdo a přítomnosti slepičího trusu v hnízdě. Proto byly systémy ustájení upraveny tak, aby tyto problémy byly vyřešeny, včetně zkoušení různých materiálů, typů podlah a dobré rafinace umístění zdrojů. Mezi další parametry, jako je například velikost skupin, nutriční faktory, stájové klimatické podmínky (teplota, ventilace, světlo, koncentrace a kvalita vzduchu, aj.), věk slepic a genetická linie, mají také význam na výkonnost (Philippe et al. 2020).

3.4.2.2.1 Voliérové ustájení

Voliéry nebo také aviary jsou systémy ustájení, které se podobají a vycházejí z klecí a umožňují volný pohyb nosnicím. Koncentrace se pohybuje okolo 15-20 nosnic na m² podle

počtu pater. Aviary jsou rozděleny do několika etáží propojeny žebříky s napájením, krmením a snáškovými hnízdy. Toto ustájení slepicím umožňuje neomezený pohyb v celém prostoru haly i mezi různými patry (Elson 2004; Tůmová 2007).

Gálik et al. (2015) uvádějí, že ve voliérovém ustájení mohou být nad sebou maximálně jen čtyři úrovně. Ty mohou být tvořeny plastovými nebo kovovými rošty, nad kterými jsou instalována přídatná bidla. Voliérové systémy ustájení s hlubokou podestýlkou mohou být navíc doplněny o zimní zahradu neboli o plochu s volným prostranstvím a příležitostí neomezené pastvy. Zpravidla se jedná o 2 až 4 podlažní baterie s různě řešenými konstrukcemi, které mají dvířka a jsou děleny přepážkami. Mezi dvěma řadami konstrukcí v uličkách je vystlaný různorodý materiál, který nosnicím slouží k volnému hrabání. Dokonce i po stranách haly v krytých přístavbách jsou umístěny prostory na hrabání. Voliérové podlahy jsou většinou tvořeny z drátěných roštů nebo z plastu. Ve všech podlažích voliér jsou obvykle umístěny napáječky, krmítka a hřady, jen v některých patrech mohou být instalována snášková hnízda. V jiných případech jsou u některých druhů voliér snášková hnízda na bočních stěnách haly, popřípadě mezi dvěma řadami jejich konstrukcí. Aby nedošlo ke styku sneseného vejce s trusem nosnic, je podlaha mírně šikmá. Je to také z důvodu vykutálení konzumních vajec na sběrný pás, který je dále dopravuje na sběrný stůl nebo rovnou do třídičky vajec. Odkliz trusu se dělá pod každým podlažím pomocí propadávání děrovanou podlahou rovnou na pásový dopravník. Tento dopravník v několikahodinových intervalech vyváží trus slepic na přistavený dopravní prostředek. Některé typy voliér mají řešené provzdušňování a tím i vysušování exkrementů nosnic. Odpočinková zóna pro slepice nosného typu je řešena v horním podlaží voliér. Jsou tam umístěny většinou hřady a jen málokdy i napáječky. Mezi pozitivní výhody tohoto způsobu ustájení pro nosnice je větší možnost k přirozenému chování. Pomocí volnějšího pohybu je kostra slepic pevnější. Dochází k snížení oděru peří a k zabránění přerůstání pařátů. Jednou z nejhlavnějších nevýhod v těchto podmínkách chovu je kontakt s trusem slepic. Výkaly nosnic jsou nejvhodnějším prostředím pro výskyt a množení bakterií, virů a různých parazitů. Přímý styk s jinými slepicemi a vysoká prašnost způsobuje rychlejší přenos infekčních nemocí. Je tu i pravděpodobnost snášení konzumních vajec mimo snášková hnízda, kanibalismus, ozobávání peří a nestabilní sociální chování. V porovnání s klecovým chovem slepic nosného typu jsou výrobní náklady na konzumní vejce vyšší. To samé platí i u investičních nákladů. Vyšší je i úhyn (Brouček et al. 2011).

3.4.2.2.2 Podestýlkové ustájení

Jedním z nejtradičnějších způsobů chovu slepic nosného typu je ustájení na podestýlce. V hale jsou hřady rozmístěny rovnoměrně z důvodu menší koncentrace slepičího trusu v některých částech. Podél stěn, popřípadě uprostřed jsou obvykle umístěna snášková hnízda. Od roku 2006 je zákaz v Evropské unii používat podestýlkový systém bez hřadů. Pro dostatečný projev přirozeného repertoáru chování je podestýlkové ustájení velmi dostačující (Tauson 2005). Mezi výhody tohoto typu ustájení patří neomezený pohyb nosnic, popelení, mávání křídly, obrušování drápů, poskakování, zpevňování kostry a jiné ostatní možnosti k vykonávání

přirozeného chování slepic. U tohoto ustájení nedochází díky velkému prostoru k mechanickému oděru peří. Kvalita konzumních vajec je mnohem lepší než z výběhových chovů, a to z důvodu velkého podílu roštové podlahy, na které si slepice očišťuje své běháky. Nevýhody jsou jasně viditelné. V halách s dřevěnou konstrukcí, špatně čistitelnými snáškovými hnízdy a rošty dochází k výskytům vnějších parazitů (Lay et al. 2011). Konzumní vejce z podestýlkových chovů jsou více vystavena vyšší úrovni bakteriální kontaminace a vykazují větší výskyt povrchových vad. Bakteriální infekce se zvyšuje prostřednictvím zvýšené propustnosti oslabené skořápky (Ledvinka et al. 2012). Nejvíce vyskytující se bakterie v podestýlkových chovech jsou rodu streptokoků. Vysoká kontaminace těchto bakterií je způsobena znečištěnými běháky a spodními partiemi nosnic. Různé výzkumy potvrzují významnou roli koncentrace prachu. V klecových chovech je ve vzduchu potvrzena nízká koncentrace prachových částic, načež v alternativních systémech ustájení jsou tyto koncentrace 4-5 x vyšší. Mezi počtem bakterií a prašných částic na skořápce je dokázána vysoká pozitivní korelace (0,66) (Ledvinka et al. 2008). Prašnost a výskyt vnějších a vnitřních parazitů mají za důsledek problémy hlavně se zažívacím a dýchacím aparátem. Důvodem častějšího podávání léků je výskyt a pomnožení střevních cizopasníků. Dalšími nevýhodami je ozobávání peří a kanibalismus. Kvalita konzumních vajec může být také negativně ovlivněna i počtem snesených vajec mimo snášková hnízda. Vejce mohou být snesená a zahrabaná do podestýlky i několik dní. Prostupování bakterií a plísní dovnitř vejce způsobuje vyšší riziko vzniku různých onemocnění u lidí. Ve srovnání s konzumními vejci z klecových systémů ustájení jsou výrobní a investiční náklady z podestýlkových chovů vyšší z důvodu vyšší spotřeby krmiva na produkci jednoho vejce (Lay et al. 2011).

3.4.2.2.3 Výběhové ustájení

Mezi nejnáročnější alternativní systémy ustájení jsou výběhové chovy. Převažují zde velké nevýhody, jako jsou například vysoké investiční náklady, vyšší spotřeba krmiva, horší hygienické podmínky a nízká snáška. Toto ustájení má stejné vybavení haly jako při ustájení slepic nosného typu na podestýlce (Tůmová 2007). Právě výběhové systémy ustájení uskutečňují slepicím volnější přístup i mimo halu. Haly jsou vybaveny napáječkami, krmítky a snáškovými hnízdy. (Ledvinka et al. 2008). Ve výběhu jsou rozmístěny venkovní úkryty, které chrání před přímým zářením slunce. Oplocení výběhů zajišťuje bezpečí před ostatními predátory. Hustota všech slepic ve výběhovém ustájení se pohybuje do 7 kusů na m² podlahové plochy. Díky různým opatřením by nemělo ve výběhu docházet k přenosu vnitřních a vnějších parazitů (Košář et al. 2004). V těchto systémech ustájení může docházet ve skupinách slepic k neustálému obnovování sociálních vztahů. Dále i k častým stresům, zhoršování zdravotního stavu a špatné pohodě nosnic. Dochází k vyššímu riziku vzniku kanibalismu z důvodu větší intenzity světla způsobené slunečním zářením (Tůmová 2007; Ledvinka et al. 2008).

Jedním ze specifických rysů výběhového ustájení slepic je tzv. „wintergarden“, ve kterých je na halu pro nosnice napojen ohraničený krytý výběh. V porovnání s klasickým

výběhovým systémem ustájení je pro slepice nosného typu toto obrovskou výhodou už z důvodu lepších podmínek (Tauson 2005).

3.4.2.3 Ekologické chovy

Ekologické systémy ustájení berou v úvahu veškeré důležité požadavky ve vztahu k welfare slepic (Zapletal & Macháček 2015). Tento ekologický systém potřebuje zejména o hodně větší chovatelské zkušenosti. Důvodem jsou vyšší náklady na produkci jednoho konzumního vejce. Ve srovnání s klecovým systémem ustájení jsou náklady o 30 – 40 % vyšší (Matoušek et al. 2013). Jedním z nejvíce důležitých požadavků v ekologickém zemědělství je chov slepic nosného typu s cílem produkce biovajec. Po dosažení snáškového cyklu dochází k prodeji a zpeněžení nosnic. Především však jde v ekologickém chovu o kvalitu finálního produktu. V tomto ohledu je rozhodující výše snášky. Toto tvrzení nemusí znamenat, že chov slepic nosného typu nemůže být účinný. Nosnice jsou v ekochovech krmeny vlastními produkty, které byly vypěstovány v systému ekologického zemědělství (Šarapatka et al. 2006). Kritéria ekologického zemědělství jsou založena na předpokladu zdokonalování biologických přirozených etap v půdě, pěstování rostlin a chovu hospodářských zvířat (Blair 2008).

3.4.2.4 Drobnochovy

Domácí chov slepic nosného typu má v České republice již velmi dlouhou tradici. Vedle intenzivní výroby drůbežního masa a konzumních vajec je stále více než polovina stavů drůbeže chována u drobnochovatelů. Zájmové chovy tvoří nemalou skupinu nadšených chovatelů, kteří mají chov drůbeže jako své hobby, které jim skýtá aktivní odpočinek. Někteří drobní chovatelé mají také velmi důležitou zásluhu na udržení genových zdrojů (Šonka et al. 2006).

3.5 Vliv ustájení na užitkovost slepic nosného typu

Z některých prací, které byly zaměřené na srovnávání užitkovosti snášky v klecových a alternativních systémech ustájení vyplývá, že produkce konzumních vajec významně ovlivňuje systém ustájení slepic nosného typu. Všeobecně platí, že produkci slepičích vajec zajišťují nejvíce klecové systémy ustájení (Tůmová 2007).

Lolli et al. (2013) ve svých pokusech potvrdili stejně vysokou snášku a nárůst užitkovosti u slepic nosného typu v klecových i v alternativních systémech ustájení.

Philippe et al. (2020) zkoumali výzkum na voliérové a obohacené klecové systémy ustájení. Zdůrazňují, že celková hmotnost konzumních vajec byla ve voliéroových typech ustájení ve srovnání s klecovými chovy nižší. Ve voliérách bylo zaznamenáno velké množství poškozených a ztracených slepičích vajec. Konzumní vejce z voliéroových chovů nosnic měla nižší podíl vaječného žloutku, ale naopak jeho barva měla vyšší intenzitu. Slepíčí vejce z konvenčních klecí byla více odolnější vůči vnějšímu mechanickému poškození vaječné skořápky. Z tohoto pokusu lze vzít v úvahu, že obohacené klecové chovy se zdají být pozitivně

lepší jak pro užitkovost a produkci snášky, tak i celkové dobré podmínky života slepic nosného typu, v porovnání s nepodporovanými konvenčními klecemi a voliérovy systémy. Autoři zdůrazňují, aby se uskutečnila i další šetření, díky kterým by došlo ke zlepšení podmínek voliéroových chovů.

Guo et al. (2012) uvádějí, že slepice chované v neobohacených klecových systémech ustájení měly vyšší příjem krmiva a nižší účinnost krmení ve srovnání se slepicemi chovaných v obohacených klecích. Rychlost snášky a hmotnost vajec nebyly systémy ustájení významně ovlivněny. Krevní koncentrace luteinizačního hormonu, folikuly stimulujících hormonů a estradiolu nebyly významně ovlivněny. Závěrem lze uvést, že velikost skupiny a hustota osazení v zařízených klecích mají vliv na chování a užitkovost slepic. Vybavené klecové systémy s malými skupinami byly příznivé pro pohodu slepic, aniž by výrazně ovlivnily užitkovost. Počet nosnic by měl být zohledněn při vývoji vybavených klecových systémů.

Wall (2011) ve své studii zkoumal kvalitu vajec a užitkovost slepic nosného typu v souvislosti v různých klecových typech ustájení. V tomto testování byly zkoumány 4 typy obohacených klecí. Byly to klece pro 8, 10, 20 a 40 slepic nosného typu. Výskyt mortality, kanibalismu a užitkovost nebyly ovlivněny typem klece. Oproti tomu však byla ovlivněna vnější kvalita konzumních vajec. V porovnání se všemi testovanými klecemi, byla kvalita vyšší v klecích pro 8 slepic nosného typu. Průměrných hodnot dosahovala slepičí vejce pro 10 nosnic. Z těchto výsledků lze usoudit, že klece s větší kapacitou pro nosnice mají nezanedbatelný vliv na zhoršenou kvalitu konzumních vajec v důsledku snášení mimo snášková hnízda.

Varguez-Montero et al. (2012) uvádějí, že v závislosti na klimatických podmínkách se může lišit přijatelný systém ustájení pro slepice nosného typu. Ve své studii upozorňují na to, že v některých klimatických pásmech se může vyrovnat výběhový chov s chovem klecovým.

Freire & Cowling (2013) ve své práci vyhodnotili závěry různých studií, které zkoumaly vliv systému ustájení na užitkovost a welfare slepic nosného typu. Tato jejich studie byla analyzována systémem, který sčítal rozdílné závěry jednotlivých výzkumů porovnávajících alternativní a klecové chovy. Konečným výsledkem této studie bylo, že produkce slepičích vajec byla nižší v alternativním systému, než v klecových systémech. Více přirozené chování i pevnější kosti vykazovaly nosné slepice v alternativních systémech. Nečekaným závěrem bylo, že míra úhynu, zranění, ozobávání peří a celkově agresivního chování se mezi systémy ustájení nelišila.

Ve studii Kleckera et al. (2003) se zaměřili na průměrnou snášku slepic nosného typu v různých systémech ustájení. Z výsledku vyplývá, že nejnižší snáška byla zaznamenána v podestýlkovém systému chovu.

Leyendecker et al. (2001) zkoumali užitkovost hnědovaječných a bělovaječných slepic nosného typu ustájených v klecích, výběžích a aviarech. Z jejich konečných výsledků vyšla zřejmá interakce mezi systémem ustájení a genotypem. Z jejich výzkumů došli k závěru, že je velmi důležité zvolit vhodného nosného hybridu ve vztahu k systému ustájení.

3.6 Vliv ustájení na kvalitu konzumních vajec

Ledvinka et al. (2008) uvádějí, že ustájení slepic nosného typu má vliv na jejich celkovou užitkovost a technologickou hodnotu konzumních vajec. Ve studii zkoumali 2 560 slepičích vajec od nosnic Hisex hnědý mezi 20. až 60. týdnem jejich života. Celkově vyšší produkce vajec byla zaznamenána v klecových systémech ustájení ve srovnání s alternativními chovy. Nejvyšší snáška i nejnižší spotřeba krmiva na slepici byly zjištěny právě v obohacených klecových systémech. Nejvyšší průměrná hmotnost konzumních vajec byla získána prokazatelně v obohacených klecích (63,25 g). Nejnižší hmotnost byla dosažena v podestýlkových chovech nosnic (59,56 g). Procentuální podíl bílku byl nejvyšší ve vejcích z voliér (62,36 %) a z obohacených klecových systémů ustájení (62,00 %). Haughovy jednotky byly ve vejcích nejlépe odměřeny z konvenčních klecí (90,27) a z podestýlkových chovů (85,37). Kvalita konzumních vajec posouzena Haughovými jednotkami byla na velmi vysoké úrovni v úplně všech typech ustájení. Procentuální podíl vaječného žloutku z celkové hmotnosti konzumního vejce byl ze všech nejvyšší právě z konvenčních klecí (26,85 %), a nejnižší z voliérového ustájení (25,03 %). Procentuální podíl vaječné skořápky byl nejnižší ve vejcích z konvenčních klecí (12,26 %) a nejvyšší ve vejcích z voliér (12,61 %). Nejsilnější skořápka byla zaznamenána u vajec z voliérovy chovů (0,387 mm), zatímco však mezi jednotlivými typy ustájení nebyl analyzován statisticky významný rozdíl v pevnosti vaječné skořápky. Klecker et al (2002) však zaregistrovali jisté rozdíly v celkové hmotnosti konzumních vajec, kdy podestýlková vejce měla hmotnosti (65,43 g), narozdíl od vajec, která pocházela z obohacených klecí (64, 98 g).

Ve výzkumu Krawczyk et al. (2011) posuzovali kvalitu a technologickou hodnotu konzumních vajec z výběhového a podestýlkového chovu slepic. Souhrnná produkce těchto vajec byla nižší ve výběhovém systému ustájení. Vejce nosnic z výběhového chovu měla nižší hmotnost s vyšší intenzitou a obsahem barvy žloutku, světlejší skořápku s nižší pevností, obsah cholesterolu s nižším poměrem. Vitamín A naopak měl vyšší obsah. Vejce od nosnic chovaných na podestýlce měla ve vaječném žloutku velké množství vitamínu E. Nízký obsah nasycených mastných kyselin a polynenasycených mastných kyselin a vysoký poměr mononenasycených mastných kyselin ve vaječném žloutku byl zaznamenán ve výběhovém systému ustájení. Vysokou koncentraci n-3 polynenasycených mastných kyselin a nízký obsah n-6 polynenasycených mastných kyselin byly zaznamenány z výběhových chovů. Z těchto výsledků studie plyne, že vyšší poměr polynenasycených mastných kyselin (hlavně n-3) a větší množství vitamínu A v konzumních vejcích z výběhových chovů nosnic schvaluje názor o vyšší nutriční technologické hodnotě vajec z tohoto systému ustájení. Dále se podobným výzkumem porovnávání kvality konzumních vajec z klecových a výběhových typů ustájení věnoval i Anderson (2011). V jeho studii popsal, že bylo nalezeno ve vejcích z výběhových chovů větší množství n-3 mastných kyselin (0,17 %), narozdíl od klecí (0,14 %). Typ ustájení nosnic neměl prokazatelný význam na celkový obsah cholesterolu a vitamínu D a A. Prokazatelně velké množství mononenasycených, polynenasycených aminokyselin i všech mastných kyselin prokazovaly konzumní vejce z výběhových systémů ustájení.

Ohledně hmotnosti vaječného žloutku Klecker et al. (2002) zjistili vyšší hodnoty u konzumních vajec, která patřila do podestýlkového typu ustájení slepic. Pomocí tzv. indexu žloutku lze posuzovat jeho individuální kvalitu a také čerstvost. U těchto ukazatelů kvality vaječného žloutku byly odhaleny odlišnosti mezi průměrnými hodnotami slepic nosného typu chovaných v podestýlkových nebo klecových systémech ustájení. Odchytky byly u procentuálního podílu žloutku, výšky žloutku a indexu žloutku, které měly určitý vliv na pozitivní vlastnosti vajec ve prospěch slepic chovaných na podestýlce (Ledvinka et al. 2008). Mohan et al. (1991) uvádí, že tzv. index žloutku byl mnohem vyšší v podestýlkovém typu ustájení než v klecových systémech. Pavlovski et al. (1994) konstatují, že hodnoty indexu vaječného žloutku měly výsledek 41,30 u klecových systémů ustájení a u podestýlky 41,46. Ohledně intenzity barvy vaječného žloutku Varguez-Montero et al. (2012) odhalili, že zbarvení žloutku s nejvíce tmavou barvou bylo ve výběhových, poté klecových a jako poslední podestýlkových systémech chovu. Výzkum Campa et al. (2013) dokazuje tmavou barvu vaječného žloutku ve slepičích vejcích ve výběhovém chovu, který má zcela neomezený přístup na volnou pastvu.

Hodnota vaječného bílku se dá posoudit pomocí Haughových jednotek. Lepší výsledky tyto jednotky mají u konzumních vajec z obohacených klecí na rozdíl od vajec z podestýlkových chovů (Klecker et al. 2003; Tůmová et al. 2003; van den Brand et al. 2004). Ledvinka et al. (2008) uvádějí, že podíl vaječného bílku byl vyšší u vajec z obohacených klecí (62,00 %). Pavlovski et al. (1994) konstatují, že při ustájení nosnic v klecích jsou Haughovy jednotky vyšších hodnot (79,80). I Tůmová et al. (2014) uvádějí, že kvalita a technologická hodnota vaječného bílku měla horší hodnoty u vajec z podestýlkového typu ustájení. S těmito údaji, se Mohan et al. (1991) neztotožňují. Uvádí, že procentuální podíl bílku byl vyšší v podestýlkových chovech. Klecker et al. (2002) se s Mohanem shodují a uvádějí, že nejvyšší hmotnost vaječného bílku zaznamenali právě u konzumních vajec z podestýlkových systémů ustájení.

Právě systémy ustájení mají také podstatný vliv na celistvost, pevnost a kvalitu vaječné skořápky. Lze usoudit, že nejnižší procentuální podíl prasklých a narušených slepičích vajec se nachází v klecových systémech ustájení. Dalšími v pořadí jsou alternativní bezklecové typy ustájení (Wall & Tauson 2002). Slepíčí vejce snesená nosnicemi chovanými v klecových systémech mohou mít lepší kvalitu vaječné skořápky, a to nejvíce tloušťku a pevnost skořápky (Klecker et al. 2003; Tůmová et al. 2003; Van den Brand et al. 2004). Klecker et al. (2002) konstatují, že jedny z nejlepších konečných výsledků ukazatelů kvality vaječné skořápky jsou u slepičích vajec z obohacených klecí. Hmotnost vaječné skořápky činila 6,33 g, tloušťka stěny skořápky byla 0,396 mm a pevnost 32,18 N. Nižší hodnoty vaječných skořápek byly naměřeny u konzumních vajec z podestýlkových chovů. Tloušťka skořápky činila 0,392 mm, hmotnost skořápky byla 6,30 g a pevnost skořápky 31,35 N. Naopak, ve studiích Pavlovski et al. (1994) a Leyendecker et al. (2001) je uvedeno, že u konzumních slepičích vajec je tloušťka skořápky vyšší právě z podestýlkových chovů (0,358 mm) než u vajec z obohacených klecí (0,355 mm).

Gálíka et al. (2006) dělali výzkum na odlišnosti technologické hodnoty a kvality vaječné skořápky v obohacených a konvenčních klecích. V tomto testování šlo o porovnání hmotnosti, deformací a celkové kvality vaječné skořápky. Pomocí srovnávání dvou typů klecových

systemů ustájení bylo určeno, že diference hmotnosti vaječné skořápky z obohacených a konvenčních klecí je nepodstatná ($P < 0,05$), a byla namátkově klasifikována. Dále byly posuzovány odlišnosti ($P > 0,05$) mezi abnormalitami vaječných skořápek z obohacených a konvenčních klecí. Podle těchto celkových výsledků vyšel fakt, že nahrazení obohacených klecí za konvenční nemá žádný významný vliv na technologickou hodnotu a kvalitu konzumních vajec. Podobnou studii vypracoval také Karkulín (2006), který srovnával účinky obohacených a konvenčních klecových systémů ustájení. Uvádí, že podle těchto poznatků a indexů tyto obohacené technologie velmi pozitivně působí na kvalitu vaječné skořápky a růst peří u nosnic. Právě tyto obohacené klece pro slepice nosného typu skýtají větší možnosti volného a svobodného pohybu při menší koncentraci nosnic na určitou plochu. Volný pohyb nosnic má za následek lepší využívání minerálního vápníku v organismu. Důsledkem toho má vaječná skořápka mnohem větší kompaktnost a tloušťku, což může být znát hlavně ve druhé polovině snáškového cyklu. Nižší koncentrace nosnic také zvyšuje dobrou kondici, snižuje kanibalismus a agresivní vytrhávání ptačího peří.

Způsob ustájení slepic nosného typu má také určitý vliv na mikrobiální znečištění a kontaminaci vaječné skořápky. Vejce z klecových chovů jsou většinou nejméně kontaminovaná. Nejvíce bývají znečištěná z alternativních systémů ustájení. Čím je na vaječné skořápce více povrchu znečištěného, tím lze předpokládat větší průnik a výskyt mikroorganismů do vnitřního obsahu slepičího vejce přes kutikulu, skořápku i podskořápečné blány (Tůmová et al. 2010). Vejce z podestýlkových typů ustájení jsou více náchylná k vyšším úrovním mikrobiální kontaminace, projevuje se u nich větší výskyt abnormalit a povrchových vad. Kvůli oslabené vrstvě dochází k mikrobiální infekci vaječného obsahu (Ledvinka et al. 2012). U slepičích vajec snesených v podestýlkových systémech ustájení je zpozorována i přítomnost bakterií, především streptokoků. Vysoký výskyt mikrobiálního znečištění je zčásti zapříčiněn znečištěnými běháký a spodními partiemi těla slepic (Ledvinka et al. 2008). U výzkumu Sekeroglu et al. (2010) se určovaly rozdíly mezi systémy ustájení na hluboké podestýlce, klecových chovech a volném výběhu. Uvádí, že znečištění a kontaminace vaječné skořápky s aerobními bakteriemi bylo zaznamenáno u alternativních systémů ustájení oproti klecovým chovům slepic. Dokazující nebyly výsledky u indexu vejce, snášky ani u barvy skořápky. S tímto výzkumem se shodují i De Reu et al. (2008). Další autoři (De Vylder et al. 2011; Jones et al. 2011; Gondek et al. 2013) mají shodný názor. Konstatují, že úplně nejnižší stupeň vniknutí choroboplodných zárodků přes vaječnou skořápku, v porovnání s ostatními odlišnými systémy, vykazovala vejce z klecových typů chovu. Ty se tak zdají být jako jedny z nejbezpečnějších systémů ustájení z pohledu kontaminace patogenními mikroorganismy. S tímto se neztotožňuje Jelínek (1996), který konstatuje, že stres a různé faktory způsobené typem ustájení vedou u slepic nosného typu chovaných v klecových chovech k zeslabení vrstvy vaječné skořápky, a to hlavně v konečné fázi snášky. Vejce od slepic nosného typu, které jsou chovány v podestýlkových chovech mají pevnější vaječnou skořápku

V určitých výzkumech hraje významnou a neopomíjenou roli i celková koncentrace prachových částic ve vzduchu. V klecových typech ustájení je pozorován velmi malý počet prachových částic. V alternativních chovech jsou tyto koncentrace prachu vyšší čtyřikrát

až pětkrát. Mezi kontaminací bakteriálního znečištění a prašností na vaječné skořápce je potvrzena pozitivní vysoká korelace (Ledvinka et al. 2008).

Englmaierová et al. (2014) při pokusech na technologickou hodnotu a kvalitu konzumních vajec došli k závěru, že vyšší kvalita slepičích vajec je v klecových chovech ustájení a ve voliérách než na hluboké podestýlce. Vniknutí choroboplodných zárodku do vnitřního obsahu slepičích vajec přes vaječnou skořápku dochází v alternativních systémech ustájení. Právě obohacené klece nadzdvihují jako tu nejvhodnější variantu systému ustájení v poměru velmi vysoké snášky a dobré kvality konzumních vajec. Facchinelli et al. (2013) uskutečnili výzkum, který neměl průkazné výsledky. Uvádí, že každé plemeno slepic nosného typu se nehodí do úplně všech systémů ustájení z důvodu produkce a kvality konzumních vajec. Zdůraznili, že je potřeba uskutečnit další výzkumy, které mohou určit schopnost přizpůsobení slepic nosného typu na různorodé technologie ustájení a prozkoumat, ve kterých systémech ustájení jsou konzumní vejce nejkvalitnější.

Pokludová et al. (2003) srovnávali vliv různých technologických systémů ustájení v chovu slepic nosného typu na kvalitu jejich konzumních vajec. Nízká hmotnost slepičích vajec u klasických klecových chovů je zlepšená vysokou intenzitou snášky. Z konečných výsledků je potvrzeno, že chovem nosnic v obohacených klecích nedošlo k velkému působení na kvalitu snesených vajec.

4 Závěr

- Chov slepic nosného typu je v současné době v České republice jedním z nejrozšířenějších odvětví živočišné výroby za významem produkce konzumních vajec. Směřování chovu hospodářských zvířat u nás i v Evropské unii má vliv na určité vnější a vnitřní faktory. Ty participují na souhrnnou užitečnost nosnic, technologickou hodnotu konzumních vajec a kvalitu produkce. Zabývají se i základními podmínkami života, zdraví zvířat a jejich celkovou pohodou, tj. welfare.
- Z ekonomického pohledu je považován za nejprospěšnější systém ustájení v chovu slepic nosného typu klecový chov. V chovu nosných slepic v klecových systémech více převyšují klady, jako jsou například lepší zdravotní stav nosnic, vysoká činnost a produktivita práce, velká produkce konzumních vajec z 1 m² podlahové plochy. Dle většiny výzkumů mají slepičí vejce z klecového systému ustájení větší kvalitu a technologickou hodnotu vaječného obsahu. V klecových chovech je minimální kontakt nosnic s trusem. Plocha vajec je z tohoto důvodu méně znečištěná. Nedochozí k vniknutí choroboplodných bakteriálních patogenů přes vaječnou skořápku do vnitřního obsahu vejce. Nevýhodou je větší procento výskytu slepičích vajec s porušenou vaječnou skořápkou. Ve srovnání s alternativními systémy ustájení jako jsou například podestýlkové chovy, jsou celkové výrobní náklady na jedno slepičí vejce znatelně nižší. Důvodem je vysoká hustota osazení haly, vynikající konverze krmiv a minimální počet úhynu jedinců. Obohacené klece jsou vhodným kompromisem mezi vysokou užitečností a welfare slepic nosného typu. Tento typ ustájení má pro ně značné výhody, jako jsou možnosti přirozeného chování, dostatečný životní prostor pro volnější pohyb a tím i jejich velmi dobrý zdravotní stav. Obohacené klece se tedy zdají být jedním z nejvhodnějších systémů ustájení.
- Méně ekonomicky výhodné, a to kvůli vysokým nárokům na prostor, jsou alternativní způsoby chovů. Mají však i pár svých výhod, jako je například vysoká průměrná hmotnost konzumních vajec. Nevýhod je zde však relativně více, a to hlavně kontaminace vaječného obsahu bakteriálními patogeny, nižší pevnost a odolnost skořápky. Dále výskyt kanibalismu mezi jedinci. Ve srovnání s klecovými systémy je zde také vyšší spotřeba krmiva. Náklady na 1 vejce v alternativních systémech jsou o 30 – 40 % vyšší než v klecích.
- Ve srovnání se všemi jednotlivými typy systémů ustájení, které jsou využívány pro chov slepic nosného typu, není možné jednotně tvrdit, který z těchto systémů ustájení je tím nejlepším ze všech. V provozu každého typu chovu jsou jisté výhody i nevýhody. Při volbě výběru typu systémů ustájení nelze brát ohled jen na ekonomický směr, ale je také nutné zohlednit životní podmínky a celkovou pohodu nosnic. Důležité jsou i požadavky kupujícího spotřebitele. V zahraničí jsou nároky na prodej konzumních vajec velmi vysoké. Ve většině vyspělých zemí EU jsou kupující ochotni si připlatit za konzumní vejce z alternativních chovů. Důvodem je přirozený a volný chov slepic. V České republice se většina lidí řídí především cenou konečného

produktu. Zatím pro ně není důležité, z jakých podmínek slepičí vejce pochází. Menší část české populace má v současné době zájem vědět o způsobu chovu nosnic podrobnosti. Jejich ustájení je veřejností velmi diskutovaným tématem. Pozornost médií ulpívá na klecových typech ustájení, které jsou podle domněnek veřejnosti nehumánní. Proto dochází k nárůstu zájmu o alternativní systémy ustájení. Je zapotřebí věřit důvěryhodným zdrojům a veškeré uváděné informace si pečlivě ověřovat. Není žádoucí nechat se ovlivňovat zprávami, které nám jsou podsouvány právě masovými sdělovacími prostředky.

5 Literatura

- Adamová H. 1999. Barva žloutku. *Náš chov* **59**:10-17.
- Ahmadi F, Rahimi F. 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: *World Applied Sciences Journal* **12**:372-384.
- Al-Safar AA, Rose SP. 2002. The response of laying hens to dietary amino acids. *Worlds Poultry Science Journal*. **58**:209-234.
- Anderson KE. 2011. Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. *Poultry science* **90**:1600-1608.
- Appleby MC. 1998. Modification of laying hens cages to improve behavior. *Poultry Science*.
- Appleby MC, Hughes BO, Elson HA. 1992. *Poultry Production Systems: Behaviour, Management and Welfare*. CAB International, Oxfordshire, U.K.
- Brestenský V. 2015. Chov hospodářských zvířat. Národní poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra.
- Brodacki A, Batkowska J, Stepniowska A, Blicharska E, Drabik K. 2018. Quality and mineral composition of eggs from hens supplemented with copper-lysine chelate: *Archives Animal Breeding* **61**:109-113.
- Brouček J, Benková J, Šoch M. 2011. Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare. JU-ZF. České Budějovice.
- Campo JL, Cabezas R, Torres O, Briones IG, Alonso C. 2013. Egg quality and welfare of white-, tinted-, and brown-shell egg layers in three different non-cage housing systems. *Archiv fur Geflugelkunde* **77**:179-188.
- De Reu K, Grijspeerdt K, Rodenburg B, Tuytens F, Heyndrickx M, Zoons J, Herman L. 2008. Bacteriological eggshell contamination in cage and non-cage housing systems for laying hens: experimental studies facing an international on-farm comparison. In: *Book of abstracts „XXIIIth World's poultry congress“*. Brisbane. Australia.
- De Vylder J, Dewulf J, Van Hoorebeke S, Pasmans F, Haesebrouck F, Ducatelle R, Van Immerseel F. 2011. Horizontal transmission of *Salmonella Enteritidis* in groups of experimentally infected laying hens housed in different housing systems. *Poultry Science* **90**:1391-1396.
- Dziadek K, Gornowicz E, Czekalski P. 2003. Chemical composition of table eggs as influenced by the origin of laying hens: *Polish Journal Food and Nutrition Sciences* **12**:21-24.
- Guo YY, Song ZG, Jiao HC, Song QQ, Lin H. 2012. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in furnished cages during summer. *Animal welfare* **21**:41-49.

- Eke MO, Olaitan NI, Ochefu JH. 2013. Effect of storage conditions on the quality attributes of shell (table) eggs: Nigerian Food Journal **32**:18-24.
- Elson A. 2004. The laying hen: systems of egg production. Welfare of the laying hen. University of Bristol, United Kingdom.
- Elson HA. 2014. Housing and Husbandry of Laying Hens: past, present and future. Lohmann Information. Available from <http://www.lohmanninformation.com/> (accessed April 2014).
- Englmaierová M. 2016. Kvalita vajec slepic z různých systémů ustájení. Drůbežář – hydinář. **10**:4-5.
- 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 Sciences. **59**:345-352.
- Estermann MT. 2013. Začínáme s chovem slepic, hus a kachen. Víkend, Líbeznice.
- Facchinelli L., Valerio L., Ramsey J. M., Gould F., Walsh R. K., Bond G., Robert M. A., Lloyd A. L., James A. A., Alphey L., Scott T. W. Field Cage Studies and Progressive Evaluation of Genetically-Engineered Mosquitoes. Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002001>.
- Fanatico A. 2010. Organic Poultry production: providing adequate methionine. ATTRA NCAT.
- Filipiak-Florkiewicz A, Deren K, Florkiewicz A. 2017. The quality of eggs (organic and nutraceutical vs. conventional) and their technological properties. Poultry Science Journal **96**:2480-2490.
- Freire R, Cowling A. 2013. The welfare of laying hens in conventional cages and alternative systems: first steps towards a quantitative comparison. Animal welfare **22**:57-65.
- Gálik R. 2015. Technika pre chov zvierat. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.
- Gálik R., Švenková J., Karkulín D. 2006. The Influence of Various Technological Systems of Layers Stabling on some Characteristics of Egg Shells. International Scientific Conference **3**:218-222.
- Gondek M, Szkucik K, Belkot Z. 2013. Presence of pathogenic microorganisms on the surface of eggs from different hen-housing systems. Medycyna weteryjnaryjna **69**:374-377.
- Halaj M, Golian J. 2011. Vajce – biologické, technické a potravinárske využitie. Garmond. Nitra.
- Hejlová Š. 2001. Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků. Ivan Straka, Újezd u Brna.
- Holoubek J, Hubený M. 2002. Chov drůbeže z pohledu ekonomiky produkce, legislativních opatření, dopadů na životní prostředí a optimalizace výroby. Česká zemědělská univerzita v Praze.

- Hu FB, Manson JE, Willet WC. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *Journal of the American College of Nutrition* **20**:5-19.
- Huang,L, Li X, Wang W, Yang L, Zhu Y. 2019. The Role of Zinc in Poultry Breeder and Hen Nutrition: an Update. *Biol Trace Elem Res* **192**:308-318.
- Jacob JP, Milles RD, Mather FB. 2000. Egg quality. University of Florida extension, Institute of food and agricultural science, **24**:1-11.
- Jedlička M. 2004. Optimalizace ve výživě drůbeže. Profi Press, Praha. Available from http://www.agroweb.cz/Optimalizace-ve-vyzivedrubeze_s45x18464.html. (accessed January 2013).
- Jedlička M. 2008. Využívané technologie chovu nosnic. *Náš chov* **68**:51.
- Jedlička M. 2016. Komerční chov nosnic není legrace. *Farmář* **22**:40-41.
- Jelínek K. 1996. Defektní skořápka – jeden z problémů v produkci vajec. *Živočišná výroba* **41**:375-379.
- Jones DR, Anderson KE, Musgrove MT. 2011. Comparison of environmental and egg microbiology associated with conventional and free-range laying hen management. *Poultry Science* **90**:2063-2068.
- Kassis N, Drake SR, Beamer SK, Matak KE, Jaczynski J. 2010. Development of nutraceutical egg products with omega-3-rich oils. *LWT-Food Science and Technology*, **43**:777-783.
- 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.
- Klecker D, Zeman L, Pokludová M, Slavíčková M. 2002. Porovnání jednotlivých technologických systémů v chovu slepic. Sborník referátů. Konference "Technologické systémy v chovu drůbeže", Brno.
- Kljak K, Drdić M, Karolyi D, Grbeša D. 2012. Pigmentation Efficiency of Croatian Corn Hybrids in Egg Production. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* **7**:23-27.
- Kodeš A, Mudřík Z, Hučko B, Kacerovská L, Výmola J, Bunešová A, Dubeň M, Moravčík F, Picka J, Urban P, Lancová B, Roubalová M, Plachá B. 2003. *Základy moderní výživy drůbeže*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha
- Košar K, Koželuhová H, Procházka D. 2004. *Zásady welfare a nové standardy EU v chovech drůbeže*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha – Uhřetěves.
- Krawczyk J, Sokolowicz, Z, Szymczyk B. 2011. Effect of housing system on cholesterol, vitamin and fatty acid content of yolk and physical characteristics of eggs from Polish native hens. *Archiv fur Geflugelkunde* **75**:151-157.

- Kritchevsky SB, Kritchevsky D. 2000. Egg consumption and coronary heart disease: an epidemiologic overview. *Journal of the American College of Nutrition* **19**:549-555.
- Kulshreshtha G, Rodriguez-Navarro A, Sanchez-Rodriguez E. 2018. Cuticle and pore plug properties in the table egg. *Poultry Science Journal* **97**:1382-1390.
- Kumssa DB, Joy EJ, Ander EL, Watts MJ, Young SD, Walker S, Broadley MR. 2015. Dietary calcium and zinc deficiency risks are decreasing but remain prevalent, *Scientific Report* (10974) <https://doi.org/10.1038/srep10974>
- Lay DC, Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Kjaer JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RC, Nicol CJ, O'Sullivan NP, Porter RE. 2011. Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*. **90**:278-294.
- Ledvinka Z, Tůmová E, Štolc L. 2008. Užítkovost nosnic a kvalita vajec v různých systémech chovu: metodika pro praxi. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.
- Ledvinka Z, Tůmová E, Zita L, Skřivanová E. 2011. Chov drůbeže I. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Ledvinka Z, Zita L, Klesalová L. 2012. Egg quality and some factors influencing it. *Scientia Agriculturae Bohemica*. **43**:46-52.
- Ledvinka Z, Zita L, Tůmová E. 2009. Vybrané kapitoly z chovu drůbeže. Powerprint s.r.o., Praha 6.
- Leeson S, Summers JD. 2001. *Scott's nutrition of the chicken*. University books. Canada.
- Leyendecker M, Hamann H, Hartung J, Kamphues J, Ring C, Glünder G, Ahlers C, Sander I, Neumann U, Distl O. 2001. Analysis of genotype environment interactions between layer lines and housing systems for performance traits, egg quality and bone strength. 2nd communication: Egg quality traits. *Züchtungskunde* **73**:308-323.
- Lolli S, Hidalgo A, Alamprese C, Ferrante V, Rossi M. 2013. Layer performances, Eggshell Characteristics and Bone Strength in three Different Housing Systems. *Biotechnology in Animal Husbandry* **29**:591-606.
- Matoušek V. 2013. Chov hospodářských zvířat II. JU ZF, České Budějovice.
- Matt D, Veromann E, Luik A. 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research* **7**:662-667.
- Melo J, Ferreira FS, Labre da Silva T. 2019. Nutritional quality and functional lipids in the free-range egg yolks of Brazilian family farmers. *Revista chilena de nutrición* **46**:420-428.
- Mine Y. 2008. *Egg bioscience and biotechnology*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Mohan B., Mani V., Nagarian S. 1991 Effects of different housing systems on the physical qualities of commercial chicken eggs. *Indian Journal of Poultry Science*. **26**:130-131.

- Molnar A, Maertens L, Ampe B, Buyse, J, Zoons J, Delezie E. 2018. Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens. *Poultry Science* **97**:88-101.
- Naber EC. 1979. The effect of nutrition on the composition of eggs, *Poultry Science Journal*. **58**:518–528.
- Nain S, Renema RA, Korver DR, Zuidhof MJ. 2012. Characterization of the n-3 polyunsaturated fatty acid enrichment in laying hens fed an extruded flax enrichment source, *Poultry Science Journal* **91**:720–1732.
- Narvaez VMV, Garcia MC, Martinez AP, Alcorta MG, Oporta MES. 2011. Egg production, eggshell quality and profitability of laying hens during first cycle with levels of calcium and available phosphorus. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. **2**:69-83.
- Nys Y. 1999. Nutritional factors affecting eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science* **44**:135-143.
- Nys Y, Bain M, Van Immerseelet F. 2011. Improving the safety and quality of eggs and eggs products, Woodhead Publishing Limited, Sawston, Cambridge, UK.
- Oliveira DA, Benelli P, Amante ER. 2013. A literature review on adding value to solid residues: egg shells. *Journal of cleaner production* **46**:42-47.
- Pavel I, Tuláček F. 2006. Vzorník plemen drůbeže. Český svaz chovatelů, Brno.
- Pavlovski Z, Hopic S, Vracar S, Masic B. 1994. The effect of housing system on external egg quality trans flaks of layers. *Biotechnol. Stocar* **10**:13-19.
- Perry GC. 2004. Welfare of the laying hen. CABI Pub. Poultry science symposium. Wallingford.
- Peter V. 1986. Chov hydiny. Příroda, Bratislava.
- Philippe FX, Mahmoudi Y, Cinq-Mars D, Lefrancois M, Moula N, Palacios J, Pelletier F, Godbout S. 2020. Comparison of egg production, quality and composition in three production systems for laying hens. *Livestock Science – Journal (UNSP 103917)* DOI: 10.1016/j.livsci.2020.103917.
- Pokludová M, Hrouz J, Klecker D. 2003. Vliv jednotlivých technologických systémů na vybrané kvalitativní ukazatele vajec. Dostupné z <http://docplayer.cz/107798067-Influence-of-particular-technological-systems-on-selected-qualitative-parameters-of-eggs.html> (přístup 2019).
- Prombergerová I. 2012. Drůbež na vašem dvoře. Brázda, Praha.
- Přikryl M. et al. 2012. Chov nosnic pro produkci konzumních vajec: technologické systémy uplatňující standardy pro ochranu nosnic. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.
- Puyalto M, Mallo J. 2014. Nutrition of laying hens plays a major role in maintaining egg quality. *International Poultry Production*. **22**:15-17.

- Rakonjac S, Bogosavijević-Bošković S, Pavlovski Z, Škrbić Z, Dosković V, Petrović M, Petričević V. 2014. Laying hen rearing systems: a review of major production results and egg quality traits. *World's Dricken Science Journal*, **70**:93-104.
- Rodenburg TB, Tuyttens FA, Sonck B, De Reu K, Herman L, Zoons J. 2005. Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *Journal Applied Animal Welfare Science* **8**:211-226.
- 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**:1739-1744.
- Senbeta EK, Zeleke NA, Molla YG. 2015. Chemical composition and microbial loads of chicken table eggs from retail markets in urban settings of Eastern Ethiopia. *Journal of Advanced Veterinary Research* **2**:404–409.
- Seuss-Baum I. 2005. Nutritional evaluation of egg. *Bioactive egg compounds*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany **85**:117–122
- Simeonovová J, Míková K, Kubišová S, Ingr I. 2001. Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno.
- Simons P. 2017. *Egg signals a practical guide to improving egg quality*. Roodbont Publishers B. V. The Netherlands.
- Skřivan M, Tůmová E, Vondrka K, Dousek J, Lancová B, Ouředník J, Oplt J. 2000. *Drůbežnictví 2000*. Agrospoj. Praha.
- Sparks N. 2006. The hen's egg - is its role in human nutrition changing? *Worlds Poultry Science Journal* **62**:308-315.
- Steinhauserová I, Simeonovová J, Nápravníkov E, Tremlová B. 2003. *Produkce a zpracování vajec, drůbeže a medu*. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno.
- Szablewski T, Gornowicz E, Stuper-Szablewska K, Kaczmarek A, Cegielska-Radziejewska R. 2013. Mineral composition of contents in table eggs from autochthonous hen breeds bred under ecological conditions. *Zywnosc – Nauka technologia jakosc* **5**:42-51.
- Szymanek E, Andraszek K, Banaszewska D. et al. 2019. Content of selected inorganic compounds in the eggs of hens kept in two different systems: organic and battery cage. *Archives Animal Breeding* **62**:431-436.
- Šarapatka B, Urban J. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO*, Šumperk.
- Šonka, F, Petržílka S, Zadina J, Horák F, Duben J. 2006. *Drobnochovy hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha.
- Tang SGH, Sieo CC, Kalavathy R, Saad WZ, Yong ST, Wong HK, Ho YW. 2015. Chemical Compositions of Egg Yolks and Egg Quality of Laying Hens Fed Prebiotic, Probiotic, and Synbiotic Diets. *Journal of Food Science*. **80**:1686-1695.

- Tauson R. 2005. Management and housing systems for layers – effect on welfare and production. *Worlds Poultry Science Journal*. **61**:477-490.
- Tůmová E. 2007. Vliv systému ustájení a výživy na kvalitu masa a vajec drůbeže. Vědecký výbor výživy zvířat. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha.
- Tůmová E. 2013. Vliv systému ustájení na kvalitu vaječné skořápky, obsah minerálních látek ve skořápce a krevním séru. *Veterinářství*. **63**:292-294.
- Tůmová E. 2014. Genetické zdroje králíků, drůbeže a nutrií, jejich užitkové vlastnosti a možnosti využití. Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., Praha Uhřetěves.
- Tůmová E, Ebeid T. 2003. Effect of housing system on performance and egg quality characteristics in laying hens. *Scientica Agriculturae Bohemica*. **34**:73-80.
- Tůmová E, Englmaierová M, Ledvinka Z, Dlouhá G. 2010. Mikrobiální kontaminace vajec z klecového a podestýlkového chovu. Certifikovaná metodika; Výstup z řešení výzkumného záměru MŠMT MSM 604 607 0901 a výzkumného záměru MZe 0002701404.
- Valenzuela A, Rincón MÁ, Valenzuela R. 2016. Nikolai Anichkov and one hundred years of the hypothesis about cholesterol and atherogenesis. *Review Child Nutrition* **43**:416-419.
- Valenzuela R, Tapia G, González M, Valenzuela A. 2011. Omega-3 fatty acids (EPA and DHA) and its application in diverse clinical situations. *Review Child Nutrition* **38**:356-367.
- Van den Brand H, Parmentier HK, Kemp B. 2004. Effects of housing system (outdoor vs. cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science*. **45**:745-752.
- Varguez-Montero G, Sarmiento-Franco L, Santos-Ricalde R, Segura-Correa J. 2012. Egg production and quality under three housing systems in the tropics. *Tropical animal health and production*. **44**:201-204.
- Vašák P. 2008. Drůbež a její chov v ilustracích Pavla Procházky. Aventinum, Praha. 2008.
- Vits A, Weitzenburger D, Distl O. 2005. Comparison of different housing systems for laying hens in respect to economic, health and welfare parameters with special regard to organized cages. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr*. **112**:332-342.
- Wall H, Tauson R. 2002. Egg quality in furnished cages for laying hens – Effects of crack reduction measures in hybrids. *Poultry Science*. **81**:340-348.
- Wall H. 2011. Production performance and proportion of nest eggs in layer hybrids housed in different designs of furnished cages. *Poultry Science*. **90**:2153-2161.
- Walters M. 2007. Ptačí vejce. Euromedia Group, k. s. - Knižní klub. Praha.
- Weeks C, Butterworth A. 2004. Measuring and auditing broiler welfare. CABI Wallingford, Oxfordshire, UK.

- Weimer SL, Robinson CI, Tempelman RJ, Jones DR, Karcher DM. 2019. Laying hen production and welfare in enriched colony cages at different stocking densities. *Poultry Science* **98**:3578-3586.
- Yoruk MA, Gul M, Hayirli A, Karaoglu M. 2004. Laying performance and egg quality of hens supplemented with sodium bicarbonate during the late laying period. *International Journal of Poultry Science* **3**:272-278.
- Zaheer K. 2015. An Updated Review on Chicken Eggs: Production, Consumption, Management Aspects and Nutritional Benefits to Human Health. *Food and Nutrition Sciences* **6**:1208-1220.
- Zaheer K. 2017. Hen egg carotenoids (lutein and zeaxanthin) and nutritional impacts on human health: a review. *CYTA-J Food* **15**:474-487.
- Zapletal D, Macháček M. 2015. Chov hospodářských zvířat. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno.
- Zelenka J, Heger J, Zeman L. 2007. Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno.
- Zelenka J, Zeman L. 2006. Výživa a krmení drůbeže. Biofaktory Praha. Praha.
- Zimová S. 2017. Stavby a užitkovost drůbeže 2017. Mezinárodní testování drůbeže Ústrašice. Ústrašice.

