

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



Chov slepic nosného typu v různých systémech chovu

Bakalářská práce

Autor práce: David Martínek

Obor studia: Živočišná produkce

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

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Chov slepic nosného typu v různých systémech chovu“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 04. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D. za jeho trpělivost, odborný dohled a cenné rady, které mi velice pomohly při zpracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat mé přítelkyni za její trpělivost, podporu a pomoc po celou dobu mého studia. Velký dík také patří mým rodičům a babičce, kteří mě podporovali a snažili se mi pomoci, jak jen mohli.

Chov slepic nosného typu v různých systémech chovu

Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo soustředit odbornou, ale především vědeckou literaturu týkající se různých systémů chovu slepic nosného typu s ohledem na jejich užitkovost a kvalitu produkce.

Slepice jsou chovány v obohacených klecích, které jsou v současnosti nejrozšířenějším systémem chovu slepic, a v chovech alternativních, které upřednostňují welfare zvířat navzdory ekonomické stránce chovu. Mezi alternativní způsoby chovu slepic patří chov ve voliérách, chov na podestýlce, chov výběhový a samostatně pak chov ekologický. Co se ekonomiky chovu týče, výhodnějšími se jeví systémy klecové (vysoká produktivita práce, lepší zdravotní stav slepic, vyšší produkce vajec, vyšší hygiena produkce). Nevýhodou klecových chovů je vyšší výskyt vajec s poškozenou skořápkou a špatná pohoda zvířat. Z pohledu welfare zvířat se jeví výhodnějšími systémy alternativní, které nosnicím umožňují volný pohyb a projevit své přirozené chování. Mezi přirozené chování slepic patří popelení, běhání a létání, slepicím je rovněž umožněno hřadování, hrabání a snášení vajec v hnízdech. V alternativních systémech mají slepice také dostatek napájecího a krmného prostoru. Nevýhodou alternativních systémů ustájení je vyšší stres působící na nosnice, vyšší výskyt kanibalismu, horší zdravotní stav nosnic a výskyt vajec se znečištěnou skořápkou.

V některých zemích EU dochází k rychlému zvyšování produkce vajec z alternativních chovů, zatímco v České republice se stále využívají hlavně systémy klecové, vývoj se posunuje kupředu jen velmi pomalu. Příčinu je možné hledat jednak v nedostatečné poptávce ze strany českých spotřebitelů, jejímž důvodem může být vysoká cena vajec z alternativních chovů, nebo v samotných chovatelích, kteří se obávají vysokých nákladů na chov, nemají dostatek zkušeností nebo dostatečné zázemí vyhovující alternativnímu chovu. I přes nižší poptávku po těchto vejcích, je spotřebitelé vnímají jako zdravější a chutnější. Dlouhodobým pozorováním bylo dokázáno, že systém ustájení úzce souvisí s užitkovostí a kvalitou vajec. Systém ustájení má vliv na snášku, spotřebu krmiva, úhyn nosnic, na hmotnost vajec, na kvalitu skořápky, její tloušťku a pevnost, na kvalitu vaječného obsahu a na mikrobiální kontaminaci vajec.

Klíčová slova: slepice; klecový chov; podestýlka; voliéry; ekologické chovy

Breeding of laying hens in different housing systems

Summary

The aim of the bachelor thesis was to concentrate expert, but mainly scientific literature on various housing systems of laying hens regarding their performance and production quality.

The hens are kept in enriched cages, which are currently the most widespread housing system, and in the alternative housing systems that favor animal welfare. Alternative housing systems include aviaries, litter, free range and separately organic farming. As far as the farming economy is concerned, cage systems (high labor productivity, better health of hens, higher egg production, higher production hygiene) are more favorable. The disadvantages of cages are the higher incidence of eggs with damaged eggshell and poor animal welfare. From the perspective of animal welfare, alternative systems appear to be preferable, allowing the hens to move freely and show their natural behavior. The natural behavior of hens is dust bathing, running and flying, hens are also allowed to roost, rake and lay eggs in their nests. In alternative housing systems, hens also have enough space for feeding. The disadvantages of alternative housing systems are higher stress of laying hens, higher presence of cannibalism, poor health of laying hens and higher appearance of eggs with contaminated shells.

In some EU countries, there is a rapid increase in the production of eggs from alternative housing systems, while in the Czech Republic mainly cage systems are still used, the development is moving very slowly. The cause can be found in both, in the lack of demand from Czech consumers, which may be due to the high price of eggs from alternative housing systems, or in the breeders themselves, who fear high breeding costs, have insufficient experience or facilities for alternative breeding. Despite the lower demand for these eggs, consumers consider them as healthier and tastier. Long-term observation has shown that the housing system is closely related to the performance and quality of eggs. The housing system affects laying, feed consumption, mortality, egg weight, eggshell quality, thickness and strength, egg content quality and microbial contamination of eggs.

Keywords: hens; cage housing system; litter; aviaries; organic farming

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Úvod do historie chovu drůbeže.....	11
3.2 Chov slepic nosného typu	12
3.2.1 Požadavky na prostředí	13
3.2.2 Základy výživy a krmení	16
3.2.3 Systémy chovu slepic nosného typu	23
3.2.3.1 Klecové systémy ustájení	24
3.2.3.2 Alternativní systémy ustájení	25
3.3 Užítkovost a zdravotní stav slepic v různých systémech ustájení.....	29
3.4 Kvalita vajec slepic v různých systémech ustájení.....	31
3.4.1 Složení vejce	31
3.4.2 Kvalita vajec ve vztahu k systému ustájení	34
4 Závěr.....	37
5 Seznam literatury	39

1 Úvod

Chov drůbeže je rozšířen po celém světě. Drůbež je chována za účelem produkce drůbežního masa a produkce vajec. Vejce slouží k reprodukci, k zachování druhu a slouží taky jako potravina pro člověka. Látky, obsažené ve vejci, slouží jako zdroj živin pro nového jedince do doby jeho vylíhnutí.

Vejce dnes patří mezi jedny z nezákladnějších a nejvíce využívaných potravin. Jsou snadno stravitelná a mají velkou výživovou hodnotu. Jejich spotřeba se neustále zvyšuje, v souvislosti s tím, se zvýšila také jejich celosvětová produkce. Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství (FAO) předpokládá, že v roce 2030 bude celosvětová produkce vajec téměř 90 miliónů tun.

Vejce patří mezi potraviny s nejvyváženějším obsahem nutričně významných látek. V sušině vajec jsou v největší míře zastoupeny bílkoviny a tuky, dále obsahují vitamíny a minerální látky. Obsahují všechny důležité aminokyseliny, a to ve velmi příznivém poměru. Vaječné bílkoviny se řadí mezi ty vůbec nejkvalitnější, jsou kvalitnější než bílkoviny, které lze nalézt v masě či v mléce. Tyto bílkoviny obsahují velké množství esenciálních aminokyselin, které si lidské tělo nedokáže vytvořit. Nelze opomenout ani lipidy a mastné kyseliny, které se nacházejí ve vaječném žloutku. Přibližně 1/3 lipidů tvoří doprovodné látky, obsahující lecitin a cholesterol (200 mg/ks). Svě využití ale nachází i v různých odvětvích průmyslu, zejména v potravinářském nebo farmaceutickém.

Nejvýznamnější podíl v produkci vajec zaujímají vejce slepičí. Česká republika je v produkci konzumních vajec z 85,7 % soběstačná. Dle odhadu MZe bude za rok 2019 Česká republika v produkci konzumních vajec soběstačná z 86,6 %. Zbylá část, jež producenti vajec v České republice nepokrývají, je řešena dovozem vajec ze zahraničí. V České republice, v roce 2018, byl průměrný stav nosnic v užitkových chovech ve výši 9,2 mil. ks, z toho v zemědělském sektoru bylo chováno 4,9 mil. ks nosnic (53,3 %), v domácích hospodářstvích bylo chováno 4,3 mil. ks nosnic (46,7 %). V Evropské Unii je největším producentem vajec Francie, mezi další významné producenty patří Itálie, Německo, Španělsko, Velká Británie a Nizozemsko. Česká republika produkuje asi 3,5 % z celkové produkce Evropské unie. Celková produkce konzumních vajec včetně domácích hospodářství činila za rok 2018 v České republice 2,293 mil. kusů. MZe odhaduje, že za rok 2019 bude celková produkce konzumních vajec 2,4 mil. kusů. Z hlediska světové produkce trh s vejci dlouhodobě ovládá Asie. Jednoznačně největším producentem je Čína s více než 36% světovou produkcí vajec, na druhém místě se nachází USA. Mezi další významné světové producenty patří Indie, Mexiko, Japonsko, Rusko a Brazílie. Spotřeba vajec je v České republice kolem 242 – 254 ks na osobu za rok. V 90. letech byla spotřeba až 350 ks na osobu za rok. V posledních letech se zvyšují nároky spotřebitelů na kvalitu potravin, to s sebou nese také vyšší nároky na chovatele drůbeže.

Mezi nejvýznamnější vnitřní faktory, mající zásadní vliv na kvalitu vajec, patří zejména genotypová příslušnost nosnice, její věk a zdravotní stav. Z nejdůležitějších vnějších faktorů, ovlivňujících kvalitu vajec, je třeba zmínit především výživu (složení krmné směsi), podmínky prostředí, typ ustájení a v neposlední řadě také podmínky uskladnění vajec. Životní podmínky byly stanoveny s ohledem na welfare drůbeže ve směrnici Evropské komise 1999/74 ES ze dne 19. července 1999, která stanovuje minimální požadavky na ochranu

nosnic. Tato směrnice zakazuje od 1. ledna 2012 chov nosnic v konvenčních (neobohacených) klecích ve všech státech Evropské unie. Směrnice dále specifikuje povolené způsoby ustájení drůbeže při chovu. V současné době lze používat buď obohacené klece, nebo alternativní systémy ustájení, které jsou ke zvířatům šetrnější, respektují volný pohyb nosnic, umožňují popelení, běhání a létání. Nevýhodou je větší stres u nosnic z důvodu sociálního složení hejna a obtížnějšího přístupu ke krmivu a vodě. Mezi alternativní systémy ustájení se řadí zejména voliéry a podestýlkové chovy. Podestýlkové chovy mohou být spojené s venkovním výběhem. Kromě již zmíněných systémů je důležité zmínit také chovy ekologické a chov drůbeže u drobných chovatelů.

Systémy ustájení drůbeže prošly v posledním století řadou změn. Na počátku minulého století byla drůbež chována v malých hejnech ve výbězích, často spolu s jinými druhy hospodářských zvířat. Se začátkem specializace chovů se zvýšila velikost hejna, slepice byly chovány především na podestýlce s přístupem do výběhu. Vyšší koncentrace zvířat měla za následek výskyt parazitárních onemocnění, díky kterým docházelo ke zhoršení zdravotního stavu zvířat. Proto se začaly vytvářet roštové podlahy, které měly za úkol separovat slepice od trusu. V třicátých letech minulého století byly v USA vyvinuty první klece pro slepice, dřevěné s drátěnou roštovou podlahou. Když se na začátku čtyřicátých let dostaly do Evropy, byly již drátěné. Stále ale převažoval chov na podestýlce. Až během padesátých a šedesátých let se slepice postupně přemístily do klecových systémů. Nejdříve to byly klece individuální, na začátku padesátých let se staly populární klece pro 2 slepice, které byly v krátké době nahrazeny skupinovými klecemi. Tento trend pokračoval i v šedesátých a sedmdesátých letech. Způsob chovu nosnic v zemích EU se každoročně mění směrem k alternativním technologiím, nyní zaujímá klecový chov nosnic asi 55 %. Na druhém místě se nachází podestýlkový chov s 25 %, dále výběhový chov (15 %) a ekologický chov (5 %).

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo soustředit odbornou, ale především vědeckou literaturu týkající se různých systémů chovu slepic nosného typu s ohledem na jejich užitečnost a kvalitu produkce.

3 Literární rešerše

3.1 Úvod do historie chovu drůbeže

První zmínky týkající se chovu slepic nosného typu pocházejí z období říše římské, kde došlo k vytvoření plemene, které se využívalo výhradně k produkci vajec. S úpadkem Římské říše došlo i k úpadku záměrného chovu nosnic. Mnohem větší význam chovu slepic byl v chudých oblastech, kde se slepice využívaly jako platidlo za užívání půdy (Elson 2011).

Appleby et al. (1992) konstatují, jak se v průběhu 20. století vyvíjel chov nosnic. Slepice byly ustájeny především na smíšených farmách spolu s ostatními zvířaty. Několik málo specializovaných podniků chovalo slepice ve speciálních příbytcích ve větších hejnech. V důsledku větší koncentrace zvířat se začaly vyskytovat parazitární onemocnění, která zhoršovala zdravotní stav zvířat. Řešením tohoto problému byly roštové podlahy, které měly za úkol oddělit slepice od trusu a tím zamezit přenosu těchto nemocí. Nevýhodou tohoto systému se však ukázal výskyt ozobávání a kanibalismu.

Po válce se slepice chovaly pastevním způsobem, z důvodu nedostatku krmiva. V roce 1912 byla v Londýně založena Mezinárodní asociace pro drůbež, později byla přejmenována na Světovou drůbežářskou vědeckou asociaci (WPSA). Tehdejší volný extenzivní chov se velmi lišil od současného chovu. Slepice byly chovány na pastvinách o hustotě 250 kusů na jeden hektar, kde se nacházely mobilní dřevěné domky (odchovny) s roštovou podlahou, které sloužily pro hřadování, hnízdění a jako skryš před predátory. Tyto malé mobilní drůbežárny se skládaly ze dvou domků, které byly spojeny pletivem, tak vznikl malý ohraničený prostor pro výběh. Po vypásání se dřevěné domky přemístili na jinou nevypásanou část území. Slepice měly ve venkovním výběhu vodu, krmivo a písek (Robinson 1961).

Od roku 1925 se stal populárním polointenzivní systémem ustájení, kde hustota nosnic byla 750 kusů na hektar. Zde se také nacházely domky (odchovny), které byly pevné s omezenou pastvou. Nosnice měly v odchovných dostatek prostoru, trávily v nich více času než ve výběhu, a to zejména v zimním období. Při něm bylo vyzorováno, že na snášku vajec má vliv délka světelného dne. V poválečném období byl nedostatek krmiva, což přímo ovlivnilo snášku vajec. V roce 1953 se zvýšila poptávka po vejcích, kterou zapříčinilo ukončení přidělového systému potravin. Volný systém ustájení postupně nahrazoval chov nosnic na hluboké podestýlce, který s sebou nesl zdravotní rizika (Elson 2011).

Tůmová (2007) uvádí, že v průběhu 30. let minulého století se začal rozvíjet systém ustájení v konvenčních klecích, které byly vynalezeny v USA. Klecové systémy vykazovaly vysokou produkci vajec, ale nezajišťovaly dobré životní podmínky zvířat, velice často docházelo ke zranění až k úhynu zvířat, ale klece zlepšily hygienu a parazitární onemocnění téměř vymizela. Postupně se konstrukce klecí upravila tak, aby vyhovovala požadavkům slepic. Od druhé poloviny 20. století byly nosnice postupně přemísťovány z výběhů a hal s podestýlkou do klecí. Původní klece byly individuální, později pro 2 slepice a následně skupinové.

Co se týče chovu drůbeže u nás, ani po vzniku Československé republiky, v roce 1918, velké drůbeží farmy neexistovaly. Zušlechťování drůbeže tedy probíhalo v malochovech.

Podporovala jej Česká zemědělská rada, která zajistila uskutečnění první soutěže snášky slepic, která proběhla v roce 1923 v Uhříněvsi. V soutěžích, které se pořádaly, až do roku 1939 se prověřovala užitkovost různých plemen slepic. Na zušlechťování jednotlivých plemen dohlížely drůbežnické spolky. V předválečných letech u nás tvořilo drůbežnictví jen malý podíl z celkové hrubé produkce zemědělské výroby. V roce 1936 to bylo 3,6 %. Spotřeba vajec činila 138 kusů na 1 obyvatele za rok. V šedesátých letech se začala dovážet hybridní drůbež. Prvně pro výkrm brojlerových kuřat, později i pro produkci vajec. Začala spolupráce se zahraničními šlechtitelskými podniky. V roce 1961 byl vytvořen podnik pro šlechtění drůbeže v Chrustenicích. Později byl spojen s o.p. Xaverov, zabývající se šlechtěním slepic masného typu, a začleněn do Drůbežářského průmyslu, koncern Praha. V osmdesátých letech se úroveň výroby vajec blížila stavu ve vyspělých zemích, avšak chyběl dostatek prostředků pro zavedení nových technologií. Po roce 1990 dokázaly podniky plně pokrýt spotřebitelskou poptávku po vejcích (Kulovaná 2001).

3.2 Chov slepic nosného typu

Mezi základní užitkové vlastnosti drůbeže patří produkce vajec. Obecně se tato užitková vlastnost drůbeže nazývá pojmem nosnost. Její podstatou je schopnost samic ptáků snášet vejce. Slepice, které se chovají za účelem produkce vajec, se nazývají nosnice. Nosnice jsou tedy samice kura domácího, nosného užitkového typu, které se chovají pro produkci konzumních vajec. Snáška u slepic začíná dle plemene (hybrida) přibližně v 19. týdnu věku, kdy nosnice dosahuje pohlavní dospělosti (Lichovníková 2015).

V chovu slepic nosného typu se využívá několik systémů ustájení. Voliérový chov, podlahový chov, výběhový chov a chov slepic v klecích, který se dále dělí dle použití na chov v neobohacených klecích, které jsou v EU od 1. 1. 2012 zakázány, a chov v obohacených klecích (Košář et al. 2004).

Záměrným procesem šlechtění, kde se využívalo křížení různých linií, vznikly slepice nosného typu. Cílem tohoto procesu bylo vyšlechtit slepici s maximální snáškou vajec. Snáška je nejdůležitější vlastností z hlediska užitkovosti nosných plemen a vyjadřuje počet snesených vajec za určité období. Počet snesených vajec, jejich hmotnost a kvalita nám pak definují samotnou míru produkce vajec v chovu. V našem zeměpisném pásmu je snáška silně ovlivněna ročním obdobím. Takto vyšlechtěná nosná slepice snese minimálně 280 vajec za rok. Spotřeba krmiva na jedno vejce je 138 g a vejce mají průměrnou hmotnost okolo 60 g. Nosnice jsou pro snášku vajec využívány po dobu 11 – 14 měsíců. Produkce vajec a doba, po kterou nosnici využíváme ke snášce, závisí na mnoha faktorech. Patří mezi ně, mimo jiné, genotyp, výživa, mikroklimatické podmínky a systém ustájení. Slepice začíná snášet mezi 20-30 týdnem věku (Anonym 2013).

Blair (2008) uvádí, že v chovu slepic nosného typu se využívají vícelinioví užitkoví hybridní. Záměrným šlechtěním byly získány dvě velké skupiny hybridů, dělí se podle toho, jaká vejce snáší. Rozlišujeme bělovaječné a hnědovaječné nosnice. Rozdíl mezi těmito dvěma typy souvisí s genetickým založením. Většina těchto vyšlechtěných nosných hybridů má mohutnější stavbu těla, než jakou by měla ve volné přírodě původní plemena. Především proto jsou tyto nosnice schopné vyprodukovat až desetinásobný počet vajec oproti jedincům žijícím ve volné přírodě.

Dle Šonky (1997) je nosné plemeno slepic lehké, aktivní a čilé. Mezi nosná plemena patří např. leghornka bílá, vlaška koroptví, minorcky a další. Dále jsou to nosní hybridy jako Hisex Brown, Tetra, Shaver Starcross, ISA Brown apod.

3.2.1 Požadavky na prostředí

Odchované kuřice se přemísťují z odchovny do snáškových hal ve věku 15 – 17 týdnů, dle užitkového hybridu. To je přibližně 10 – 12 dnů před snáškou 1. vejce. Pro úspěšný chov je třeba respektovat požadavky nosnic na podmínky prostředí (Holoubek et al. 2000).

Jedním z nejdůležitějších faktorů vnějšího prostředí je teplota, která ovlivňuje počet snesených vajec, jejich hmotnost, zvláště jejich kvalitu i spotřebu krmiva (Ledvinka & Klesalová 2003). Drůbež je velmi citlivá na kolísání teplot vnějšího prostředí, důvodem je odlišnost mechanismů regulace tělesné teploty u ptáků oproti savcům. Ptákům chybí schopnost pocení, kterým se savci zbavují 40 – 90 % přebytečného tepla. Díky pokryvu povrchu těla peřím je značně omezena také regulace výdeje tepla kůží (Želinská et al. 2012). Nosnice během snášky vykazují značnou toleranci k mírnému kolísání teploty v hale, aniž by to ovlivnilo její snášku. Avšak rychlé a vysoké výkyvy teplot produkci snižují (Integra 2011). Teplotně neutrální zóna je u drůbeže v rozpětí 13 – 24 °C (Brouček et al. 2008). Dle Ledvinky & Klesalové (2002) je optimální teplota pro nosnice mezi 20 – 22 °C. Dále uvádějí, že nižší teploty jsou výhodnější pro chov na podestýlce, zatímco vyšší teploty jsou výhodnější pro klecový chov. Během 24 hodin by se teplota v hale neměla měnit o více než 6 °C. Při teplotách vyšších než 25 °C dochází k výraznému snížení spotřeby krmiva, zvýšení příjmu vody a snížení hmotnosti snesených vajec a pevnosti skořápky. Při teplotě nad 30 °C se snižuje také produkce snesených vajec. Dále konstatují, že negativní vliv na kvalitu vajec může mít i snížení teploty. Při snížení teploty prostředí o pouhé 3 °C dochází k poklesu hmotnosti vejce o 1 gram. Travela et al. (2010) uvádějí, že při vysoké teplotě se nejen snižuje hmotnost vajec a pevnost skořápky, ale i produkce vajec. Také Ahmadi & Rahimi (2011) konstatují, že vysoká teplota prostředí může mít negativní vliv na kvalitu vajec, konkrétně na hmotnost vajec a kvalitu skořápky. Brouček et al. (2008) dále uvádí, že pokud teplota prostředí vystoupá k hodnotě 38 °C, je velká pravděpodobnost celkového vyčerpání organismu, produkce vajec a spotřeba krmiva jsou razantně sníženy a spotřeba pitné vody je velmi vysoká. Naopak teplota nižší než 5 °C způsobuje snížení počtu snesených vajec, avšak hmotnost vajec není v takové míře ovlivněna.

Teplotu je nutno posuzovat vždy ve vztahu k relativní vlhkosti. Balnave & Brake (2005) a Travela et al. (2010) uvádějí, že současné působení vysoké teploty a vysoké relativní vlhkosti má vliv na snížení hmotnosti vajec a kvality skořápky. Vysoká relativní vlhkost prostředí zhoršuje kvalitativní vlastnosti vajec. Vlhkost nikdy nesmí klesnout pod 50 % a neměla by ani přesáhnout hranici 75 %. Při nízké vlhkosti dochází k vysušování sliznic, zvýšenému příjmu vody a snížení příjmu krmiva. Při vysoké vlhkosti dochází ke zvlhnutí peří a tím k narušení termoregulace, zvýšenému uvolňování škodlivých plynů z trusu a vzniku dýchacích onemocnění. Vysoká relativní vlhkost také zvyšuje riziko výskytu průsvitných míst na skořápce. Tato místa jsou charakteristická tenčí skořápkou. Optimální relativní vlhkost je

60 – 75 % (Ledvinka et al. 2007). Vlhkost v halách se zvyšuje dýcháním, kdy produkce vodních par dýcháním je u slepic v rozmezí 3,6 – 5,8 g.h⁻¹ na jednu slepici při teplotě 20 °C, dále odpařováním z výkalů a snesených vajec. Při vysokých teplotách se vlhkost výrazně zvyšuje. Nízká relativní vlhkost je významná zejména při vysokých teplotách, kdy výdej tepla radiací či konvekcí je minimální, k výdeji tepla tak dochází při dýchání. Vyprodukované množství vodních par se rovněž zvyšuje s živou hmotností nosnic. V chovech nosnic na podestýlce se odpařuje více vody než v chovech v klecích. Z 1 m² podestýlky se za 1 h odpaří asi 15 – 30 g. Nízká relativní vlhkost snižuje vlhkost podestýlky, a tím následně zvyšuje prašnost. (Kic & Brož 1995).

Pro dosažení dobré užitkovosti a zdravotního stavu je důležitá ventilace. Pro vysokou užitkovost nosnic a jejich dobrý zdravotní stav je nezbytně nutné, aby byla zajištěna dostatečná výměna vzduchu v hale (Ruzal et al. 2011). Šimek (2011) uvádí, že výměnou vzduchu se musí odstranit amoniak, vodní páry a oxid uhličitý.

Koncentrace škodlivých plynů by měla být v hale pro nosnice stejná jako pro kuřice. V zimním období je nejdůležitější dosáhnout stabilní teploty. Z toho důvodu bývá intenzita výměny vzduchu menší než v období letním. Zároveň je nutné udržet dobrou kvalitu vzduchu. V letním období by měl ventilační systém zajistit i chlazení vzduchu (Ruzal et al. 2011). Hrozícím nebezpečím pro nosnice je průvan. Při nadměrné intenzitě větrání může docházet k mačkání nosnic i k četnějšímu snášení vajec na podlahu. V letním období je úkolem ventilačního systému v halách zajištění rychlého odsunu teplého vzduchu. V zimním období by neměla teplota klesnout příliš nízkou (Management Guide 2011)

Při nižších teplotách je doporučená ventilace kolem 0,5 m/s, při teplotách vyšších se intenzita větrání zvyšuje až do 3 m/s. Při vysokých teplotách má ventilace kolem 3 m/s příznivý vliv na produkci a kvalitu snesených vajec. Naopak při nižších hodnotách ventilace se produkce vajec snižuje (Ruzal et al. 2011).

Brouček et al. (2008) uvádějí, že pokud je udržován stálý tlak v hale a nevyskytují se překážky pro proudění vzduchu, může ventilace zajistit vhodné, neměnné podmínky pro proudění vzduchu během letních extrémních teplot. Dále doporučují použití vrtulových ventilátorů nasměrovaných na horizontální výměnu vzduchu. Ty jsou efektivnější ve zrychlování pohybu vzduchu na úrovni nosnic. Naopak stropní ventilátory s pomalejšími otáčkami nejsou v současnosti doporučovány.

Dalším důležitým aspektem v chovu nosnic, který nelze opomenout je světelný režim. Řízený světelný režim patří mezi nejspolehlivější způsob oddálení předčasné snášky. Světelné režimy používané v době chovu by měly volně navazovat na světelný režim používaný při odchovu kuřic. V době odchovu musí být kratší světelný den než v době chovu. Pokud by byl světelný den na začátku snášky kratší, než v době odchovu, nenastane stimulace snášky. Naopak se začátek snášky oddálí a slepice začnou ztrácet peří (Brtenský et al. 2015). U kuřic se zkracujícím se světelným dnem zpomaluje vývin organismu. Dospělým slepicím se délka světla prodlužuje, kvůli stimulaci snášky délkou světelného dne. Potřebná minimální délka světelného dne pro dosažení vysoké snášky je 14 hodin, avšak doporučuje se svítit 15 – 16 hodin denně. Postupné prodlužování světelného dne zvyšuje produkci vajec. V chovu nosnic se musí dodržovat přiměřená nepřerušovaná doba tmy, a to v délce 8 hodin (Zhao et al. 2015).

Tlumení světla musí být postupné, tak, aby se nosnice dokázaly nerušeně a bez poranění usadit. Pro každého hybrida je deklarován v technologickém postupu pro odchov a chov přesný světelný režim.

Intenzita světla má na produkci snášených vajec také vliv, avšak ne v takové míře, jako délka světla (Skřivan et al. 2000). Se zvyšující se intenzitou světla se zvyšuje také aktivita nosnic, to ale vede ke zhoršení stavu operení a zvýšení rizika ozobávání se. Pokud bude nižší intenzita světla na hale v období produkce, pak můžeme počítat s lepší životaschopností. Významnější vliv na snášku má délka světelného dne než intenzita světla. V období snášky by měla být intenzita světla 5 – 10 luxů. Vyšší intenzita světla může na nosnice působit negativně, může zvyšovat agresivitu a kanibalismus. Pokud se sníží intenzita světla pod 3 luxy, dochází ke snížení snášky (Šatava et al. 1984).

Jedním z nežádoucích faktorů v chovu nosnic je prašnost. Aerts et al. (2004) uvádějí, že výskyt prachových částí ve vzduchu ovlivňuje užitkovost nosnic. Koncentrace prachu v drůbežárnách je od 0,02 do 81,33 mg/m³ pro inhalovatelný prach a od 0,01 do 6,5 mg/m³ pro dýchatelný prach. Koncentrace prachu v klecovém systému ustájení byla nejnižší tj. méně než 2 mg/m³, zatímco koncentrace prachu v jiných systémech ustájení, např. ve voliérách, byla často čtyřikrát až pětkrát vyšší. Dalšími faktory, které ovlivňují koncentraci prachu, jsou jednotlivé kategorie zvířat, aktivita zvířat, podestýlka a roční období. Mezi nejdůležitější zdroje prachu patří zvířata a jejich exkrementy. Nastavení relativní vlhkosti vzduchu na 75 % bude mít vliv na inhalovatelný prach, ale ne na dýchatelný prach. Mírný okamžitý účinek na dýchatelný prach byl pozorován po rošení čistou vodou nebo vodou s řepkovým olejem. Ve voliérovaném systému ustájení bylo zjištěno, že po rozprášení vody s 10 % oleje, byla snížena koncentrace inhalovatelného prachu o 50 až 65 %. Pro dosažení vyšší účinnosti snižování prašnosti bude žádoucí zdokonalení technik pro aplikaci rošení na prachové zdroje (Ellen et al. 2013).

Je nezbytné, aby bylo zajištěno kvalitní odvětrávání chovných hal, aby nedocházelo ke zvýšení koncentrace škodlivých plynů ve vzduchu (CO₂, NH₃, H₂S). Větrání hal je převážně podtlakové, tedy vzduch je ze stáje odsán ven do okolního prostředí. Škodlivé plyny, oxid uhličitý, čpavek a sirovodík by neměli přesáhnout stanovené hranice. Obsah CO₂ nesmí přesáhnout 2500 p.p.m NH₃ 10 p.p.m a H₂S 10 p.p.m. Koncentrace prachových částí ve vzduchu by neměla přesahovat hranici vyšší než 2 %. Prašnost ovzduší je zvýšena zejména v létě při suché podestýlce (Přikryl et al. 2012). Čpavek v nadlimitním množství způsobuje snižování růstu a produkci vajec, snižuje se intenzita dýchání a produkce CO₂ a zvyšuje se spotřeba krmiva (Podkowka et al. 2013). Kristensen & Wathes (2000) konstatují, že vysoká koncentrace amoniaku způsobuje podráždění sliznic dýchacích cest a očí, dále zvyšuje náchylnost k respiračním onemocněním a snižuje kvalitu vajec. Brouček & Čermák (2014) uvádějí, že čpavek je uvolňován zejména z trusu. Množství amoniaku v ovzduší je ovlivněno ročním obdobím, teplotou a vlhkostí prostředí, zdravotním stavem zvířete, systémem chovu a hustotou osazení, manipulací s odpadem a trusem a kvalitou odvětrávání chovných hal.

Sirovodík vzniká rozkladem organických látek a jeho obsah se zvyšuje při vyšší vlhkosti. Zvýšené množství amoniaku a sirovodíku v ovzduší může být také následkem vlhké podestýlky u nevytápěných a málo větraných hal v zimním období. Zdrojem oxidu uhličitého

je v hale vydýchaný vzduch slepicemi a také trus, kde vzniká biologickými procesy. Nosnice vydýchá přibližně 0,6 – 0,7 l CO₂ za hodinu na 1 kg živé hmotnosti (Podkowka et al. 2013).

Dalším nežádoucím faktorem v chovu nosnic je hlučnost. Vysoká hladina hluku negativně působí na spánek a může mít také negativní dopad na zdravotní stav. Nízká intenzita světla a nepřetržitý vysoký hluk v pozadí mají negativní vliv na produkci vajec v rané fázi zavádění a ovlivňují čas přidělený různým chováním. Nosnice, které jsou vystavovány slabému osvětlení nebo vysokému hluku vykazují menší snášku, než ty, které jsou vystavovány silnějšímu osvětlení a menšímu hluku. Takže nejméně vajec snesou slepice, které jsou vystavovány jak nízkému světlu, tak vysokému hluku. Pokud jsou slepice dlouhodobě vystaveny slabému světlu a vysokému hluku, pak u slepic vzniká chronický stresový faktor. Vysoká hladina hluku může být způsobena nuceným mechanickým větráním, které je nezbytné k udržení přijatelné kvality vzduchu, což vede k stálému hluku v pozadí (O'Connor et al. 2011).

3.2.2 Základy výživy a krmení

Pro docílení všech požadavků, které jsou na nosnice kladeny, je třeba dodat nosnicím dostatečný přísun živin, energie a dalších látek, které zajistí správné fungování organismu nosnic a vyrovnanou snášku kvalitních vajec. Předpokladem vyrovnané snášky a kvalitních vajec je dodání nosnicím kvalitní krmivo v odpovídajícím množství, které bude obsahovat správnou nutriční hodnotu. Pod pojmem „správná nutriční hodnota“ se schovává obsah energie a živin, jejich stravitelnost, dietetické vlastnosti, vhodnost pro metabolické funkce a v neposlední řadě množství přijatého krmiva (Kodeš et al. 2003). Halaj & Golian (2011) se shodují s tvrzením Kodeše et al. (2003) a uvádějí, že výživou a krmením nosnic je značně ovlivnitelná kvalita vajec, konstatuje, že živiny a další přijaté látky jsou transportovány do vejce prostřednictvím metabolických změn.

Krmné směsi je důležité přizpůsobovat individuálně, záleží jak na zdravotním stavu nosnice, tak na způsobu ustájení. Například v ekologickém chovu je zakázáno přidávat do krmiv živočišné bílkoviny a syntetické látky. Avšak primárním kritériem při výběru stravy je užitek nosnice, složení vajec a kvalita skořápky (Tůmová 2007). Množství energie obsažené v krmivech i její potřeba pro drůbež se vyjadřuje v hodnotách bilanční metabolizované energie opravené na dusíkovou rovnováhu (ME_n). Jednotkou pro ME_n jsou kilojouly (kJ) nebo megajouly (MJ) (Jedlička 2004).

V krmné dávce je potřeba zabezpečit dostatečné množství bílkovin, které je limitující pro optimální hmotnost vajec. Pokud dojde k poklesu bílkovin o 15 % v krmné dávce a denní množství přijatých bílkovin se sníží o 14 g, dojde k výraznému snížení hmotnosti vajec. K tomuto snížení dochází zejména při nevyrovnaném obsahu limitujících aminokyselin lyzinu a methioninu (Hejlová 2001).

Ledvinka & Klesalová (2002) uvádějí, že na hmotnost vajec působí pozitivně především vyšší obsah energie. Dále se shodují s tvrzením Hejlové (2001) a uvádějí, že pozitivně ji ovlivňuje také přidávání methioninu do krmné směsi. Methionin dále ovlivňuje snášku vajec, jeho prospěch je zřetelný obzvláště při krmení krmných směsí s nízkým obsahem dusíkatých látek.

Prostřednictvím krmných směsí se nosnicím dodává řada důležitých živin, mezi které řadíme dusíkaté látky, tuky, minerální látky. Důležité je také přidání skupiny krmných aditiv, ta jsou prospěšná pro zdraví a užitkovost nosnic, mimo to i pro kvalitu vajec. Mezi ně patří vitamíny, antikokcidika, probiotika, enzymy, esenciální mastné kyseliny, organické formy makroprvků. Nelze opomenout na dostatek vody a gritu, lze použít např. drcenou žulu nebo drcený vápenec (Jedlička 2004). Šarapatka et al. (2006) uvádějí, že pro výživu nosných hybridů různých typů existují přesné manuály, ve kterých jsou uvedeny nároky na živiny v určitých fázích růstu a produkce.

Ve výživě drůbeže je důležité, aby bylo zajištěno dostatečné množství dusíkatých látek. Dle Brestenského et al. (2015) je potřeba drůbeži dodat dusíkaté látky v množství, které zabezpečí dostatek všech esenciálních aminokyselin. Nepostradatelné jsou zejména lysin a threonin, které si zvířata neumí sama syntetizovat. Je nutné také zajistit dostatek poloesenciálních aminokyselin (tryptofan (TRP), histidin (HIS), fenylalanin (PHE), leucin (LEU), izoleucin (ILEU), methionin (MET), valin (VAL) a arginin (ARG)) a neesenciálních aminokyselin nebo látek, které jsou potřebné pro jejich tvorbu.

Každá aminokyselina má z hlediska potřeby pro zvíře určitou váhu, z hlediska potřeby pro metabolismus a výživu musí být všechny aminokyseliny ve vzájemně vhodném poměru (Al-Saffar & Rose 2002). V případě, kdy aminokyselina není v dostatečném množství vzhledem k potřebě zvířete, dochází ke zvýšení nároku na celkovou spotřebu všech ostatních aminokyselin. Taková aminokyselina je tzv. limitující aminokyselinou. Limitující aminokyselinou ve výživě drůbeže je methionin, dále lyzin, případně threonin, tryptofan a arginin (Fanatico 2010). Limitující aminokyselina methionin je z určité části uhraditelná i syntézou z cysteinu (CYS). Mimo jiné lze aminokyseliny do krmiv dodávat i průmyslovou výrobou, jako methionin, L-lyzin, L-threonin a L-tryptofan (Kodeš et al. 2003; Fanatico 2010).

Při dostatku aminokyselin dochází ke snížení celkové spotřeby krmiva, tím také ke snížení spotřeby dusíkatých látek. V trusu nosnic se tak nachází menší množství dusíku, který se v trusu nosnic vyskytuje ve formě kyseliny močové. Z toho důvodu dochází k menší zátěži životního prostředí. Zmenšuje se také zátěž pro organismus při deaminaci nadbytečných bílkovin (Zelenka et al. 2007). Snižováním obsahu dusíkatých látek v krmných směsích se snižuje zátěž na životní prostředí. Snižovat obsah dusíkatých látek v krmných směsích je důležité hlavně z dlouhodobého hlediska (Jedlička 2004).

Pro nízké výrobní náklady a snížení zátěže životního prostředí jsou syntetické aminokyseliny součástí moderních krmných směsí (Adamovic et al. 2008). Hadorn et al. (2000) uvádějí, že vyřazení syntetických aminokyselin z krmné směsi má za následek zvýšení úhynu, to je pravděpodobně způsobeno nedostatkem methioninu v krmné dávce, který má vliv na imunitní systém nosnic. V systému ekologického zemědělství nejsou tyto syntetické preparáty v krmivech povoleny (Fanatico 2010). Blair (2008) se shoduje s tvrzením Fanatica (2010), ale tvrdí, že v některých zemích existují z tohoto ustanovení výjimky. Dále uvádí, že v souvislosti s ekologickými chovy je při složení krmné směsi nutno dodržovat následující opatření. Je zakázáno požívat geneticky modifikované obilí nebo produkty z něj. Není povoleno přidávat do krmných směsí antibiotika, hormony nebo léky. Kromě mléčných výrobků a rybí moučky nejsou povoleny žádné produkty živočišného původu. Kromě

geneticky modifikovaného obilí je taktéž zakázáno používat produkty z obilí, které bylo vypěstováno v systému konvenčního zemědělství. Povoleno je použití jen takových produktů, které jsou vyrobeny z certifikovaných ekologických plodin. Také je zakázáno použití jakýchkoliv chemicky extrahovaných krmiv.

Rose et al. (2004) se zabírali výzkumem vlivu výživy na produkční vlastnosti nosnic Hy-line Brown. Testovali čtyři krmné dávky. Klasickou konvenční krmnou dávku obohacenou o syntetické aminokyseliny („konvenční synteticky obohacená dieta“). Krmnou dávku se stejnými komponenty, ale složenou ze surovin ekologického zemědělství, bez syntetických aminokyselin („ochuzená dieta“). Dále krmnou dávku, kde základem byla ekologická kukuřice a neodtučená sója, která měla stejný obsah energie jako konvenční synteticky obohacená dieta, ale nižší obsah methioninu („ekologická dieta“). Poslední krmná dávka se skládala ze surovin ekologického zemědělství, do té byla přidána kukuřice, sója a slunečnice („bílkovinná ekologická dieta“). Tato krmná dávka měla nižší obsah celkové energie než konvenční krmná dávka obohacená o syntetické aminokyseliny, ale vyšší obsah bílkovin. Výsledkem bylo, že složení krmné dávky nemělo vliv na celkový počet snesených vajec, ale ovlivnilo jejich hmotnost. Vejce z „bílkovinné ekologické diety“ měla významně větší hmotnost než všechna ostatní, celková snáška činila 13,92 kg vajec na nosnici za sledované období. Celková snáška vajec z „ekologické diety“ byla 12,66 kg na nosnici, snáška vajec při „ochuzené dietě“ byla 12,47 kg na nosnici, snáška vajec při „konvenční synteticky obohacené dietě“ byla 12,96 kg na nosnici. Z toho vyplývá, že vejce vyprodukovaná nosnicemi, které byly krmeny tzv. „ekologickou dietou“ a „ochuzenou dietou“ byla lehčí než konvenční vejce. Nicméně, z ekonomické stránky byla „bílkovinná ekologická dieta“ zároveň ze všech nejdražší, dvakrát dražší než konvenční krmná dávka obohacená o syntetické aminokyseliny.

Rozdíly v hmotnosti vajec v závislosti na příjmu krmiva potvrdili rovněž Roth & Böhmer (2008). Zabývali se výzkumem optimálního složení krmné dávky pro nosnice chované v ekologických chovech. Výsledky jejich studie ukázaly, že výhodnější než krmení krmnou směsí, je krmení kombinovaným způsobem. Zvýšil se příjem krmiv, avšak rozdíly v kvalitě vajec se neprojevily. U nosnic, u kterých byl umožněn vstup do volného výběhu, došlo k dalšímu zlepšení příjmu krmiva a také ke zvýšení hmotnosti vajec.

Nedílnou součástí výživy pro nosnice jsou tuky. Tuky se uplatňují jako stavební, strukturální složky buněk a jejich membrán. Zároveň jsou nejkoncentrovanějším zdrojem energie, nosičem vitamínů a esenciálních mastných kyselin (Kodeš et al. 2003). Důležitý je především obsah esenciálních mastných kyselin, konkrétně kyseliny linolové a kyseliny linoleové. Tyto kyseliny si nosnice neumí sami syntetizovat, ale jsou pro ně nezbytné. Dávka kyseliny linolové nejméně 10 g/kg krmiva je nezbytná pro příznivou hmotnost vajec (Ledvinka & Klesalová 2002). Díky upravené výživě nosnic, je možné produkovat vejce se sníženým obsahem cholesterolu, a to prostřednictvím těchto kyselin a jejich metabolitů (Zelenka et al. 2007).

Byl prokázán významný vliv rostlinných tuků, které dokáží plně pokrýt potřebu kyseliny linolové. Při použití rostlinného tuku v krmné směsi dochází ke zvýšení hmotnosti

vajec. Nahrazení rostlinného oleje hovězím lojem hmotnost vajec prokazatelně redukovalo (Holoubek & Hubený 2002). Lůj je výhodné využít ke konci snášky. Zatímco snižuje hmotnost vajec, hmotnost skořápky se nesnižuje, funguje tedy jako faktor zlepšující kvalitu vaječné skořápky (Ledvinka & Klesalová 2002).

Další nepostradatelnou součástí výživy nosnic jsou minerální látky. Minerální látky jsou nepostradatelné pro růst a funkci buněk, tkání a orgánů. Mezi makrominerální látky, které se nosnicím normují, patří vápník, fosfor, draslík, hořčík, sodík a chlor. Tyto látky mají velmi podstatný vliv na kondici zvířat, ale hlavně na produkci vajec, zejména na kvalitu skořápky (Jedlička 2004). Narvaez et al. (2011) uvádějí, že optimální obsah vápníku a fosforu příznivě působí na produkci vajec. Vápník nehraje klíčovou roli pouze při tvorbě skořápky, ale je velmi důležitý i pro růst a správnou funkci kostí (Ahmadi & Rahimi 2011). Ledvinka & Klesalová (2002) udávají, že pro zabezpečení vysoké produkce vajec s dobrou kvalitou skořápky postačuje ve směsi obsah 3 až 3,5 % vápníku a 0,45 % fosforu. Dále konstatují, že vysoký obsah fosforu v krmné směsi zhoršuje kvalitu vaječné skořápky. Nároky na obsah fosforu se snižují s věkem nosnic a produkcí vajec. Hejlová (2001) zjistila, že obsah minerálních látek pozitivně ovlivňuje tloušťku skořápky. Puyalto & Mallo (2014) uvádějí, že přidáním minerálních látek organického původu se zvýší především pevnost skořápky, což zajistí vyšší počet vajec s nepoškozenou skořápkou. Jejich množství v krmivu lze vyjádřit v gramech na kilogram (Zelenka et al. 2007). Podobně jako je to u dusíkatých látek, tak i u minerálních látek je tendence snižování jejich obsahu v krmných směsích. Je tomu tak, jelikož přebytek vápníku a z části i fosforu zhoršuje kvalitu vaječné skořápky (Jedlička 2004).

Ve výživě drůbeže mají podstatný význam kromě makroprvků i některé mikroprvky nebo také stopové prvky. Na tvorbě skořápky mají důležitý podíl např. mangan a zinek. Nedostatek zinku se projevuje snížením chuti k přijímání krmiva a objevují se záněty kůže. Do některých krmných směsí se také přidává selen, jod nebo železo a měď. Nedostatek železa a mědi ve výživě drůbeže vyvolává anémii (Jeroch et al. 2006).

Zdrojem všech potřebných, výše uvedených živin, je pro nosnice krmivo. Lze je dělit na základní krmiva, doplňkové látky (aditiva) a krmné směsi.

Jako základní krmiva jsou vnímány jednotlivé suroviny pro krmné účely. Mezi nejčastěji používané patří kukuřice, pšenice, pšeničné otruby, ječmen, sója, sójový extrahovaný šrot, slunečnicový extrahovaný šrot, řepkový extrahovaný šrot, rybí moučka a rostlinné oleje (Brestenský 2015).

Doplňkové látky, tzv. aditiva, jsou vedle základních komponentů součástí krmných směsí. Ve směsích mají minimální podíl, i přesto mají ve výživě nosnic zásadní význam. Aditiva příznivě ovlivňují krmné směsi, dochází díky nim k doplnění živinových potřeb, ovlivňují stravitelnost a využitelnost krmiv i mikrobiální osídlení trávicího traktu, ovlivňují také intenzitu snášky nosnic, dokáží snížit nebo i odstranit negativní dopady chovu nosnic na životní prostředí. Jako aditiva ve výživě nosnic jsou využívány vitamíny, provitamíny, látky podobné vitamínům, stopové prvky, aminokyseliny a nebiolkovinný dusík. Dále jsou využívány pomocné látky, kam se řadí antioxidanty, aroma, přípravky pro podporu granulace, barviva a pigmenty, konzervanty, okyselovadla, přípravky k podpoře sypkosti,

enzymy a probiotika. Jako aditiva se také využívají stimulatory růstu a látky pro prevenci nemocí (Kodeš et al. 2003).

Jako krmné směsi jsou vnímány kompletní krmiva pro nosnice. Jejich složení je sestaveno tak, aby došlo k uspokojení všech potřeb nosnic. Zajišťují vyrovnaný metabolismus a snášku kvalitních vajec. Kromě vody k nim již není potřeba nic přidávat. Kompletní krmné směsi jsou v České republice k dispozici ve čtyřech formách – sypká směs, drcené granule, granule, expandovaná směs (Kodeš et al. 2003).

Výsledkem výzkumu Rose et al. (2004) bylo zjištění, že nosnice krmené různou skladbou ekologických krmiv, nicméně chudších na limitující aminokyseliny, vykazovaly o 17 % vyšší denní příjem krmiva oproti skupině krmené standardní konvenční směsí obohacenou o aminokyseliny. Bennet et al. (2011) uvádějí, že přidání 2 % křemeliny má pozitivní vliv na omezení výskytu vnitřních parazitů v trusu nosnic chovaných v systému ekologického zemědělství. Podle Fanatica (2010) má příjem krmiva a jeho obsah živin podstatnou souvislost. Je-li krmná dávka živinově vyvážená, pak nosnice přijme pouze tolik krmiva, kolik potřebuje pro uspokojení potřeb energie v daných podmínkách. Je-li krmná dávka, co se týče živin nevyvážená, pak nosnice přijme právě tolik krmiva, aby uspokojila potřeby daných živin. Z toho důvodu nosnice přijme více energie a celkově krmiva nad potřebu. V podmínkách ekologického zemědělství, kde je nižší koncentrace živin v krmivu a nižší obsah celkové energie, musíme počítat s celkově vyšším množstvím spotřebovaného krmiva. Naopak konvenční zemědělství je již od padesátých let postaveno na vysokoenergetickém krmivu s vysokým obsahem živin, směřuje ke snižujícímu se množství přijatého krmiva. Tímto směrem se ubírá i šlechtitelská práce v chovu nosnic.

Při výrobě krmných směsí je nutno zachovat stálý poměr mezi ME_n a obsahem živin v krmné dávce. Pokud je koncentrace ME_n nižší, je potřeba snížit i koncentraci ostatních živin, jinak by docházelo k překrmování nosnic. Při vyšší koncentraci energie je nutné zvýšit také obsah všech esenciálních živin, aby nedocházelo k jejich nedostatku. Nárok na energii se zvyšuje se snižující se teplotou prostředí. Při sestavování krmných směsí je vhodné čerpat z doporučení České akademie zemědělských věd (Zelenka et al. 2007).

Vedle krmiva je důležité také dostatečné napájení nosnic. Vodu, i přes to, že je v určitém množství obsažena v krmné dávce, je třeba dodávat nosnicím také samostatně. Voda musí být poskytnuta ad libitum, za použití systémového napájení. Voda musí být vždy čerstvá, čistá, zdravotně nezávadná (Kodeš et al. 2003). Poměr mezi příjmem krmiva a vody by měl být 1 : 2 (Management Guide 2011). Ahmadi & Rahimi (2011) konstatují, že kvalita vody má významný vliv také na kvalitu vaječné skořápky. Dále uvádějí, že teplota vody má pro nosnice také zásadní vliv, zejména při vyšších teplotách prostředí. Při nadměrné teplotě vody nosnice snižují její příjem, v některých případech může dojít i k tomu, že nosnice přestanou pít úplně.

Spotřebu vody v chovu nosnic ovlivňuje řada faktorů, mezi které patří genotyp, intenzita užitkovosti, hmotnost, věk, individualita zvířete a zdravotní stav. Spotřebu vody dále ovlivňuje projektové řešení stavby, způsob ustájení nosnic, technika a technologie krmení, přítomnost stresových faktorů, pohybová aktivita apod. V nemalé míře mají na spotřebu vody nosnic vliv mikroklimatické podmínky. Mikroklimatickými podmínkami se rozumí teplota,

relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, prašnost a koncentrace nežádoucích plynů ve vzduchu. Spotřeba vody na nosnici je ovlivněna také krmnou dávkou, jejím složením, strukturou, konzistencí či obsahem NaCl v krmné dávce. Na spotřebu vody má také vliv samotná kvalita vody, její teplota, tvrdost, koncentrace dusičnanů, hodnota pH a mikrobiální znečištění (Kodeš et al. 2003).

Základem úspěchu v chovu nosnic je správné krmení v období odchovu kuřic. Na začátku odchovu kuřice upřednostňují krmné směsi s vyšším obsahem dusíkatých látek a vyrovnaným poměrem aminokyselin. V případě, kdy je kuřicím dodávána směs s nízkým obsahem dusíkatých látek, dochází k rané růstové depresi, která zapříčiňuje snížení živé hmotnosti při dosažení pohlavní dospělosti. To působí nepříznivě na užitkovost (Zelenka 2015).

Zelenka & Zeman (2006) uvádějí, že odchov lze rozdělit na tři období, podle rozdílné techniky krmení. Období nejintenzivnějšího růstu, období pozvolného odchovu a období bezprostřední přípravy na snášku. V období nejintenzivnějšího růstu se používá krmná směs K1 s obsahem 20 % dusíkatých látek, v období pozvolného odchovu se používá krmná směs K2 s obsahem 18 % dusíkatých látek, v období bezprostřední přípravy na snášku se používá krmná směs pro kuřice (KZK) s obsahem 13 % dusíkatých látek (Matoušek et al. 2013).

V období nejintenzivnějšího růstu je rozhodující tělesný rámec, nikoliv živá hmotnost kuřic. Tělesný rámec je určován především délkou kostí. Prostorné tělo produkuje velká vejce, malé tělo produkuje vejce malá. Nejvyšší krmnou směsí se obvykle krmí do věku tří týdnů. Od třetího do devátého týdne se podává krmná směs chudší na živiny. V prvních týdnech se krmná směs podává vždy ad libitum. Příjem krmiva lze v případě potřeby ovlivnit prodloužením světelného dne, podáváním granulovaného krmiva či jeho častějším doplňováním. Období nejefektivnějšího růstu končí většinou ve věku devíti až desíti týdnů (Zelenka 2014). Období pozvolného odchovu je charakteristické tím, že poskytuje dostatek času pro správný vývin organismu. V tomto období (10 – 16 týdnů) je nežádoucí nadprůměrná koncentrace energie, která by u kuřic vyvolala snížení příjmu krmiva. Došlo by k přizpůsobení kuřice na krmivo s vysokou energetickou hodnotou, měla by malý žaludek a málo prostorná střeva. Krmí se pouze jednou denně, a to nejlépe ráno. Jestliže jsou kuřice těžší, než požadujeme, oddálíme zvyšování denních dávek, které jsou dané technologickým postupem, a dodáváme kuřicím stále stejné množství krmiva, dokud se hmotnost nevyrovná se standardem (Zelenka & Zeman 2006). Poslední období, a to období bezprostřední přípravy na snášku bývá od 18. týdne. Organismus kuřic vyžaduje velké množství bílkovin pro růst vaječníků a vejcovodu. Kuřice si v tomto období vytvářejí rezervu vápníku. Nedostatek vápníku v krmné směsi na začátku snášky způsobuje zhoršení kvality vajec. Při odchovu do věku 17. týdnů spotřebují kuřice těžších hybridů 5,6 kg krmné směsi, kuřice lehčích hybridů 5,1 kg krmné směsi. Správný odchov lze sledovat na jednotnosti v době pohlavního dospívání. První vejce bývá sneseno během 6 až 10 týdne (Zelenka 2014).

Také krmení slepic během snášky je velice důležité. Během snášky může být použito několik systémů krmení nosnic. Lze je krmit po dobu snášky stále stejnou krmnou směsí, při snaze snížit obsah dusíkatých látek a omezit tak emise dusíku. Snížit obsah dusíkatých látek

v krmných směsích pro nosnice lze za předpokladu, že do krmných směsí budou doplněny syntetické aminokyseliny, a to zejména lizin a methionin. Často je používána fázová výživa. Je založena na odlišné potřebě pro záchovu a produkci vajec. Zpravidla se v každé fázi snášky zvyšuje denní potřeba vápníku, zatímco potřeba dusíkatých látek, aminokyselin a fosforu se snižuje (Skřivan et al. 2000).

Tabulka 1 Potřeba živin v 1 kg krmné směsi pro slepice nosného typu (Zelenka et al. 2007)

Živina	Slepice produkující vejce			
	konzumní		násadová	
	do 45 týdnů	nad 45 týdnů	do 40 týdne	nad 40 týdnů
ME _N (MJ)	11,5	11,5	11,5	11,5
Dusíkaté látky (g)	170,0	162,0	182,0	173,0
Kys. linolová (g)	15,0	14,0	15,0	14,0
Veškeré aminokyseliny				
lysin (g)	8,3	7,9	9,5	8,9
methionin (g)	4,2	4,0	4,4	4,1
methionin + cystein (g)	7,4	7,1	8,4	7,8
threonin (g)	6,1	5,8	7,1	6,6
tryptofan (g)	1,8	1,7	2,1	2,0
arginin (g)	10,7	10,2	12,3	11,5
Stravitelné aminokyseliny				
s. lysin (g)	7,6	7,2	8,7	8,1
s. methionin (g)	3,9	3,7	4,1	3,9
s. methionin + cystein (g)	6,7	6,4	7,6	7,1
s. threonin (g)	5,2	5,0	6,1	5,7
s. tryptofan (g)	1,6	1,5	1,8	1,7
s. arginin (g)	9,7	9,2	11,1	10,4
Ca (g)	37,0	39,0	37,0	39,0
P využitelný (g)	4,1	3,9	4,1	3,8
Mg (g)	0,6	0,6	0,6	0,6
K (g)	6,0	6,0	6,0	6,0
Na (g)	1,5	1,5	1,6	1,5
Cl (g)	1,6-2,0	1,6-2,0	1,7	1,6
Mn (mg)	70,0	70,0	90,0	90,0
Zn (mg)	70,0	70,0	60,0	60,0
Fe (mg)	65,0	65,0	60,0	60,0
Cu (mg)	10,0	10,0	8,0	8,0
I (mg)	1,0	1,0	1,0	1,0
Se (mg)	0,2	0,2	0,2	0,2
Vit. A (tis.m.j.)	9,0	9,0	13,0	13,0
D3 (tis. m.j.)	3,0	3,0	3,0	3,0
E (mg)	30,0	30,0	50,0	50,0
K3 (mg)	2,0	2,0	3,0	3,0
B1 (mg)	1,5	1,5	2,5	2,5
B2 (mg)	5,0	5,0	9,0	9,0

Fázová výživa nosnic se využívá převážně ve velkochovech. Pro fázovou výživu je typické, že je využíváno rozdílných směsí v jednotlivých obdobích snášky. Jednotlivé směsi jsou označovány N-0, N-1, N-2 a N-3. Směs N-0 je určena pro přípravné období na snášku, obsahuje velké množství vápníku pro návyk nosnice na jeho využití a pro tvorbu jeho zásoby v organismu. Co se týče obsahu živin, je totožná se směsí N-1 (Kodeš et al. 2003). Zároveň by vápník měl být v krmivu v takové formě, aby mohl být nosnicemi efektivně využit (Nys 1999). Směs N-1 je krmena nosnicím v době nejvyšší intenzity snášky, s relativně nižším příjmem krmiva. Tato směs je velice koncentrovaná, obsahuje nižší obsah vápníku a vyšší obsah fosforu. Směs N-2 je určena pro období, kdy snáška postupně klesá a nosnice přijímají více krmiva. Směs N-3 je zkrmována v konečné fázi snášky, příjem krmiva je zde vyšší, snáška klesá a nastávají problémy s kvalitou skořápky (Kodeš et al. 2003).

Potřeba živin v krmné směsi pro nosnice je znázorněna v Tabulce 1.

3.2.3 Systémy chovu slepic nosného typu

Aby bylo dosaženo úspěšného chovu a vysoké snášky, je potřeba nosnicím poskytnout odpovídající výživu a krmení, ale také dobré podmínky ustájení (Holoubek & Hubený 2002). V chovu slepic nosného typu se využívá několik systémů ustájení. Ta se dělí na klecová a na alternativní, dále na chovy ekologické a samostatnou kapitolou jsou v České republice hojně rozšířené drobnochovy. Do alternativních systémů ustájení se řadí podlahový chov, voliérový chov a výběhový chov. Alternativní systémy ustájení umožňují nosnicím projevovat své přirozené chování, kam patří popelení, běhání a létání. Nosnice mají možnost hrabání, hřadování, vejce snášejí v hnízdech a mají dostatek prostoru ke krmení a napájení (Ledvinka et al. 2008).

Nevýhodou alternativních systémů je podle Tůmové (2007) stres působící na nosnice z důvodu sociálního složení hejna. Další variantou je klecový chov, který se dále dělí na obohacené klece a neobohacené klece, které jsou od 1. 1. 2012 zakázány (Tůmová et al. 2009).

Každý systém chovu má své výhody i nevýhody. V chovu nosnic platí, že nejméně vhodný typ chovu z pohledu welfare je nejméně nákladný. V tomto případě stojí na jedné straně pohoda zvířat, zatímco na straně druhé vynaložené náklady na chov. Chov v neobohacených klecích nosnicím poskytoval prostor pouze 550 cm², v obohacených klecích mají nosnice více prostoru, a to 750 cm². Je zřejmé, že z důvodu vysoké spotřeby vajec, chovatelé začali přecházet z výběhových chovů na chov na hluboké podestýlce, roštových podlahách, a zejména pak k nejméně nákladnému chovu klecovému (Kosař et al. 2004).

Čeští chovatelé se řídí Směrnicí Rady 1999/74/ES ze dne 19. července 1999, která stanovila minimální požadavky na ochranu nosnic. V České republice je tato legislativa zpracována ve vyhlášce Ministerstva zemědělství číslo 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. Ta zakazuje využívat klece neobohacené, jsou zde uvedeny minimální požadavky pro chov nosnic v různých systémech ustájení. Pro všechny systémy platí, že hladina hluku musí být snížena na minimum, osvětlení musí být dostatečné k tomu, aby se nosnice mohly vzájemně vidět, a aby mohly zkoumat své okolí. Musí být dodržen dvacet čtyř hodinový režim osvětlení, z toho jedna třetina dne musí být tma. Stmívání musí být postupné (Anonym 2004).

Jedlička (2016) uvádí, že před přechodem na obohacený klecový systém chovu bylo 95 % nosnic z celkového počtu chováno v obohacených klecích. V alternativním systému chovu bylo chováno přibližně 4 % nosnic a pouze 1 % nosnic bylo chováno v ekologickém systému hospodaření. Zimová (2017) uvádí, že v roce 2017 bylo v aktivně se hlásících hospodářství v České republice 4 255 307 ks (87,58 %) nosnic chováno v obohacených klecích, 580 553 ks (11,95 %) v podlahovém systému chovu a ve voliérách, v chovech s výběhem bylo chováno 8 439 ks (0,17 %) a v bio chovech 14 651 ks (0,30 %). Z toho vyplývá, že čeští chovatelé stále upřednostňují chov nosnic v klecích.

3.2.3.1 Klecové systémy ustájení

Klecový chov slepic je ekonomicky nejvýhodnější, celosvětově je nejrozšířenější a s ohledem na produkci vajec nejefektivnější systém ustájení (Jedlička 2008). Výhodou jsou nízké náklady na produkci, dobrá produktivita práce, vysoký stupeň mechanizace, snadná kontrola zdravotního stavu, zamezení kontaktu s trusem a patogeny, nosnice jsou v bezpečí před predátory a především kvalita vajec má lepší výsledky (Blair 2011).

Jako negativní faktor se jeví vyšší výskyt vajec s porušenou skořápkou. Oproti tomu, vejce jsou málo znečištěná, s malou bakteriální kontaminací skořápkou. Slepice vejce nemohou nikam zanášet, proto jsou sebraná vejce vždy čerstvá (Kosař et al. 2004). U obohacených klecí je vyšší výskyt znečištěných vajec než u klecí konvenčních, tedy neobohacených. Naopak v konvenčních klecích bylo více vajec s poškozenou skořápkou (Wall & Tauson 2002). Englmaierová (2016) uvádí, že při porovnání konvenčních a obohacených klecí bylo zjištěno, že konstrukce klece neovlivnila snášku, spotřebu krmiva nebo hmotnost vajec. Z hlediska welfare poskytovaly konvenční klecové chovy ty vůbec nejméně vhodné podmínky pro chov nosnic. Slepice, které byly v těchto podmínkách chovány, neměly možnost projevit své přirozené chování, jako je chůze, létání, snášení vajec na chráněném místě, tedy v uzavřeném hnízdě, popelení aj. Z tohoto důvodu se u slepic chovaných v tomto systému vyskytovala extrémní agresivita a kanibalismus (Urban & Šarapatka 2003).

Výrobní náklady na 1 vejce jsou v klecovém chovu ve srovnání s ostatními systémy chovu nejnižší. To je způsobeno vysokým stupněm automatizace, velkým počtem zvířat na jednotku plochy, dobrým využitím krmiva bez výkyvů ve snášce a nízkým úhynem. Oproti podlahovým systémům chovu je v klecových systémech nižší produkce amoniaku a prachu, díky častému odklizení trusu z haly. Velký počet nosnic v hale v chladných měsících zlepšuje tepelnou bilanci v hale, při malém pohybu nosnic se zlepšuje také konverze krmiva (Kosař et al. 2004). V klecích je snadnější udržet malé stabilní skupiny nosnic, to příznivě působí na sociální chování nosnic, snižuje se agresivita a kanibalismus. Zároveň se zvyšuje produkce vajec a hygiena klece (Vits et al. 2005).

Obohacený klecový systém je jedinou povolenou variantou chovu v klecovém systému v EU (Jedlička 2012). Obohacené klece jsou vybaveny hnízdem ke snášení vajec, zařízením pro obrušování drápů, popelištěm, hřady, jejichž celková délka je dána součtem minimální délky 15 cm na nosnici, krmítkem, jehož délka je minimálně 12 cm na nosnici a dvěma napáječkami. Sklon podlahy nesmí přesahovat 8°, to je 14 %. Výška spodní etáže musí být

více než 35 cm od podlahy haly. Plocha obohacené klece by neměla být menší než 2 000 cm², na nosnici připadá prostor 750 cm², z toho využitelná plocha je 600 cm² (Jedlička 2012).

V tomto systému ustájení není využíváno žádného druhu podestýlky, tudíž se jedná o bezstelivový systém chovu. Z hlediska využití prostoru haly je chov v obohacených klecích neekonomičtější, nicméně nosnice v něm mají jen minimum přirozeného prostředí. Počet chovaných nosnic v jednotlivých klecích není pevně daný a závisí na daném výrobci. Nejčastěji se pro dělené klece udává kapacita 10 až 14 kusů nosnic a pro nedělené 20 až 28 kusů nosnic. Principem tohoto způsobu chovu je co největší produkce na jednotku užité plochy. Je zde využit maximální kubický prostor dané haly systémem patrových (etážových) baterií. V závislosti na prostorové možnosti objektů se nejčastěji přistupuje k uspořádání protilehlých 3 až 4 etážových podélných řad s uličkou širokou alespoň 900 mm (Příkryl 2012).

Větrání v klecovém systému je náročné, jelikož je obtížné dosáhnout dostatku čerstvého vzduchu pro všechny nosnice, baterie navíc vytvářejí překážku příčnému větrání haly. Délka haly by neměla překročit 80 m, vzduch by měl proudit podélně, uličkami a klecemi (Sýkora 2014). Jejich vybavení ale musí umožňovat kontrolu klecí ve všech podlažích, zároveň musí umožnit naskladňování a vyskladňování nosnic. Dvířka klece musí mít dostatečné rozměry a tvar k tomu, aby bylo možné dospělou nosnici bezpečně vyjmout, současně musí být dostatečně zabezpečeny, aby nedocházelo k úniku nosnic (Příkryl et al. 2012).

3.2.3.2 Alternativní systémy ustájení

Jako alternativní chovy se používají chovy voliérové, bezvýběhové chovy na podestýlce a výběhové chovy (Rakib et al. 2016). Alternativní systémy chovu respektují životní pohodu nosnic, tzv. welfare. Umožňují nosnicím volný pohyb, popelení, běhání i létání. Pro jejich přirozené chování musí být vybaveny snáškovými hnízdy, hřady, podestýlkou, odpovídajícími krmítky a napáječkami. Nosnicím je tak zajištěna možnost snášení vajec do hnízd, hrabání, hřadování, mají dostatek krmného a napájecího prostoru (Tůmová 2007). V alternativních systémech chovu jsou nosnice více aktivní, více projevují své přirozené chování. Nevýhodou je vyšší úhyn nosnic a vyšší výskyt poranění (Rodenburg et al. 2008). Pro alternativní systémy chovu jsou od roku 2002 dány předpisy pro státy Evropské unie. Platí, že hustota osazení nosnicemi nesmí přesáhnout 9 ks na m². U řetězových krmítek musí být krmný prostor minimálně 10 cm na nosnici. U talířových krmítek je povolen o něco menší krmný prostor, a to minimálně 4 cm na nosnici. Na jednu napáječku může připadat maximálně 10 nosnic. Na jedno snáškové hnízdo může připadat maximálně 10 nosnic. V hale musí být hřady, kdy na nosnici musí připadat alespoň 15 cm (Kosař et al. 2004).

Mezi nevýhody alternativních systémů chovu nosnic patří větší stres pro nosnice, způsobený zejména sociálním složením hejna, ale také přístupem ke krmivu a vodě. Nosnice je schopna poznat pouze několik svých družek, se kterými vytváří sociální skupinu. Proto při chovu ve velkých skupinách dochází k narušování těchto sociálních skupin a následnému kanibalismu. U nosnic chovaných alternativním systémem chovu je vyšší počet zevních i

vnitřních parazitů, zvyšuje se počet onemocnění zažívacího a dýchacího aparátu. Skořápka je více znečištěná (53 % oproti 11 % v klecovém systému), zvyšuje se možnost výskytu reziduí z prostředků na odčervení a léčbu. Nese s sebou také vyšší nebezpečí přenosu salmonelózy (Tůmová 2007). Algers et al. (2005) konstatuje, že vejce z alternativních systémů chovu nosnic jsou častěji bakteriálně znečištěná v důsledku kontaktu s trusem nosnic. Běžné je také snášení vajec mimo snášková hnízda a s tím spojený vyšší počet vajec s poškozenou skořápkou. Z těchto důvodů alternativní systémy chovu produkují oproti klecovému systému chovu vyšší počet méně rentabilních vajec třídy B, jež nejsou určena pro lidskou spotřebu.

Kosař et al. (2004) uvádějí, že je dobré jako chovatel trávit čas pozorováním chování nosnic, jedině tím lze předejít problémům v hejnu, vyselektovat agresivní nosnice a ty, které vykazují nežádoucí zlovyky

Na jednu stranu je díky možnosti většího pohybu slepic v alternativních systémech menší výskyt osteoporózy, na druhou stranu se však v těchto systémech ustájení častěji vyskytují poranění a zlomeniny kostí (Whitehead 2004). Tůmová (2007) poukazuje na to, že je nezbytné, aby krmná směs byla sestavená tak, aby odpovídala tomuto systému ustájení a zdravotnímu stavu nosnic. Dále uvádí, že ve výživě slepic existují specifické požadavky na krmné směsi bez živočišných bílkovin nebo syntetických látek. Kosař et al (2004) varuje před nedostatkem informací krmivářů o nejvhodnějším složení krmné směsi pro tyto systémy ustájení.

Při porovnání klecového systému ustájení s alternativními systémy ustájení je jasné, že v alternativních systémech nosnice vykazují nižší snášku, vyšší spotřebu krmiva a vyšší úhyn. Aby tyto systémy fungovaly, je zapotřebí větších zkušeností chovatele. V porovnání s klecemi jsou náklady na 1 vejce o 30 – 40 % vyšší než v klecových systémech (Tůmová 2007). Nicméně Alvez et al. (2007) srovnávali klecový chov s chovem na podestýlce. Byla hodnocena produkce vajec a konverze krmiv, bez významných rozdílů. Předpokládají tedy, že správně vybavený podestýlkový chov může být srovnatelný s klecovými systémy, co se týče produkce vajec. Hulzebosch (2006) poukazuje na to, že spotřebitelé projevují větší zájem o vejce z alternativních chovů, proto by se měl brát větší ohled na požadavky spotřebitele a welfare zvířat při volbě systémů ustájení.

Jedním z typů alternativních systémů ustájení jsou voliéry. Tento typ systému představuje kombinaci obohaceného klecového systému otevřeného do prostoru haly a systému podlahového. Oproti podlahovému systému však umožňuje podstatně zvýšit hustotu osazení haly. Na 1 m² se může vyskytovat až 17,4 nosnic užitné podlahové plochy haly (Van den Brand et al. 2004). Díky vyšší prostorové hustotě osazení, dochází k vyšší produkci biologického tepla, což umožňuje chovateli nevytápět halu (Kosař et al. 2004).

Kosař et al. (2004) uvádějí, že se jedná o vícepodlažní konstrukce, bez dělicích přepážek a dveří. V uličkách mezi řadami konstrukcí a většinou i pod nimi je nastlána podestýlka. Jako podestýlka se používají piliny, piliny s pískem, hobliny nebo slaměná řezanka, sloužící nosnicím k hrabání, popelení a klovaní. Sýkora (2014) tvrdí, že podestýlka se zakládá na začátku turnusu a vyklízí se po jeho skončení. Dle Příkryla et al. (2012) musí podestýlka zabírat alespoň 1/3 podlahové plochy. Tůmová (2007) uvádí, že v každém patře jsou zabudovaná krmná a napájecí zařízení, zařízení pro odklizení trusu a snášková hnízda.

Dle Jedličky (2012) je snášení mimo hnízdo zamezeno prouděním vzduchu těsně nad podlahou.

V horním podlaží voliér jsou většinou umístěny pouze hřady, ojediněle i napáječky, a u některých typů voliér i krmné žlábkové. Součástí instalace jsou také rampy, které spolu s hřady slouží nosnicím pro lepší orientaci ale také k pohybu uvnitř technologií (Příkryl et al. 2012). Vykulení vajec na sběrný pás umožňuje šikmá podlaha. Zároveň zamezuje nebezpečí styku vejce s trusem nosnic. Trus propadává roštovou podlahou na pásový dopravník, jež je umístěn pod každým podlažím (Brouček et al. 2011). Voliérové ustájení je výhodné především díky lepšímu využití krmiva, vyrovnanější snášce vajec i lepší kvalitě vajec ve srovnání s chovem na hluboké podestýlce (Kosař et al. 2004).

Tradičním způsobem chovu je ustájení na podestýlce. Poskytuje dostatečný prostor k pohybu a respektuje životní pohodu chovaných zvířat (Tauson 2005). Dle Matthese & Ruacha (2003) je koncentrace nosnic 9 ks na m². Hala je rozdělena na podestlanou plochu, kterou nazýváme hrabaniště, a zaroštovanou plochu na které jsou hřady a snášková hnízda (Sýkora 2014). Na zaroštovaných plochách se nachází skupinová snášková hnízda, krmítka, většinou řetězová nebo žlábková, napáječky a hřady (Příkryl et al. 2012). Ty jsou v hale rovnoměrně rozmístěny, kvůli menší koncentraci trusu. Snášková hnízda bývají umístěna podél stěn nebo uprostřed (Tůmová 2007). Snášková hnízda jsou obtížněji čistitelná, z toho důvodu je v podlahovém systému chovu zvýšený výskyt zevních parazitů (Kosař et al. 2004). Podle předpisů Evropské unie musí být od roku 2006 nosnicím k dispozici dřevěný či pozinkový hřad o minimální délce 15 cm na jednu nosnici. Nosnice jsou chovány v halách, s okny nebo bez oken, ve velkých skupinách. Minimálně 1/3 podlahy zaujímá podestýlka, tou mohou být piliny, piliny s pískem, hobliny, krátce řezaná sláma apod. (Ledvinka et al. 2008). Verhoef (2004) uvádí, že slepice na hřadech rády spí a tráví na nich značnou část dne, proto je třeba, aby hřady byly zaoblené bez ostrých okrajů

Nosnice chované na podestýlce tráví pohybem 38 % času, popelením a hrabáním pak 5,8 %. Slepice chované v neobhacených klecích tráví pohybem 2 % času, popelením a hrabáním 0,4 %, v obohacených klecích tráví pohybem 10 % času, popelením a hrabáním 1 %. Naopak méně času tráví nosnice příjmem krmiva, tj. 28 %, oproti konvenčním klecím 54 % a obohaceným klecím 44 %. Méně času nosnice tráví také pitím, tj. 3,5 %, u konvenčních klecí 5 %, u obohacených klecí 5,5 %, a odpočinkem 10 %, u konvenčních klecí 24 %, u obohacených klecí 14 % (Englmaierová 2016). U podlahového systému ustájení je dobrá kontrola zdravotního stavu, ale vyskytuje se stres ze sociálního složení hejna a kanibalismus (Tůmová 2007).

Dalším typem alternativního systému ustájení je ustájení s výběhem. Jedná se o systém ustájení podobný chovu na podestýlce. Skládá se z jedné nebo více hal o rozponu 5 až 10 m, převážně s přirozeným osvětlením s podestýlkou, ve kterých se nachází 500 až 1000 nosnic (Kosař et al. 2004). V okolí haly se nachází travnatý výběh, ve kterém je koncentrace nosnic 10 na m² plochy. Výběh může být osázený stromy nebo křovinami (Kotoučková 2001). Ve výběhových systémech jsou chováni hybridní nebo nosnice původních plemen, kteří jsou přizpůsobeni těmto podmínkám prostředí (Barbaugh et al. 2010). Chov slepic ve výběhovém systému chovu má jistě své četné výhody. Umožňuje nosnicím věnovat se svým

přirozeným aktivitám, jako je poznávání prostředí, hrabání, ozobávání zeleně a semen, popelení atd. Tento systém se tedy zdá z hlediska welfare jako velmi příznivý (Hegelung et al. 2006). V hale se nachází krmítka, napáječky a snášková hnízda, současně haly poskytují nosnicím úkryt. Ve výběhu by měl být zajištěn úkryt, ochrana proti slunci, částečně proti dešti a oplocení, které by mělo zajistit ochranu proti predátorům (Knierim 2006). Právě povětrnostní podmínky, srážky a délka slunečního svitu ovlivňují aktivitu nosnic během dne (Richards et al. 2011). Nosnice jsou při neustálém obnovování sociálních vztahů vystavovány stresům, i tím se zhoršuje pohoda nosnic a jejich zdravotní stav. V důsledku intenzivního slunečního záření může také docházet ke kanibalismu (Tůmová 2007). Kosař et al. (2004) konstatuje, že zatrušením výběhu exkrementy nosnic a volně žijících ptáků se zvyšuje riziko výskytu infekčních a parazitárních onemocnění. Z alternativních systémů chovů jsou výběhové chovy nejnáročnější. Jsou zde vysoké investiční náklady, nízká snáška, vyšší spotřeba krmiva k pokrytí energie spotřebované větším pohybem, horší hygienické podmínky (Skřivan et al. 2000). Hilimire (2012) udává jako výhodu chovu s výběhem přirozené pohnování půdy a redukci škodlivého hmyzu na farmě.

Výběhové chovy jsou často používané v menších chovech, kde kapacita nepřevyšuje 2 000 nosnic. Na 1 m² haly připadá jen 7 – 9 nosnic. Tento typ chovu nosnic je charakteristický nejvyšším podílem znečištěných vajec, nejvyšším úhynem nosnic, výskytem parazitů a velmi obtížnou kontrolou zdravotního stavu zvířat. V případě, že se nedaří udržet dobrá čistota vaječné skořápky, zvyšuje se ve vaječném obsahu množství reziduí z léčiv z látek, která jsou obsažena v trusu, i zvýšené množství těžkých kovů, které nosnice přijaly z pastvy z povrchu zelených rostlin. Náklady na výrobu vajec jsou nejvyšší ze všech dříve uvedených systémů chovu (Kosař et al. 2004). Specifikou výběhových chovů jsou tzv. „wintergarden“, ve kterých je omezený výběh navazující na halu. Tento výběh je krytý. Výhodou jsou lepší podmínky pro slepice v porovnání s klasickým výběhovým systémem (Tauson, 2005).

Samostatnou kapitolou je chov nosnic v ekologickém systému chovu. Z dlouhodobého hlediska se zvyšuje poptávka po potravinách vyprodukovaných v ekologickém zemědělství. Ekologické zemědělství je moderní formou hospodaření, ve které je zakázáno používání chemických látek. Produkuje vysoce kvalitní potraviny, přináší výhody pro spotřebitele, chovaná zvířata i pro životní prostředí (Dvořáčková 2016). Chov nosnic v režimu ekologického zemědělství je takový chov, který je vázán na půdu, která je ekologicky obhospodařována a chované nosnice dostávají krmení, které bylo vypěstováno a zpracováno v systému ekologického zemědělství (Šarapatka et al. 2006). Druhy vhodné pro chov ve výběhu jsou daleko odolnější a mohou být chovány pro více účelů, není tedy vhodné použít k chovu hybridní plemena nosnic určená do velkochovu (Moudrý et al. 2007). Nosnice musí mít vždy, pokud to klimatické podmínky umožňují, přístup do výběhu. Doporučuje se, aby nosnice minimálně třetinu svého života strávila ve výběhu. Výběhy musí být z větší části pokryty vegetací, dále by se ve výbězích měly vyskytovat stromy, křoví, nebo přístřešky, které slouží jako vhodný úkryt pro nosnice. Nosnice musí mít neomezený přístup k odpovídajícímu počtu napáječek a ke krmivu. Chovy v klecích v režimu ekologického zemědělství nejsou povoleny. Pokud chovatel využívá regulaci osvětlení, může být pro nosnice maximální doba světla 16 hodin a minimálně osmihodinová fáze tmy bez přerušení.

Není pravidlem, že je podnik zaměřen pouze na produkci vajec. Chov slepic je mnohdy doplňkem jiného zaměření, a z tohoto důvodu se podmínky pro chov nosnic liší. Častějším typem je voliérový chov nosnic, z určité části shodný s voliérymi používanými v konvenčním systému zemědělství. Tento typ umožňuje nosnicím k pohybu a létání až 90 % prostoru. V ekologickém zemědělství jsou využívány v četných obměnách a v kombinaci s výběhy (Juršík 2006). Nosnice chované v ekologickém systému chovu mají vyšší spotřebu krmiva a hmotnost vajec bývá vyšší oproti systému chovu bez výběhu (Roth & Bohmer 2008). Ferrante et al. (2009) ve svém výzkumu poukazují na nižší četnost agresivního klování v ekologickém chovu než v chovu na podestýlce, na to má pravděpodobně vliv jak intenzita světla, tak hustota nosnic na chované ploše. Dle nařízení Rady ES č. 834/2007 je plocha hal pro nosnice v ekologickém zemědělství limitována maximálně na 6 ks na m², plochu výběhů minimálně 4 ks na m², maximální počet v jedné drůbežárně činí 3 000 kusů.

Velmi významným odvětvím v chovu drůbeže jsou drobnochovy. V České republice má domácí chov drůbeže dlouholetou tradici. Více než polovina stavů drůbeže je chována právě u drobnochovatelů. Nemalou skupinu tvoří zájmoví chovatelé, kteří mají chov drůbeže jako koníček, který jim skýtá aktivní odpočinek. Drobní chovatelé mají také velkou zásluhu na udržení genových zdrojů (Šonka et al. 2006).

3.3 Užítkovost a zdravotní stav slepic v různých systémech ustájení

Z většiny prací zaměřených na porovnání snášky v klecích a v alternativních systémech vyplývá, že produkci vajec významným způsobem ovlivňuje systém ustájení drůbeže. Obecně platí, že vyšší produkci vajec zajišťují klecové systémy (Tůmová 2007).

Ve svém výzkumu se Tiller (2001) zabýval podrobným srovnáním klecových a alternativních chovů z hlediska užítkovosti nosnic. Pozornost byla věnována především porovnání délky snášky, mortality, celkového počtu snesených vajec a spotřeby krmiva na jedno vejce. Z výsledků jeho studie vyplývá, že alternativní systémy jsou z hlediska snášky nesrovnatelné s klecovými systémy. Snáška v klecích byla 332 vajec a ve výběhových chovech 257. Z výsledků výzkumu Leenstry et al. (2012), který byl realizován ve Švýcarsku, Francii a Nizozemsku vyplývá, že jsou značné rozdíly ve snášce nosnic v chovu v konvenčním zemědělství a v ekologickém. V ekologickém chovu byla snáška nižší. Englmaierová (2012) uvádí, že těžší vejce byla snesena v alternativních systémech ustájení, na podestýlce a ve voliéře, kde byla současně nižší intenzita snášky oproti klecovému ustájení. Je tedy pravděpodobné, že zejména nižší intenzita snášky ovlivnila hmotnost vajec více než systém ustájení. Podle výsledků práce Kleckera et al. (2003), kteří se zaměřují ve své studii na průměrnou snášku nosnic v různých systémech ustájení, je nejnižší snáška v podestýlkovém systému chovu. Machander (2007) uvádí srovnání snášky v klecích a na podestýlce v testační stanici, na podestýlce měl nejvyšší snášku hybrid Bovans Goldline, který snesl 344 vajec při nejvyšší hmotnosti vajec 65,5 g. Z těchto výsledků je zřejmé, že užítkovost může být výrazně ovlivněna i genotypem slepic v konkrétním systému ustájení. S tímto tvrzením se shodují Leyendecker et al. (2001), kteří posuzovali užítkovost bělovaječných a hnědovaječných slepic ustájených v klecích, aviarech a ve výběžích. Z jejich

výsledků je zřejmá interakce mezi genotypem a systémem ustájení, kdy je velmi důležité zvolit vhodného hybridu ve vztahu k systému ustájení. Tůmová & Ebeid (2005) konstatují, že systém ustájení má rovněž vliv na dobu snesení vajec. Jejich studie ukázala, že nosnice ustájené v klecích snesly nejvíce vajec do 6.00 h, zatímco nosnice chované v podlahovém systému chovu snesly nejvíce vajec do 10.00 h.

Systém ustájení má zásadní vliv rovněž na spotřebu krmiva. Appleby et al. (2002) uvádějí, že slepice chované v klecových systémech mají nižší spotřebu krmiva než slepice ustájené v systémech jiných. To také potvrzuje studie Kleckera (2003) ze které bylo vyhodnoceno, že spotřeba krmiva na 1 kg vaječné hmoty je u obohacených klecí 2,12 kg/kg a u podestýlkového chovu 3,13 kg/kg. Tyto studie jsou v souladu s tvrzením Leyendeckera (2001), který tvrdí, že v systému chovu slepic s výběhem je větší spotřeba krmiva v porovnání s klecovým systémem ustájení. Garces et al. (2001) poukazuje na to, že u slepic ustájených v systému s výběhem působí na spotřebu krmiva rovněž stresová zátěž způsobená kolísáním teplot mezi halou a vnějším prostředím. Příkryl et al. (2012) uvádějí, že v chovu nosnic ve voliérách je v důsledku lepšího využití krmiva vyrovnanější snáška i lepší kvalita oproti podlahovým chovům.

Wall (2011) zkoumal užitek nosnic a kvalitu vajec v závislosti na ustájení v různých typech klecí. Ve studii byly porovnávány 4 typy obohacených klecí, a to klece pro 8, 10, 20 a 40 nosnic. Výskyt kanibalismu, mortalita a užitek nebyly typem klece ovlivněny. Ovlivněna však byla vnější kvalita vajec, která byla vyšší v klecích pro 8 nosnic v porovnání s klecemi pro 20 a 40 nosnic, vejce v klecích pro 10 nosnic dosahovala středních hodnot. Z výsledků vyplývá, že klece s větší kapacitou mají vliv na zhoršenou kvalitu vajec v důsledku snášení vajec mimo snáškové hnízdo. Hulzebosch (2006) zkoumal užitek nosnic v závislosti na typu ustájení. Nejdélejší snášku vykazovaly nosnice ve voliérách (391 dní), nejvyšší intenzitu snášky nosnice z klecí (89,3 %), nejvyšší snášku nosnice z voliér (325 ks), nejvyšší hmotnost vajec nosnice z ekologického chovu (63,7 g), nejvyšší hmotnost vyprodukované vaječné hmoty nosnice z voliér (20 kg), nejnižší konverzi krmiva nosnic z klecí (2,07 kg) a nejnižší míru úhynu také nosnice z klecí (6,3 %). Z výsledků studie je patrné, že chov v klecích je ekonomicky nejvýhodnějším systémem ustájení. Ze studie Varguez-Montero et al. (2012) vyplývá, že vhodný systém chovu nosnic se může lišit v závislosti na klimatických podmínkách. Poukazují na to, že v některých klimatických pásmech se může výběhový chov vyrovnat chovu klecovému. Freire & Cowling (2013) vytvořili práci, jejímž cílem bylo vyhodnotit závěry různých studií, které zkoumaly vliv systému ustájení na welfare a užitek nosnic. Práce byla vytvořena systémem sčítání rozdílných závěrů jednotlivých studií porovnávajících klecové a alternativní chovy. Výsledkem této práce bylo, že produkce vajec byla vyšší v klecovém systému než v alternativních systémech, pevnější kosti měli slepice chované v alternativních systémech a víc přirozené chování rovněž vykazovaly nosnice v alternativních systémech. Překvapivým závěrem bylo, že míra agresivního chování, ozobávání peří, zranění a úmrtnosti mezi systémy se nelišila.

Na systému ustájení je závislý i úhyn slepic. Tůmová (2007) upozorňuje na různé příčiny mortality v jednotlivých systémech u slepic chovaných v klecích je častější výskyt

arthritis, slabosti končetin (klecová únava slepic), syndromu tučných jater a selhání srdce. U slepic chovaných ve voliérách se častěji vyskytují paraziti (červi a roztoči), což je typické pro chovy, kdy slepice přicházejí do kontaktu s trusem. Rovněž byl zaznamenán zvýšený výskyt oštipování peří a kanibalismu u slepic chovaných v aviarech. Elson & Croxal (2006) uvádějí velmi nízkou mortalitu v porovnání s ostatními systémy chovu, dále poukazují na to, že v klecovém systému chovu byl nižší výskyt zranění hřebenu, deformací kýlu hrudní kosti a otlaků na běhácích ve srovnání s alternativními systémy chovu. Rozdíly v příčinách úhynu mezi jednotlivými systémy ustájení prokázali i Fossum et al. (2009), z výsledků jejich studie je zřejmé, že významně vyšší výskyt bakteriálních a virových onemocnění a kanibalismu se projevuje u nosnic chovaných na podestýlce a ve volném výběhu než u chovů klecových. Dále uvádějí, že hlavními příčinami zvýšeného úhynu v chovech nosnic bývá kokcidióza, roztoči, lymfoidní leukóza a kanibalismus. Kanibalismu se jednotlivé slepice naučí a může se rozšířit na velkou část hejna a stát se v hejnu sociálním projevem. Méně častými diagnózami jsou Newcastle'ská nemoc, pasteurelóza a botulismus. Leyendecker et al. (2001) poukazují v souvislosti s kanibalismem na vysokou mortalitu při ustájení na podestýlce, kde úhyn může být až 25 %. Keeling & Gonyou (2001) uvádějí jako příčiny kanibalismu a ozobávání peří intenzitu světla, systém ustájení, hustotu skupin a umístění hnízd v budově a jejich vzhled. Tiller (2001) za jeden z klíčových problémů chovu nosnic na hluboké podestýlce považuje klování peří, které může přejít až v poškození kůže, kdy takto poraněná zvířata mohou uhynout. Podle Tausona (2005) je důležité zlepšit zdravotní kontrolu větších skupin zvířat, především kontrolu parazitárních onemocnění, výskyt kanibalismu a kvality vzduchu. Hartung et al. 2009 uvádějí, že také v chovu nosnic ve voliérách patří k problémům především výskyt kanibalismu, který se zvyšuje s velikostí skupiny a ozobávání peří působící bolest až úhyn a snížení produkce. Možnost většího pohybu zároveň podporuje možnost vzniku zranění končetin a zvyšuje znečištění vzduchu. V porovnání s klecovými chovy je snížená hygiena vajec. Newberry (2004) konstatuje, že výskyt kanibalismu v hejnu se špatně odhaduje a vyskytuje se ve všech systémech ustájení, zejména v alternativních. Shimmura et al. (2008) zkoumali rozdíl v chování nosnic v systémech s výběhy a bez výběhů. Nosnice s možností výběhu projevovaly nižší agresivitu, ozobávání a vytrhávání peří vůči ostatním nosnicím. Stockholm et al. (2010) uvádějí, že kanibalismus společně s E. coli infekcí a zácpou, je jednou z nečastějších příčin úhynu v některých zkoumaných ekologických farmách v Dánsku.

3.4 Kvalita vajec slepic v různých systémech ustájení

3.4.1 Složení vejce

Vejce je jednou z nejdostupnějších, velmi kvalitních potravin, je bohaté na minerální látky a mastné kyseliny a díky aminokyselinám má i vysokou biologickou hodnotu. Vejce je zároveň pro člověka lehce stravitelné, a to až z 98 % (Figueired et al. 2013).

Vejce je složeno ze tří hlavních částí, těmi jsou skořápka, bílek a žloutek. Vnější vrstvu vejce tvoří skořápka, která obklopuje vaječný bílek a žloutek. Vnitřní část vejce tvoří žloutek, který je uložen ve středu vejce a bílek, kterým je žloutek obklopen. Skořápka tvoří 9 – 12 % z celkové hmotnosti vejce, bílek se svými 60 % zastupuje největší část, a žloutek 30 – 32 % (Zaheer 2015). Ahmadi & Rahimi (2011) uvádějí, že procentuelní zastoupení

jednotlivých částí vejce závisí na hmotnosti vejce. U malých vajec je ve vyšším poměru zastoupen žloutek, dále se zvyšuje procentuelní zastoupení skořápky, u větších vajec je tomu naopak. Tang et al. (2015) uvádějí, že na složení vajec má vliv hned několik faktorů. Jako ty nejdůležitější se uvádějí především genotypová příslušnost, věk a výživa nosnic. Způsob ustájení také značně ovlivňuje kvalitu vajec (Matt et al. 2009)

Skořápka se vytváří v děloze nosnice po dobu až 18 hodin a více. V pochvě je překryta kutikulou, která utěsňuje póry ve skořápce, také brání nadměrnému vypařování vody z vejce a chrání vejce před patogeny (Jacob et al. 2011). Oliveira et al. (2013) udávají, že mimo patogeny chrání skořápka také před vniknutím mikroorganismů do vejce. Skořápka představuje životně důležitou ochranu pro vyvíjející se embryo během jeho vývoje. Není však jen ochranou vyvíjejícího se embrya, je prostoupena kanálky (póry), které umožňují kyslíku (O_2) proniknout dovnitř. Naopak jimi uniká oxid uhličitý (CO_2) spolu s vodní párou, což umožňuje „dýchání“ mláďete. Murakami et al. (2007) uvádějí, že vaječná skořápka má dvě podskořápečné blány, skládající se ze směsi proteinů a glykoproteinů. Blány jsou úzce spojeny se skořápkou, s výjimkou tupého konce, kde se oddělují a tvoří vzduchovou komoru (bublinu). Vzduchová bublina se zvětšuje se stářím vejce (Zaheer 2015). Hmotnost skořápky je asi 5 g, obsahuje 2,2 g vápníku, což představuje zhruba 44 % z hmotnosti skořápky. Celá skořápka představuje přibližně 11 % z celkové hmotnosti vejce (Walters 2007). Skořáčku tvoří hlavně anorganické látky, zastupují až 95 % jejího složení, a látky organické, které jsou zastoupeny pouze 3 – 5 %. Skládá se z bílkovinných vláken, která jsou propojena pomocí krystalů uhličitanu vápenatého. Krystaly uhličitanu vápenatého jsou ve skořápce zastoupeny až z 94 % (Mine 2008). Dále se na stavbě podílí fosforečnan vápenatý a uhličitan hořečnatý. Tyto látky jsou ve skořápce zastoupeny cca 1 %. Zbytek tvoří organické látky a voda. Nejběžnější barva vaječné skořápky je bílá a hnědá, existují ale i vejce s modrou či zelenou skořápkou. Barva skořápky záleží na genetickém založení jedince. Kvalitu ani chuť vajec neovlivňuje (Zaheer 2015). Jacob et al. (2011) ale tvrdí, že tmavší vejce mají silnější skořáčku.

Další částí vejce je bílek. Bílek chrání embryo a současně představuje zásobu vody a bílkovin. Hlavní složkou vaječného bílku je voda, která je zastoupena v rozmezí od 84 do 89 % (od vnější do vnitřní vrstvy bílku). Bílek se dále skládá z proteinů, které patří mezi pevné složky bílku a představují asi 10 až 11 % hmotnosti bílku, zatímco sacharidy (hlavně glukóza), lipidy a minerální látky patří mezi menšinové složky bílku (Walters 2007). Bílek dále obsahuje riboflavin a další vitamíny skupiny B (FAO 2010). Ahmadi & Rahimi (2011) uvádí, že z bílkovin, které se nacházejí v bílku je nejdůležitější ovalbumin (54 %), ovotransferrin (13 %), ovomukoid (11 %), α - a β -ovomucin (1,5 – 3 %) a lysozym (3,5 %), který má schopnost chránit buněčné stěny gramnegativních bakterií, díky čemuž působí jako ochranný faktor bránící průniku mikroorganismů k zárodku. Halaj & Golian (2011) uvádí, že bílek zaujímá prostor mezi žloutkem a skořápkou. Na struktuře bílku se podílí hustý a řídký bílek. Od skořápky směrem ke žloutku se tyto vrstvy dělí na vnější řídký bílek, vnější tuhý bílek, vnitřní řídký bílek a vnitřní tuhý bílek, kterému se jinak říká chalázový bílek (Jacob et al. 2011). Nys et al. (2011) udávají přesné procentuelní zastoupení jednotlivých bílků, a to 3 % chalázového bílku, 17% podíl vnitřního řídkého bílku, vnější řídký bílek je zastoupen 23 % a vnější tuhý bílek tvoří více než polovinu (57 %). Mine (2008) uvádí, že poměry

vrstev bílků se mohou lišit v závislosti na genotypu nosnice, podmínkách prostředí a celkové velikosti samotného vejce. Dále popisuje chalázovou vrstvu jako želatinou vrstvu, pokrývající celý vaječný žloutek. Chaláza je elastická a z části umožňuje žloutek otáčet. Nejpoužívanějším parametrem pro hodnocení kvality bílku jsou Haughovy jednotky, vytvořené Raymondem Haughem v roce 1937. Tato metoda spočívá v měření výšky hustého bílku a hmotnosti vejce. Čím je tato hodnota vyšší, tím je bílek, potažmo vejce kvalitnější (Stadelman et al 1995).

Poslední a zároveň výživově nejbohatší složkou vajec je žloutek. Ve žloutku je obsažen zárodečný terčík, který slouží k vývoji a zásobě živin pro vyvíjející se zárodek (Walters 2007). Nys et al. (2011) upřesňují, že zárodečný terčík je 3,5 mm velký šedý útvar, který se nachází na vrcholu žloutkové koule. Žloutek je důležitým zdrojem energie, obsahuje více než 50 % sušiny a jsou v něm obsaženy vaječné lipidy. Jsou tvořeny z 65 % triglyceridy, 31 % fosfolipidy a 4 % obsahu žloutku tvoří cholesterol. Podíl nasycených a nenasycených mastných kyselin lze upravit výživou nosnice. FAO (2010) uvádí, že nutriční obsah vaječného žloutku tvoří především voda (50 %), tuky (33 %) a bílkoviny (16,5 %). Na jeho složení se podílejí ale i další látky, mezi které patří vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K), minerální látky (např. železo), lecitin a barviva. Tang et al. (2015) ve svém výzkumu uvádějí, že žloutek nosnic obsahuje vysoké hladiny nasycených mastných kyselin a cholesterolu. Obsah cholesterolu je kolem 1000 mg na 100 g žloutku. Mikulski et al. (2012) zjistili, že použitím probiotik (*Pediococcus acidilactici*) se snížil obsah cholesterolu ve žloutku o 1,2 mg/g. Zaheer (2015) konstatuje, že na uspořádání žloutku se podílí střídající se vrstvy světlého a tmavého žloutku. Hlavní složkou světlého žloutku je voda, která tvoří téměř 90 %, zbytek obsahu tvoří bílkoviny a tuky. Na celkové hmotnosti žloutku se podílí pouze cca 5 %. Tmavý žloutek má zejména zásobní funkci. Obsahuje cca 35 % tuků, 16 % bílkovin a velké množství karotenoidních barviv lipofilního charakteru. Rozdíly ve skladbě žloutkové hmoty jsou zapříčiněny nerovnoměrným uložením barviv během tvorby žloutku. Kvalita žloutku souvisí s jeho vzhledem, texturou, pevností a přítomností krevních a masových skvrn (Ahmadi & Rahimi 2011). Hejlová (2001) upozorňuje na vliv stárnutí vajec na tvar žloutku v důsledku postupného ztenčování membrány. Čím je vejce starší, tím je žloutek nižší a širší. Jacob et al. (2011) uvádějí, že barva žloutku se hodnotí subjektivně nejčastěji podle stupnice La Roche. Tato stupnice se skládá z 14 vzorků barev, které se přikládají ke žloutku. Většina spotřebitelů preferuje tmavě oranžovou barvu žloutku, proto je krmivo nosnic upraveno tak, aby jim bylo vyhověno. Dvořák et al. (2007) zjistili, že preference barvy žloutku se liší podle geografického původu obyvatel. Prombergerová (2012) uvádí, že pokud jsou žádoucí ve vejcích žlutooranžové žloutky, je potřeba obohatit krmnou dávku o krmiva bohatá na flavonoidy a karotenoidy, např. kukuřici. Kljak et al. (2012) zjistili, že vejce s tmavšími žloutky jsou obvykle považována za kvalitnější. Zaheer (2015) upozorňuje na to, že barva žloutku nemá žádnou souvislost s jeho nutriční hodnotou.

3.4.2 Kvalita vajec ve vztahu k systému ustájení

System chovu nosnic má velký vliv na kvalitu vajec, a to včetně jejich fyzikálně chemických vlastností (Giannenas et al. 2009). Jednou z hlavních charakteristik fyzikální kvality vajec je jejich hmotnost, která má velký vliv i na ekonomiku. Vyšší hmotnost vajec snesených v klecích uvádějí Jenderal et al. (2004) v porovnání s chovem na podestýlce. To je v souladu s výsledky Lewka & Gornowitza (2001) či Varguez-Montera (2012) které uvádějí, že vejce od slepic z klecí měla vyšší hmotnost oproti ostatním systémům. Avšak Klecker et al. (2002) či Tůmová & Ebeid (2005) zjistili vyšší hmotnost vajec snesených na podestýlce než v klecích. Hidalgo et al. (2008) prokázali, že v systémech chovu s volným výběhem měla vejce v průměru vyšší hmotnost než vejce z klecových chovů. Tyto výsledky se shodují s výsledky autorů Van Den Branda et al. (2004). Van Niekerk (2014) popisují, že zvýšený pohyb nosnic ve voliérách mezi etážemi může mít za následek nižší hmotnost vajec nebo nižší podíl žloutku. To je v souladu s tvrzením Samiullaha et al. (2014), kteří uvádějí, že vejce z konvenčních chovů mají vyšší hmotnost než vejce z voliér. Minelli et al. (2007) uvádějí nižší hmotnost vajec z ekologického chovu v porovnání s chovem v systému konvenčního zemědělství. Toto tvrzení je z části v rozporu s tvrzením Rose et al. (2004), kteří zaznamenali významně vyšší hmotnost vajec z ekologického chovu při krmné dávce bohaté na bílkoviny v porovnání s chovem z konvenčního zemědělství.

Yilmaz Dikmen et al. (2017) sledovali kvalitu vajec v různých systémech ustájení. Konkrétně zkoumali vliv konvenčních klecí, obohacených klecí a volného chovu na vnitřní i vnější parametry kvality vajec nosnic Lohmann Brown. U těchto vajec byly sledovány různé parametry kvality, mezi které patří hmotnost vejce, skořápky, žloutku a bílku, tloušťka a pevnost skořápky, index tvaru vejce, index žloutku a bílku, podíl skořápky, podíl žloutku a bílku z vejce, barva žloutku a Haughovy jednotky. Nejvyšší hmotnost vajec a zároveň hmotnost všech vaječných částí byla zjištěna u vajec v chovech s výběhem. Nejvyšší hodnoty indexu žloutku a bílku a Haughových jednotek byly také naměřeny u vajec z výběhového chovu. Pevnost a tloušťka skořápky, barva žloutku a podíl skořápky, podíl žloutku a bílku z vejce vykazovaly ve všech systémech chovu velmi podobné výsledky. Závěrem bylo, že vejce z výběhového chovu měla celkově lepší kvalitu než vejce z konvenčních a obohacených klecí. Karcher et al. (2015) zjistili, že vejce od nosnic z voliérového systému ustájení měla nižší Haughovy jednotky v porovnání s vejci z obohacených klecí. Toto tvrzení je v nesouladu s tvrzením autorů Leyendeckera et al. (2001), kteří pozorovali vyšší Haughovy jednotky ve vejcích z voliér. Lewko & Gornowicz (2001) uvádí vyšší Haughovy jednotky u vajec z podestýlky.

Tůmová (2007) konstatuje, že obecně platí, že vejce s vyšší kvalitou skořápky pocházejí z klecových chovů. Tato vejce obvykle mají vyšší tloušťku i pevnost skořápky. Toto tvrzení je v nesouladu s tvrzením Mertensena et al. (2006), kteří konstatují, že vejce od nosnic z obohacených klecí měly tenčí skořápku ve srovnání s vejci z voliér. Se stejným tvrzením přichází také autoři Hidalgo et al. (2008), kteří zjistili, že tloušťka skořápky byla nejnižší u vajec z klecových chovů, zatímco z volného výběhu a voliér měla vejce lepší výsledky. Scholz et al. (2008) zjistili vyšší pevnost a tloušťku skořápky ve voliérách v

porovnání s obohacenými klecemi. Leyendecker et al. (2001) uvádějí, že vejce z voliér mají vyšší hmotnost skořápky a vyšší podíl skořápky v porovnání s vejci od nosnic ustájených v obohacených v klecích. Van den Brand et al. (2004) zaznamenali silnější skořápku a pevnost u vajec od nosnic chovaných v systému ustájení s výběhem oproti klecovému chovu a voliérám. Pištěková et al. (2006) zjistili, že vejce pocházející z chovu na podestýlce mají skořápku o nižší hmotnosti. Ledvinka et al. (2004) uvádějí rozdíly v hmotnosti vaječné skořápky v různých systémech ustájení a dále uvádějí, že vejce z chovů na podestýlce mají silnější skořápku.

Leyendecker et al. (2001) konstatují, že procentuální podíl bílku dosahuje podstatně vyšších hodnot v alternativních systémech chovu. Basmacioglu & Ergul (2005) uvádějí, že vejce pocházející od nosnic z podestýlkových chovů se vyznačují vyšší hmotností bílku než vejce od nosnic z klecových chovů. S tímto názorem souhlasí Klecker et al. (2002) a Pištěková et al. (2006). Naopak Tůmová & Ebeid (2005) udávají, že vyšší podíl bílku mají vejce od nosnic z klecových chovů v porovnání s vejci od nosnic z podestýlkových chovů, přestože byly rozdíly minimální. Stejnou informaci uvádějí i Lewko & Gornowicz (2011). Zita et al. (2009) konstatují, že systém ustájení má vliv na hodnoty Haughových jednotek, dále uvádějí nižší hodnoty u podestýlkových chovů.

Zemková et al. (2007) uvádějí, že kvalitu žloutku, ale i koncentraci cholesterolu také ve značné míře ovlivňuje systém ustájení. Nejnižší koncentrace cholesterolu ve vejci i vaječném žloutku byla ve vejcích z obohacených klecí, naopak nejvyšší koncentrace cholesterolu byla ve vejcích z podestýlkových chovů. Leyendecker et al. (2001) zjistili lepší hodnoty indexu žloutku a kvalitnější barvu žloutku v alternativních systémech chovu. To je v rozporu se zjištěním Yanga et al. (2014), kteří tvrdí, že vejce vyprodukované nosnicemi, které jsou chované v klecích, mají vyšší index žloutku. Klecker et al. (2003) uvádějí, že je zaznamenán vyšší výskyt masových a krevních skvrn v chovech s výběhem. To je v rozporu s výsledky Halaje & Goliana (2011), kteří pozorovali vyšší výskyt masových a krevních skvrn při ustájení slepic v klecovém systému. Pištěková et al. (2006) uvádějí, že vliv ustájení na hmotnost žloutku nebyl prokázán. Hidalgo et al. (2008) ve svém pokusu porovnávali kvalitu vajec z různých systémů, došli k závěru, že vejce z ekologického chovu měla nejméně vybarvené žloutky ve spojení s nízkým obsahem ekvivalentů beta-karotenu. Singh et al. (2008) zjistili, že vejce nosnic chovaných na podestýlce měla tmavší barvu žloutku oproti žloutkům pocházející z vajec nosnic chovaných v klecích, i když byly nosnice krmeny shodným krmivem. Důvodem může být nižší počet snesených vajec u nosnic v podlahovém chovu. Bell & Weaver (2002) konstatují, že barva žloutku je lehce ovlivnitelná dodáním karotenoidů v krmné dávce, často hlavním zdrojem těchto pigmentů ve výživě slepic bývá kukuřice.

Systém ustájení také významně ovlivňuje celkový počet mikroorganismů na povrchu vajec a mikrobiální kontaminaci bakteriemi *Enterococcus* a *Escherichia coli*. Nejnižší hodnoty bakteriální kontaminace byly zjištěny u vajec z klecového systému chovu. Následovala vejce z voliérových chovů a nejvyšší hodnoty kontaminace byly zjištěny u vajec z podestýlkových chovů. Z těchto výsledků vyplývá, že z hlediska bezpečnosti vajec jsou nejvhodnější volbou obohacené klece (Englmaierová et al. 2014). Svobodová & Tůmová (2013) uvádějí, že až

dvojnásobně větší kontaminace byla zjištěna u vajec z výběhu oproti vejcím z obohacených klecí. Vits et al. (2005) uvádí, že v klecovém chovu je oproti ostatním systémům ustájení vysoká úroveň hygieny vajec. Singh et al. (2008) udávají jako důvod nižší bakteriální kontaminace v klecovém systému chovu oddělení vajec od výkalů. Zatímco vejce z podlahového systému chovu přicházejí do styku s podestýlkou, ve které se nacházejí výkaly. Také Ledvinka et al. (2012) konstatují, že vejce z chovných systémů, kde nosnice přijde do přímého kontaktu se svým trusem, zejména v systémech chovu na hluboké podestýlce, vykazovala mnohonásobně vyšší mikrobiální kontaminaci povrchu vaječné skořápky. Klecker et al. (2002) porovnávali míru znečištění skořápky v konvenčních klecích, obohacených klecích a na podestýlce. V konvenčních chovech v porovnání s obohacenými klecemi se vyskytovaly více plísně. Celkový počet mikroorganismů byl nejvyšší v podestýlkovém chovu, stejně jako výskyt bakterií *Escherichia Coli* i plísní, navíc se zde vyskytovaly i streptokoky. Waegeneers et al. (2009) uvádějí, že valná většina drobnochovatelů nosnic si vůbec neuvědomuje často velmi vysoké riziko kontaminace vajec ve své vlastní domácí produkci.

4 Závěr

Za ekonomicky nejvýhodnější systémem ustájení v chovu slepic je považován chov v klecích. Mezi klady v chovu nosnic v klecích patří vysoká produktivita práce, lepší zdravotní stav slepic a vysoká produkce vajec z 1 m² podlahové plochy. Z hlediska ekonomiky vejce pocházející z tohoto systému ustájení vykazují sice nižší hmotnost, ale dosahují vyšší úrovně kvality vaječného obsahu a pevnější skořápky. Jediným nedostatkem tohoto typu chovu, co se týče kvality vajec, je vyšší výskyt vajec s porušenou skořápkou. V klecových systémech je také díky zamezení kontaktu slepic s trusem vykazováno nižší procento znečištěných vajec s velmi malou bakteriální kontaminací skořápky. V porovnání s alternativními systémy ustájení jsou výrobní náklady na jedno vejce nižší. To je zapříčiněno vysokým stupněm automatizace a hustotou osazení haly, dobrou konverzí krmiva bez výkyvů ve snášce a nízkým úhynem.

Vhodnou alternativou ke klecovým systémům jsou alternativní systémy ustájení, které usilují o sloučení ekonomiky provozu se zásadami welfare zvířat. Do alternativních systémů chovu patří chov ve voliérách, chov na podestýlce, chov s výběhem a ekologický chov. Tyto chovy umožňují slepicím nejen volný pohyb, ale umožňují jim také projevit své přirozené chování. Mezi přirozené chování slepic patří popelení, běhání a létání. Slepice v těchto ustájeních mají možnost hřadování, hrabání, snášky vajec v hnízdech a dostatek napájecího a krmného prostoru. Jedním z nedostatků těchto systémů je stres působící na nosnice v důsledku sociálního složení hejna, které je jednou z příčin kanibalizmu. Dále je v těchto systémech pozorován vyšší výskyt vnějších a vnitřních parazitů a zvýšení počtu onemocnění dýchacího a zažívacího aparátu. V tomto systému je produkováno vyšší procento vajec se znečištěnou skořápkou, což může vést k nebezpečí přenosu salmonelózy a *Escherichia coli* infekcí. Z mnoha studií vyplývá, že vejce snesená v alternativních chovech mají vyšší hmotnost než vejce z klecových systémů ustájení. 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.

Při porovnání jednotlivých systémů, které jsou využívány v chovu nosnic, nelze jednoznačně říci, který systém je ten nejvhodnější. Při volbě systému ustájení by se kromě ekonomiky chovu měla brát v úvahu i životní pohoda nosnic a pohled spotřebitele. U spotřebitelů v některých zemích EU se zvyšuje zájem o vejce vyprodukované z alternativních systémů a jsou ochotni si za tato vejce připlatit. V České republice zájem o vejce z alternativních chovů zatím není tak velký. Většina spotřebitelů v České republice se při výběru potravin, tedy i vajec, řídí primárně cenou, která je často i několikanásobně vyšší, a ne tím, kde a jak jsou zvířata chována a jakým způsobem jsou zemědělské produkty vyráběny. Nicméně je v České republice pozorován pozvolný růst zájmu spotřebitele o kvalitu života chovaných zvířat a tím i roste poptávka po vejcích z alternativních chovů.

Závěrem je možné konstatovat, že výhodným systémem ustájení se zdají být obohacené klece. Tento typ ustájení nabízí nosnicím dostatečný životní prostor pro pohyb, pro přirozené chování a dobrý zdravotní stav. Také z pohledu kvality vajec se dá chov v klecích považovat za velice příznivý, vejce mají sice nižší hmotnost, ale kvalita skořápky a vaječného obsahu dosahuje vyšší úrovně. Nicméně pohled spotřebitele na jednotlivé systémy ustájení nosnic je individuální. V dnešní době se také setkáváme, obzvláště v médiích, s velkou

kritikou klecových chovů. Je však zapotřebí, věřit jen důvěryhodným zdrojům, a veškeré uváděné informace si ověřovat, a nenechat se ovlivnit informacemi, které nám jsou podsouvány širokou veřejností. Je důležité nechat spotřebitele, aby si sám vybral, jaká vejce si koupí a nezakazovat plošně klecový systém chovu.

5 Seznam literatury

- Acamovic T, Sandilands V, Kyriazakis I, Sparks N. 2008. The effect of organic diets on the performance of pullets maintained under semi-organic conditions. *The International Journal of Animal Biosciences*. **2**:117-124.
- Aerts JM, Wathes CM, Berckmans D. 2004. Environmental management for laying hens. CABI Publishing. **1**:283-297.
- Ahmadi F, Rahimi F. 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: a review. *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.
- Anonym 2004. Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat ze dne 14. dubna 2004. Aktuální znění leden 2017. Mze
- Anonym. 2013. Nosné hybridy. WordPress. Available from <http://slepice.info/kur-domaci/nosne-hybridy> (accessed March 2013).
- Anonym. 2015. Nosnice v obohacených klecích. Agrico. s.r.o. Třeboň.
- Anonym. 2019. Komoditní karta vejce 2019. Mze. Available from <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/zivocisna-vyroba/zivocisne-komodity/drubez/> (accessed March 2019).
- Algers BO et al. 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal*. **197**:1-23.
- Appleby MC, Hughes BO, Elson HA. (1992). *Poultry Production Systems: Behaviour, Management and Welfare*. CAB International. **120**:420-421.
- Appleby MC, Walker AV, Nicol CJ, Lindberg AC, Freire R, Hughes BO, Elson HA. 2002. Development of furnished cages for laying hens. *British Poultry Science*. **43**:489-500.
- Alvez SP, da Silva IJO, Piedade SMS. 2007. Laying hens welfare evaluation: effects of rearing system and bioclimatic environment on performance and egg duality. Scielo. Piracicaba. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982007000600023&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt (accessed September 2007)
- Balnavé D, Brake J. 2005. Nutrition and management of heat-stressed pullets and laying hens. *World Poultry Science*. **61**:399-406.
- Basmacioglu H, Ergul M. 2005. Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of egg in laying hens – the effect of genotype and rearing system. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. **29**:157-164.
- Bennett DC, Yee A, Rhee YJ, Cheng KM. 2011. Effect of diatomaceous earth on parasite load, egg production, and egg quality of free-range organic laying hens. *Poultry Science*. **90**:1416-1426.

- Blair R. 2008. Nutrition and feeding of organic poultry. CABI.
- Blair R. 2011. Organic production and food quality. John Wiley & Sons.
- Brouček J, Botto L, Šoch M. 2008. Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám: metodika pro zemědělskou praxi. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. České Budějovice.
- Brouček J, Benková J, Šoch M. 2011. Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare. JU-ZF. České Budějovice.
- Brouček J, Čermák B. (2014). Harmful gases emissions from poultry and possibilities of their reduction. ECOLOGIA Bratislava. **34**:89-100.
- Brestenský V, et al. 2015. Chov hospodářských zvířat. Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra. Nitra.
- Burbaugh B, Toro E, Gernat A. 2010. Introduction to pasture-raised poultry: getting started. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Dvořáčková MT. 2016. Ministerstvo zemědělství - podporujeme tradici a rozvoj venkova České republiky. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Dvořák P, Straková E, Kunová J, Kunová V. 2007. Egg yolk colour depends upon the composition of the feeding mixture for laying hens. Acta Vet. Brno. **76**:121-127.
- Ellen HH, Bottcher RW, Wachenfelt E. von, Takai H. 2013. Dust Levels and Control Methods in Poultry Houses. Journal of Agricultural Safety and Health. **6**:275-282.
- Elson HA, Croxal R. (2006). European study on the komparative welfare of laying hens in cage and non-cage systems. Archiv fur Geflugelkunde. **70**:194-198.
- Elson HA. 2011. Housing and Husbandry of Laying Hens: past, present and future. Lohmann Information. **46**:16-24.
- 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.
- Englmaierová M. 2016. Kvalita vajec slepic z různých systémů ustájení. Drůbežář – hydinář. **10**:4-5.
- Fanatico A. 2010. Organic Poultry production: providing adequate methionine. ATTRA NCAT.
- Ferrante V, Lolli S, Vezzoli G, Cavalchini LG. 2009. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. Italian Journal of Animal Science. **8**:165-174.
- Figueiredo TC, Viegas RP, Lara LJ C, Baião NC, Souza MR, Heneine LGD, Caçado SV. 2013. Bioactive amines and internal quality of commercial eggs. Poultry Science. **92**:1376-1384.

- Food and Agriculture Organization. 2010. Agribusiness handbook. Poultry Meat & Eggs. Investment Centre Division. Viale delle Terme di Caracalla. Rome. Italy. p. 75.
- Fossum O, Jansson DS, Etterlin PE, Vågsholm I. 2009. Causes of mortality in laying hens in different housing systems in 2001 to 2004. *Acta Veterinaria Scandinavica*. **5**:3-11.
- Garces A, Casey NH, Horst P. 2001. Productive performance of naked neck frizzle and dwarf laying hens under various natural climates and two nutritional treatments. *South African Journal of Animal Science*. **31**:174-180.
- Hadorn R, Gloor A, Wiedmer H. 2000. Effect of the exclusion of synthetic amino acids and potentially GMO-protein sources in vegetable diets for laying hens. *Archiv für Geflügelkunde*. **64**:75-81.
- Halaj M, Golian J. (2011). Vajce - biologické, technické a potravinárske využitie. Garmond. Nitra.
- Hartung J, Briese A, Springorum AC. 2009. Laying hens in aviaries: development, legal and hygienic aspects. Wageningen Academic Publishers. Available from http://apps.who.int/infodroje.czu.cz/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=T2KDeCoggp951CPCeAl2&page=11&doc=103 (accessed Jun 2007).
- Hegelund L, Sorensen JT, Hermansen JE. 2006. Welfare and productivity of laying hens in commercial organic egg production systems in Denmark. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. **54**:147-155.
- Hejlová Š. 2001. Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků. Újezd u Brna: Ivan Straka. Újezd u Brna.
- Hidalgo A, Rossi M, Klerici F, Ratti S. 2008. A market study on quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food chemistry*. **106**:1031-1038.
- 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. Praha.
- Hulzebosch J. 2006. Wide range of housing options for layers. *World Poultry*. **22**:20-22.
- Integra. 2011. Technologický návod – ISA Brown, Bovans Brown, Hisex Brown. Integra a.s. Žabčice.
- Jacob JP, Miles RD, Mather FB. 2011. Egg quality. Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida.
- 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. 2012. Mezinárodní konference pro drůbežářskou praxi I. *Náš chov*. **72**:36-37.

- Jedlička M. 2016. Komerční chov nosnic není legrace. *Farmář*. **22**:40-41.
- Jendral MJ, Church JS, Feddes JJ. (2004). Assessing the welfare of Layers hens housed in conventional, modified and commercially-available furnished battery cages. Proceedings of 22nd World Poultry Congress. Istanbul.
- Jeroch H, Čermák B, Kroupová V. (2006). *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat: Vědecká monografie, První vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.*
- Josrová L. 2017. Situační a výhledová zpráva drůbež a vejce. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Juršík J. 2006. Chov drůbeže. Probio. Šumperk.
- Karcher MD, Jones DR, Abdo Z, Zhao Y, Shepherd TA, Xin H. 2015. Impact of commercial housing system and nutrient and energy intake on laying hen performance and egg quality parameters. *Poultry Science*. **94**:485-501.
- Keeling LJ, Gonyou HW. 2001. Social behaviour in farm animals. CAB International. Wallingford.
- Kic P, Brož V. 1995. Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání MZ ČR. Praha.
- Knierim U. 2006. Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS*. **54**:135-145.
- Klecker D, Zeman L, Pokludová M, Slavičková M. 2002: Porovnání jednotlivých technologických systémů v chovu slepic. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno.
- 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.*
- Kotoučková J. 2001. *Hospodářská stavení a zahrada. Grada. Praha*
- Kristensen HH, Wathes CM. 2000. Ammonia and poultry welfare: A review. *World's Poultry Science*. **56**:235-245.
- Kucukyilmaz K, Bozkurt M, Yamaner C, Cinar M, Catli AU, Konak R. 2012. Effect of an organic and conventional rearing system on the mineral content of hen eggs. *Food chemistry*. **132**:989-992.
- Kulovaná E. 2001. *České drůbežnictví – historie a současnost. Profi Press, Praha. Available from <https://naschov.cz/ceske-drubeznictvi-historie-a-soucasnost/> (accessed February 2001).*
- Ledvinka Z, Klesalová L. 2002. Hmotnost vajec a faktory, které ji ovlivňují. *Náš chov*. **62**:54

- Ledvinka Z, Klesalová L. 2003. Výskyt krevních a masových skvrn ve vejcích slepic. *Náš chov*. **63**:52.
- Ledvinka Z, Tůmová E, Ebeid T, Klesalová L. 2004. Užítkovost nosnic a kvalita vajec slepic chovaných v odlišných podmínkách. *Náš chov*. **64**:36-38.
- 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, Zita L, Hubený M, Klesalová L. 2007. Faktory vnější povahy ovlivňující barvu vaječné skořápky. *Náš chov*. **67**:47-48.
- Ledvinka Z, Zita L, Klesalová L. 2012. Egg quality and some factors influencing it. *Scientia Agriculturae Bohemica*. **43**:46–52.
- Leenstra F, Maurer V, Besman M, Van Sambeek F, Zeltner E, Reuvekamp B, Galea F, Van Niekerk T. 2012. Performance of commercial laying hen genotypes on free range and organic farms in Switzerland, France and The Netherlands. *British Poultry Science*. **53**:282-290.
- Lewko L, Gornowitz E. 2011. Effect housing system on egg quality in laying hens. *Animal Science*. **11**:607-616.
- 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.
- Lichovníková M. 2015. Základy chovu kura domácího. Mendelova univerzita v Brně. Brno. Available from http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4585&typ=html (accessed March 2019)
- Machander V. 2007. Užítkovost slepic v konvenčních a obohacených klecích. *Náš chov*. **67**:12-13.
- MANAGEMENT GUIDE 2011. Lohmann Tierzucht GmbH. Cuxhaven.
- Matt D, Veromann E, Luik A. 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*. **7**:662-667.
- Matthes S, Ruach HW. 2003. Eier. AID Bonn.
- Matoušek V. et al. 2013. Chov hospodářských zvířat II. České Budějovice. JU ZF.
- Mertens K, Bamelis F, Kemps B, Kamers B, Verhoelst E, De Ketelaere B, Bain M, Decuyper E, De Baerdemaeker J. 2006. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. *Poultry Science*. **85**:1670-1677.
- Mikulski D, Jankowski J, Naczmanski J, Mikulska M, Demes V. 2012. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient

- digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science*. **91**:26991-2700.
- Mine Y. 2008. *Egg bioscience and biotechnology*. John Wiley & Sons. New Jersey.
- Minelli, G., Sirri, F., Folegatti, E., Meluzzi, A., Franchini, A. 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal of Animal Science*. 2008 (6). 728–730.
- Mollenhorst E. 2005. *How to house a hen: assessing sustainable development off egg production systems: proefschrift*. Wageningen: Wageningen Universiteit.
- Moudrý J, Konvalina P, Moudrý J, Kalinová J. 2007. *Chov zvířat v ekologickém zemědělství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.
- Murakami FS, Rodrigues PO, Campos CMTD, Silva MAS. 2007. Physicochemical study of CaCO₃ from egg shells. *Food Science and Technology (Campinas)*. **27**:658-662.
- Nagy J, et al. 2009. *Hygiena mäsa hydiny, vajec a zveriny – 1. diel*. Univerzita veterinárskeho lekárstva. Košice.
- 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.
- Newberry RC. 2004. *Canibalism*. 239-258 in Perry GC. editors. *Welfare of the Laying Hen*. Poultry Science Symposium Series. 1st edition. CABI Publishing. Wallingford.
- Nys Y. 1999. Nutritional factors affecting eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science*. **44**:135-143.
- O'Connor EA, Parker MO, Davey EL, Grist H, Owen RC, Szladovits B, Demmers TGM, Wathes CM, Abeyesinghe SM. 2011. Effect of low light and high noise on behavioural activity, physiological indicators of stress and production in laying hens. *British Poultry Science*. **52**:666-674.
- 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.
- Pišťeková V, Hovorka M, Večerek V, Straková E, Suchý P. 2006. The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech Journal of Animal Science*. **51**:318-325.
- Podkowka Z, Podkowka W, Šácha M, Čermák B, Šoch M. (2013). Emise skleníkových plynů u drůbeže. *Farmář*. **19**:36-39.
- Prombergerová I. 2012. *Drůbež na našem dvoře*. Praha: Brázda. Praha.
- Příkryl 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.

- Rada Evropské unie. 2007. Nařízení Rady ES č. 834/2007, ze dne 28. června 2007, o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení EHS č. 2092/91). Lucemburk.
- Rakib TM, Akter L, Barua SR, Azam NE, Erfan R, Islam MS, Farut AA, Farut MO, Miazi OF. 2016. Effects of age, rearing system and their interaction on phenotypic characteristics in hisex brown laying hens. *Scientific Journal of Veterinary Advances*. **5**:87-96
- Richards GJ, Wilkins LJ, Knowles TG, Booth F, Toscano MJ, Nicol CJ, Brown SN. 2011. Continuous monitoring of pop hole usage by commercially housed free-range hens throughout the production cycle. *Veterinary Record*. **169**:338-358.
- Robinson L. 1961. *Modern Poultry Husbandry*. Crosby Lockwood. London.
- Rodenburg TB, Tuytens F, AM, de Reu K, Herman L, Zoons J, Sonck B. 2008. Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non - cage systems: an on-farm comparison. *Animal Welfare*. **17**:363-373.
- Rose SP, Craig L, Pritchard S. 2004. A comparison of organic laying hen feed formulations. *British Poultry Science*. **45**:63-64.
- Roth FX, Boehmer, Barbara M. 2008. Feeding strategies for laying hens in housing system with open-air runs according to organic farming principles. *Archiv fur geflugelkunde*. **72**:121-128.
- Ruzal M, Shinder D, Malka I, Yahav S. 2011. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. **90**:856-862.
- Shimmura T, Suzuki T, Hirahara S, Eguchi Y, Uetake K, Tanaka T. 2008. Pecking behaviour of laying hens in single-tiered aviaries with and without outdoor area. *British Poultry Science*. **49**:396-401.
- Scholz B, Ronchen S, Hamann H, Surie C, Neumann U, Kamphues J, Distl O. 2008. Evaluation of bone strength, keel bone deformity and egg quality of laying hens housed in small group housing systems and furnished cages in comparison to an aviary housing system. *Archiv für Tierzucht*. **51**:179-186.
- Singh R, Cheng KM., Silversides FG. 2009. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science*. **88**:256-264.
- Skřivan M, Tůmová E, Vondrka K, Dousek J, Lancová B, Ouředník J, Oplt J. 2000. *Drůbežnictví 2000*. Agrospoj. Praha.
- Stadelman WJ, Newkirk D, Newby L. 1995. *Egg science and technology*. Fourth edition. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Stokholm NM, Permin A, Bisgaard M, Christensen JP. 2010. Causes of Mortality in Commercial Organic Layers in Denmark. *Avian Diseases*. **54**:1241-1250.

- Svobodová J, Tůmová E. 2013. Vliv systému ustájení a věku na mikrobiální kontaminaci vajec nosného typu slepic. *Veterinářství*. **63**:289-291.
- Sýkora J. 2014. *Zemědělské stavby*. Grada Publishing, a. s. Praha.
- Šarapatka B, Urban J, Čížková S, Dukát V, Hradil R, Juršík J, Leibl M, Mátlová V, Moudrý J, Plíšek B, Pokorný E, Rozsypal R, Sedlo J, Škeřík J, Šonková R, Trávníček P, Vaněk D, Zidek T. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi*. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců. Šumperk.
- Šatava M, et al. 1984. *Chov drůbeže*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Šimek M. 2011. Odchov kuřat. *Farmář* **5**:48-49.
- Šonka F. 1997. *Chov a výkrm drůbeže v drobných chovech*. Dona.
- Šonka F, Petržílka S, Zadina J, Horák F, Duben J. 2006. *Drobnochovy hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha.
- Tang SGH, Siew 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.
- Travel A, Nys Y, Lopes E. 2010. Physiological and environmental factors affecting egg quality. *Productions animals*. **23**:155-166.
- Tiller H. 2001. Nutrition and animal welfare in egg production systems. 226-232 in Huyghebaert G. editors. *Proceedings of the 13th European Symposium on Poultry Nutrition*. World's Poultry Science Association. Blankenberge.
- Tůmová E, Ebeid T. (2005). Effect of time of oviposition on egg quality characteristics in cages and in a litter housing system. *Czech Journal of Animal Science*. **50**:129-134.
- Tůmová, E. 2007. Vliv systému ustájení a výživy na kvalitu masa a vajec drůbeže. *Výzkumný ústav živočišné výroby*. Praha.
- Tůmová E, Skřivan M, Englmaierová M, Zita L. 2009. The effect of genotype, housing system and collection time on egg quality in egg type hens. *Czech Journal of Animal Science*. **54**:17-23.
- 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.
- Van Niekerk T. 2014. *Egg quality*. Animal Science Group.
- 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.
- Verhoef E. 2004. *Kippen Zuid Boekproducties*. Lisse.

- Vits, A, Weitzenburger D, Hamann H, Distl O. 2005a. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science*. **84**:1511-1519.
- Vits A, Weitzenburger D, Distl O. 2005b. 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.
- Waegeneers N, De Steurb H, De Temmermana L, Van Steenwinkelb S, Gellynckb X, Viaeneb J. 2009. Transfer of soil contaminants to home-produced eggs and preventive measures to reduce contamination. *Science of the total environment*. **407**:4438-4446.
- 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.
- Whitehead CC. 2004. Skeletal disorders in laying hens: The problem of osteoporosis and bone fractures. In: Perry: *Welfare of the Laying Hen*. CABI Publishing. **1**:259-278.
- Yang HM, Yang Z, Wang W, Wang ZY, Sun HN, Ju XJ, Qi XM. 2014. Effects of different housing systems on visceral organs, serum biochemical proportions, immune performance and egg quality of laying hens. *Europ. Poultry Science*. **78**:1-9.
- Yilmaz Dikmen B, Ipek A, Şahan Ü, Sözcü A, Baycan SC. 2017. Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. **41**:77-84.
- 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.
- Zelenka J, Zeman L. (2006). *Výživa a krmení drůbeže*. Biofaktory Praha. Praha.
- 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. 2014. *Výživa a krmení drůbeže*. Agriprint. Olomouc.
- Zelenka J. 2015. *Odchov kuřic nonsého typu*. Chov zvířat. Praha. Available from <http://www.chovzvirat.cz/clanek/735-odchov-kuric-nosneho-typu/> (accessed April 2015).
- Zemková L, Simeonovová J, Lichovníková M, Somerlíková K. 2007. The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. *Czech Journal of Animal Science*. **52**:110-115.
- Zhao Y, Shepherd TA, Li H, Xin H. 2015. Environmental assessment of three egg production systems- Part I: monitoring system and indoor air quality. *Poultry Science*. **94**:518-533.

- Zimová S. 2017. Stavby a užítkovost drůbeže 2017. Mezinárodní testování drůbeže Ústrašice. Ústrašice.
- Zita L, Tůmová E, Štolc L. 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria*. **78**:85-91.
- Želinská G, Bedáňová I, Voslářová E. 2012. Stres jako důsledek zhoršení welfare. Profi Press. Praha. Available from <http://zemedelec.cz/stres-jako-dusledek-zhorseni-welfare-2/> (accessed June 2013).