

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Produkce a kvalita konzumních vajec v konvenčním  
a ekologickém zemědělství**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Kristýna Jančiová**

**Obor studia: Ekologické zemědělství**

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



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Produkce a kvalita konzumních vajec v konvenčním a ekologickém zemědělství" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.7.2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Lukášovi Zitovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při psaní této práce. Dále Mgr. Tereze Kubálkové a Barboře Jančové za pomoc s překlady, rodině a přátelům za podporu.

# Produkce a kvalita konzumních vajec v konvenčním a ekologickém zemědělství

## Souhrn

Produkcí a kvalitou vajec ovlivňuje celá řada faktorů. Mezi vnitřní faktory patří genotyp, období snášky, věk a zdravotní stav nosnic. Vnějšími faktory jsou systém ustájení, klimatické podmínky prostředí, výživa nosnic.

Pro produkci konzumních vajec byli vyšlechtěni vysokoužitkoví hybridní s průměrnou snáškou 250 – 340 kusů vajec během prvního snáškového cyklu. Vyšlechtění hybridní se využívají převážně v konvenčních chovech hospodářských zvířat. V ekologických chovech je velký důraz kladen na výběr správného plemene, které je vhodné do podmínek jednoho konkrétního místa chovu. V rámci ekologických chovů jsou také chovaná plemena slepic pro ochranu genetických zdrojů.

Každý systém chovu má své specifické podmínky, kterým se chovaná zvířata musí přizpůsobit. Žádný systém není plně vyhovující z hlediska welfare zvířat. V konvenčních systémech chovu, zvláště pak v klecových chovech, jsou zvířata chovaná v nepřirozených podmínkách. Jedná se o bezokenní prostory, ve kterých mají nosnice minimum prostoru bez možnosti pohybu a projevu svého normálního chování. V alternativních systémech ustájení (podestýlkový chov, chov s volným výběhem) mají nosnice možnost projevit velké spektrum svého přirozeného chování. Následkem kontaktu s podestýlkou a venkovním prostředím se ve skupinách nosnic vyskytuje větší množství parazitů a původců chorob. Proto je potřeba dbát na biologickou bezpečnost. Ekologický chov je charakteristický nižším počtem kusů a volným přístupem na venkovní prostranství. Krmiva používaná v rámci ekologického chovu, pocházejí z té dané farmy nebo jejího blízkého okolí. Z hlediska prevence zdraví zvířat je kladen důraz na vysokou kvalitu krmiva. Vejce z klecových systémů jsou charakteristická větší čistotou skořápky, vyšší hmotností, lepšími vnějšími kvalitativními ukazateli vajec. Vejce z alternativních chovů se vyznačují lepší vnitřní kvalitou, která je daná zvláště u ekologických chovů a chovů s vnějšími výběhy, přístupem nosnic na pastvu a složením jejich potravy. Pastva je zdrojem velkého množství karotenoidů a nenasycených mastných kyselin. Obsah těchto složek zeleného krmiva se odráží na obsahu karotenoidů a mastných kyselin žloutku.

**Klíčová slova:** ekologický chov, konvenční chov, welfare, vejce, kvalita

# **Production of eggs and their quality in conventional and organic farming**

## **Summary**

The production and the quality of eggs are influenced by many factors. The internal factors are genotype, the period of laying, the age and the state of health of layers. The housing system, the climate conditions or the laying hen diets belong to the external factors.

The high-utility laying hybrids were bred for the production of eggs with the average egg-laying of 250 – 340 pieces of eggs during the first laying cycle. The bred hybrids are predominantly used in conventional farming. In organic farming there are also races of hens bred for protection of genetic sources.

Each system of farming has its specific conditions which the bred animals have to adapt to. There is not any system, which would be fully suitable regarding animal welfare. The animals in conventional farming, especially in cage system, are kept in unnatural conditions. These are usually the spaces without windows where the layers have the minimum of space without the possibility of movement and expression of its common behavior. In alternative housing systems (litter, free range) the layers have the opportunity to show great spectrum of their natural behavior. Contact with litter and outside environment, causes occurrence of greater amount of parasites and disease originators in the groups of layers. Therefore it is necessary to pay attention to biological safety. For organic farming, lower number of pieces and free access to outside area is characteristic. Feed material used in organic farming usually comes from the very same farm or its close surroundings. Regarding prevention of animal health a big emphasis is put on high quality of feed material. Eggs from cage systems are characteristic for cleaner shells, higher weight, and better external qualitative indicators of eggs. Eggs from alternative systems have better internal quality which is given, mainly in organic farming and farming with outside area, by the access of layers to grazing and by composition of their diet. Grazing is a source of great amount of carotenoids and unsaturated fatty acids. Content of these components in green feed material reflects in contents of carotenoids and fatty acids in a yolk.

**Keywords:** organic farming, conventional farming, welfare, eggs, quality

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Stavba vejce a jeho chemické složení .....</b>	<b>10</b>
3.1.1	Žloutek .....	10
3.1.2	Bílek.....	11
3.1.3	Skořápka .....	11
<b>3.2</b>	<b>Etologie drůbeže .....</b>	<b>12</b>
3.2.1	Sociální chování.....	12
3.2.2	Smyslové vnímání.....	13
<b>3.3</b>	<b>Welfare v chovu zvířat.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4</b>	<b>Konvenční chov nosnic .....</b>	<b>16</b>
3.4.1	Technologické systémy chovu nosnic .....	16
3.4.1.1	Obohacené klecové systémy .....	16
3.4.1.2	Podlahové systémy .....	17
3.4.1.3	Voliérové systémy.....	18
3.4.1.4	Volné výběhy .....	19
3.4.2	Výživa nosnic .....	20
<b>3.5</b>	<b>Ekologické zemědělství .....</b>	<b>21</b>
3.5.1	Živočišná výroba v ekologickém zemědělství .....	22
3.5.2	Ekologický chov nosnic.....	23
<b>3.6</b>	<b>Produkce vajec .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7</b>	<b>Kvalita vajec .....</b>	<b>25</b>
3.7.1	Hmotnost a index tvaru vejce .....	26
3.7.2	Skořápka .....	27
3.7.3	Žloutek .....	29
3.7.4	Bílek.....	31
3.7.5	Krevní a masové skvrny .....	32
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>34</b>

# 1 Úvod

V dnešní době je čím dál tím větší tlak nejen v celé Evropě, ale i v České republice na důstojnější zacházení se zvířaty. V České republice o tom svědčí například činnost neziskové organizace Obraz - Obránci zvířat, která se snaží se svou kampaní „Jak to snáší?“ o zrušení klecových chovů. Díky iniciativě občanského Hnutí DUHA „Slepice v nouzi“ vyřazené nosnice z velkochovů dostávají „druhou šanci“ a žijí a snáší vejce dál v drobnochovech.

Od 1. ledna 2012 se nesmí v Evropské unii nosnice chovat v konvenčních bateriových klecích. Tento zákaz vyplývá ze směrnice 1999/74/ES vydané Radou Evropských společenství.

Je samozřejmé, že žádný systém chovu hospodářských zvířat, neumožní zvířatům žít v podmínkách se stoprocentní možností projevit své přirozené a normální chování, bez nemocí, stresu, určitého způsobu nepohodlí. Zvířata chovaná v péči člověka jsou odkázána na člověka, na chovatele, který za ně nese zodpovědnost. Chovatel má možnost ovlivnit, v jakých podmínkách budou zvířata žít. Záleží na spotřebiteli, jestli se bude rozhodovat podle ekonomického hlediska, kvalitativních ukazatelů nebo podmínek, ve kterých nosnice žijí.

Každé vejce, jako produkt farmy, musí být označeno kódem, díky kterému je prokazatelný jeho původ. První číslice spotřebitele informuje o tom, z jakého chovu vejce pochází (0 - ekologický chov, 1 - volný chov, 2 - halový chov, 3 - klecový chov). Pak následuje kód země původu (např. CZ - Česká republika, PL - Polsko, DE - Německo). Poslední čtyři číslice jsou registračním číslem chovu.

V Evropské unii bylo za rok 2018 chováno nejvíce nosnic v obohacených klecových systémech (50,4 %), následně v halových systémech na podestýlce (28,5 %), s přístupem do venkovního výběhu (15,7 %) a nejméně nosnic bylo ustájeno v podmínkách ekologického zemědělství (5,4 %). V České republice bylo v roce 2018 chováno více nosnic v programu ekologického zemědělství než v systému ustájení s volným výběhem. V loňském roce bylo v České republice k 31. 12. 2019 nejvíce nosnic chováno v klecových systémech (3 911 888 ks). Pak následovaly halové chovy (1 136 898 ks), venkovní výběhy (40 555 ks) a nejméně kusů nosnic bylo chováno v ekologickém zemědělství (16 055 ks).

Celospolečenský tlak vede lidi k zamýšlení nad tím, co konzumují, odkud produkty pocházejí a jak byly zpracované. Lidé vyhledávají lokální potraviny, domácí produkty s prodejem ze dvora, z farmářských trhů. Zákazník se tak dostává do kontaktu s farmářem nebo místem, na kterém byly potraviny vyprodukované. Zvyšuje se i poptávka po potravinách v bio kvalitě, které díky certifikaci zaručují spotřebitelům jistotu, že byly vyprodukované v souladu s předpisy pro ekologické zemědělství.

Vejce jsou bez pochyby hodnotnou a výživnou složkou lidské stravy. Jsou bohatým zdrojem živočišných bílkovin. Jsou i dobrým zdrojem vitamínů A, B2, B6, B12, D, E a K a minerálních prvků např. fosforu, selenu, železa, zinku, hořčíku a vápníku (Szymanek et al. 2019).



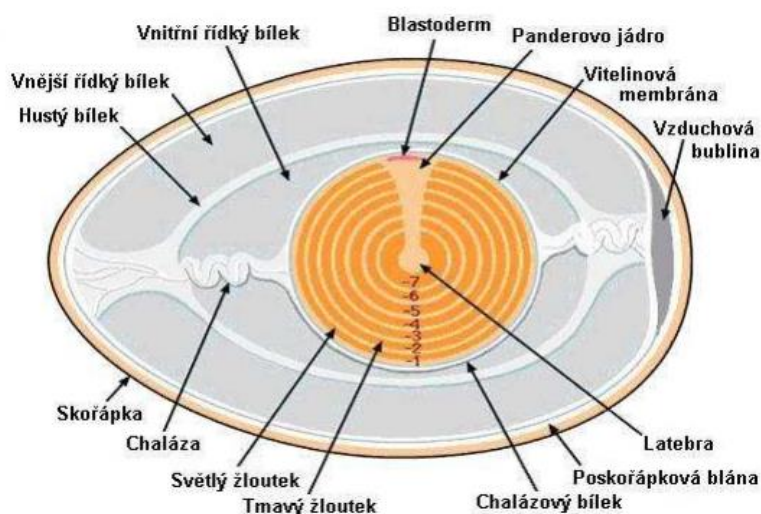
## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce bylo charakterizovat ekologický chov slepic, jeho principy a porovnat rozdíly v produkci konzumních vajec z ekologického chovu slepic oproti chovu konvenčnímu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Stavba vejce a jeho chemické složení

Vejce se skládá ze tří částí, ze skořápky, bílku a žloutku (Simons 2017). Podíl požitelných částí vejce, žloutku a bílku, představuje 91,6 %, skořápka 8,4 % (Radu-Rusu 2014). Cherian et al. (2002) udávají podíl bílku 60 %, žloutku 30 % a skořápky 10 %. Žloutek a bílek jsou uzavřeny ve skořápce, přes kterou díky průduchům dochází k výměně oxidu uhličitého, kyslíku a vody s okolním prostředím (Grashorn 2016). Tvorba vejce trvá 24-27 hodin. Vejce se tvoří v jednotlivých částech vejcovodu (Nishiyama 2012).



Obr. 1. Schéma stavby vejce – průřez (Sinn-Hanlon, 1998)

Slepičí vejce mají výbornou nutriční hodnotu a jsou jedinou složkou lidské stravy živočišného původu, kterou lze skladovat i několik týdnů bez ztráty svých specifických vlastností (Vlčková et al. 2019). Jsou nejlevnějším zdrojem živočišných bílkovin, vitamínu A, železa, vitamínu B12, riboflavinu, cholinu a významným zdrojem zinku a vápníku (Drewnowski 2010).

#### 3.1.1 Žloutek

Z celkové hmotnosti vejce tvoří žloutek 30 % (Cherian et al. 2002). Má kulatý tvar (Nishiyama 2012) a je uložen ve vitelinní membráně skládající se ze dvou vrstev. Membrána žloutek fyzicky dělí od ostatních částí vejce (Réhault-Godbert et al. 2019). Součástí žloutku je zárodečný terčik důležitý při vývoji zárodka z hlediska výživy (Walters 2007). Struktura žloutku se skládá ze střídajících se vrstev tmavého a světlého žloutku. Tmavý žloutek má funkci zásobní, světlý žloutek je tvořen z 90 % vodou (Zaheer 2015). Žloutek jako přírodní emulze je díky svým vlastnostem vysoce využívaný v potravinářství, medicíně, farmacii a kosmetickém průmyslu (Laca et al. 2015). V potravinářství se žloutek využívá jako emulgátor (Guilmineau & Kulozik 2006).

Žloutek obsahuje 55,02 % vody, 26,71 % lipidů a 15,50 % proteinů (Réhault-Godbert et al. 2019). Strukturálně je možné žloutek rozdělit na plazmu a granule. Přibližně 20 % sušiny čerstvého vejce je ve formě nerozpustných granulí. Zbývajících 80 % je v rozpustné nebo v jemně dispergované formě a tvoří plazmu vaječného žloutku (Guilmineau & Kulozik 2006). Fredriksson et al. (2006) udávají množství lipidů 22 %, obsah mastných kyselin tvoří především kyselina olejová s podílem 40-50 %, kyselina palmitová v množství 20-30 %, kyselina linolová s obsahem 15 %. Žloutek je tvořen z 15,7-16,6 % bílkovinami. Podíl livetinů v bílkovinách žloutku je 9,3 %. Livetiny jsou heterogenní části skládající se z  $\alpha$ ,  $\beta$  a  $\gamma$ -livetinu v poměru 2 : 5 : 3 (Schade & Chacana 2007) a vyskytují se převážně v plazmě žloutku (Arena & Scaloni 2018). V granulích jsou převážně lipovitělina a fosvitin (Arena & Scaloni 2018). Barvu žloutku určují karotenoidové pigmenty, které jsou barvivem nejen žloutku, ale i dalších částí těla slepic (McGraw 2005). Obsah karotenoidů je 10 mg na 1 kg vajec (Fredriksson et al. 2006). Dále obsahuje všechny vitamíny kromě vitamínu C, který si ptáci dokáží syntetizovat. Vysoké množství je u vitamínů A, D, E, K, B1, B2, B5, B6, B9, B12. Ve žloutku jsou také zastoupeny důležité minerální prvky např. fosfor, vápník, draslík, sodík, měď, železo, hořčík, mangan, selen, zinek, jód. Bylo zjištěno i stopové množství fruktózy, laktózy, maltózy, galaktózy a obsah volné glukózy v množství 0,18 g na 100 g žloutku (Réhault-Godbert et al. 2019).

### 3.1.2 Bílek

Bílek tvoří 60 % hmotnosti vejce (Cherian et al. 2002). Struktura bílku se dá rozdělit do čtyř vrstev. Na žloutek navazuje chalázový bílek, který jako želatinová vrstva celý žloutek pokrývá (Mine 2008), pak následuje vrstva vnitřního řídkého bílku, vnější tuhý a vnější řídký bílek. Až 57 % připadá na vnější tuhý bílek a jen 3 % na bílek chalázový (Nys et al. 2011). Bílek se skládá z 87,72 % z vody a z 10,82 % z proteinů (Réhault-Godbert et al. 2019). Ve vaječném bílku bylo identifikováno 150 různých proteinů (Gautron et al. 2011), proteiny fibrilární povahy, glykoproteiny, antibakteriální proteiny a peptidy (Mann 2008). Proteiny ve vaječném bílku zajišťují jeho šlehatelnost a tvorbu pěny a tím provzdušnění pokrmů (Guilmineau & Kulozik 2006). Nejvíce zastoupeným proteinem je ovoalbumin, který je spolu s ovomukoidem velice odolný proti vysokým teplotám (Stanciuc et al. 2018). Ovoalbumin tvoří až 50 % všech proteinů bílku a předpokládá se, že je důležitým zdrojem esenciálních aminokyselin pro růst kuřecích embryí (Réhault-Godbert et al. 2019). Ahmadi & Rahimi (2011) udávají množství ovoalbuminu 54 %, ovotransferinu 13 %, lysozymu 3,5 % a ovomucinu 3 %. Gelovitou a viskózní strukturu má bílek díky ovomucinu (Hawthorne 1950). Důležitou součástí proteinů bílku je lysozym, který se díky jeho antibakteriálním vlastnostem používá v léčivech nebo jako konzervační látka do potravin. Bílek obsahuje vysoké množství vitamínů B1, B2, B3, B5, B6, B8, B12, které jsou rozpustné ve vodě. Bylo zjištěno i stopové množství fruktózy, laktózy, maltózy, galaktózy a obsah volné glukózy v množství 0,34 g na 100 g žloutku (Réhault-Godbert et al. 2019).

### 3.1.3 Skořápka

Vaječná skořápka se tvoří v distálních částech vejcovodu, v krčku a děloze. Má vysoce uspořádanou minerální strukturu. Proces mineralizace a tvorby skořápky trvá 18 hodin (Nys et al. 1999). Skládá se z 98 % z minerálních látek, především z uhličitanu vápenatého (Ledvinka

et al. 2009). Nys et al. (1991) uvádějí 95 % uhličitanu vápenatého z celkového množství minerálních látek. Vápník slouží k mineralizaci kostí během embryonálního vývoje kuřat. Zbylá 2 % skořápky tvoří voda (Ledvinka et al. 2009). Z vnitřní strany na skořápku navazují dvě podskořápečné blány, které jsou se skořápkou spojené. Na tupém konci vejce se po snesení vejce od sebe blány oddělují a vytváří se tak vzduchová bublina (Murakami et al. 2007), která se časem zvětšuje (Zaheer 2015). Skořápku tvoří čtyři vrstvy. Vnitřní vrstva je bradavkovitá, pak následuje střední vrstva houbovitá, vnější krystalická vrstva a na povrchu vejce je kutikula (Samiullah et al. 2017). Mamilární (bradavkovitá) vrstva tvoří jednu pětinu až jednu třetinu tloušťky skořápky (Hodges 1974). Skládá se z nepravidelných bradavkovitých útvarů, jejichž vrcholy jsou spojené s vnější membránou skořápky. Bazální část výběžků tvoří základ houbovité vrstvy (Rose & Hincke 2009). Mamilární vrstva přispívá k pevnosti celé skořápky (Samiullah et al. 2017). Vnější vrstva vaječné skořápky, kutikula, je důležitá pro ochranu vnitřního obsahu vejce před vnějšími mikroby. Má tak rozhodující roli v bezpečnosti vajec jako potravin (Samiullah et al. 2014). Kutikula je složená z proteinů a tvoří se 1,5 až 2 hodiny před snesením vejce (Hincke et al. 2011). Jedná se o hlenovitý sekret vaginálních žláz, který po snesení na vejci zasychá (Steinhauserová et al. 2003). Působí také jako regulátor výměny plynů látek (Samiullah et al. 2014) mezi vnitřkem vejce a vnějším okolím. K výměně plynů dochází díky průduchům ve skořápce. Průduchy nejsou rozloženy rovnoměrně, nejvíce se jich nachází na tupém konci vejce nad vzduchovou bublinou (Václavovský 2000). Během skladování dochází k výměně oxidu uhličitého, kyslíku a vody (Grashorn 2016). V průběhu vývoje zárodku průduchy umožňují přechod kyslíku dovnitř a uvolnění vody a oxidu uhličitého z vejce ven (FAO 2010). Vznik kutikuly může být ovlivněn vnějšími faktory. Její tvorba je snížena stresem a je nižší u vajec od slepic z volného výběhu (Samiullah et al. 2014). Mezi další ovlivnění tloušťky kutikuly patří zvýšená produkce vajec, dlouhé vaječné série a tím pádem méně času na odpočinek a regeneraci nosnic (Simons 2017).

## **3.2 Etologie drůbeže**

### **3.2.1 Sociální chování**

Drůbež vytváří hejna nebo skupiny. Jedná se o sociální zvířata (Bhadauria & Bhanja 2017). Přirozené je pro drůbež harémové uspořádání (Jensen 2017). Skupina se většinou skládá z jednoho dominantního samce, jedné dominantní samice, podřízených jedinců a mláďat (Appleby et al. 2004).

Komunikují mezi sebou pomocí viditelných signálů, postojů těla a pomocí vokalizace (Mench & Keeling 2001). Zvuky, které vydávají, jsou typické pro danou situaci např. varování, hrozba, strach, spokojenost, hnězdění, páření, sociální kontakt, krmení, popelení, dominance, submisivita, snáška (Vandermeulen et al. 2015). Z hlediska komunikace a sociálního postavení jsou důležité vnější znaky na hlavě a krku. Zbarvení a velikost hřebenů je jedním z ukazatelů sociálního postavení (Mench & Keeling 2001).

V intenzivních chovech s velkým počtem kusů drůbeže, kde jsou jednotlivé skupiny tvořené jedinci stejného pohlaví s podobnou velikostí/věkem, se častěji vyskytují agresivní interakce mezi jedinci. Agresivní chování vzniká v důsledku nestabilní hierarchie. Ve velkých skupinách drůbež vytváří podskupiny s vlastním hierarchickým uspořádáním. Uspořádání

chovu v jednotných skupinách má vliv na snížení sexuální aktivity a vyšší konkurenceschopnost při získávání potravy (Bhadoria & Bhanja 2017). V každé nově sestavené skupině drůbeže se vytvoří sociální hierarchie, hierarchie dominance, tzv. klovací pořádek. Dominantní jedinci dávají svou převahu najevo klováním, skákáním, bojováním s ostatními jedinci. Slabší jedinci, níže postavení, zaujímají skrčený postoj nebo se snaží dostat pryč (Marino 2017).

Chování drůbeže je řízeno ustálenými biorytmy. Pravidelnost je nejvíce pozorovatelná v krmení, snášení vajec, páření, očistě a spánku. V noci drůbež spí, aktivní je za dne (Jensen 2017).

Mezi přirozené chování drůbeže patří popelení, při kterém dochází k rotaci těla, protažení nohou a díky substrátu k popelení k čištění peří a zbavování se vnějších parazitů (Bhadoria & Bhanja 2017). Zobákem si peří načechravají a rovnají a dochází k rovnoměrné distribuci oleje ze žláz po celé délce peří (Jensen 2017).

Při hledání potravy slepice prohrabávají podestýlku a ozobávají a klovají do podestýlky (Bracke & Hopster 2006). Dávají přednost malým a kulatým tvarům potravy (Goodwin & Hess 1969). Hledáním potravy tráví převážnou část dne. Přirozeným získáváním potravy je pastva. Součástí potravy jsou rostliny, tráva, bezobratlí živočichové. K pastvě jsou motivováni i v době, kdy příjem potravy není nutný (Jensen 2017).

Hřadováním slepice tráví čas v noci i během dne. Většina ptáků využívá hřady v noci (Pohle & Cheng 2009).

Dalším projevem přirozeného chování je hnízdění (Bhadoria & Bhanja 2017). V přirozených podmínkách se slepice 60-90 minut před snesením vejce oddělí od hejna. Vyhledá a buduje hnízdo pro snášku (Duncan & Kite 1989). Následkem domestikace a šlechtění mohou slepice snášet vejce celoročně (Bhanja & Bhadoria 2018).

### **3.2.2 Smyslové vnímání**

Zrak je nejdůležitějším smyslem ptáků. Rozsah jejich zorného pole je 300 stupňů a binokulární vidění pokrývá malý zlomek zorného pole. Mají také dobře vyvinuté barevné vidění. Ptáci mají vyvinuté třetí víčko. Víčko je průsvitné a chrání rohovku a zabraňuje vysychání oka (Appleby et al. 2004).

Dobře vyvinutý mají také sluch. Drůbež slyší frekvence pro lidi neslyšitelné (Gleich & Langermann 2011). Frekvenční rozsah je přibližně 60 až 11 950 Hz (Tefera 2012). Vokalizace začíná už před vylíhnutím. Po vylíhnutí kuře bezpečně podle zvuku rozpozná svou matku a své sourozence (Nakamori et al. 2013).

Mají i dobře vyvinutou chuť, vyhýbají se hořkým, kyselým nebo příliš slaným složkám potravy (Jensen 2017). Velmi citlivou částí těla drůbeže je zobák, pomocí kterého prozkoumávají okolní prostředí, ve kterém žijí (Garnham & Løvlie 2018).

## **3.3 Welfare v chovu zvířat**

Welfare zvířat je jeden z faktorů, který motivuje spotřebitele k nákupu biopotravin (Wier et al. 2008). Spotřebitelé v ekologické produkci očekávají vyšší standardy ve welfare zvířat (Hinrichsen et al. 2016). Management zlepšování welfare zvířat je velice důležitý (Hinrichsen et al. 2016). Podle OIE (Office International des Epizooties – původní název; The World

Organisation for Animal Health; Světová organizace pro zdraví zvířat) welfare zvířat znamená, jaké má zvíře možnosti se vyrovnat s podmínkami, ve kterých žije. Zvíře je v dobrém stavu, pokud je zdravé, v pohodlí, dobře vyživované, v bezpečí, schopné vyjádřit vrozené chování a pokud netrpí nepříjemnými stavy, jako je bolest, strach a úzkost. Dobré životní podmínky zvířat vyžadují prevenci nemocí a veterinární léčbu, vhodné útočiště, řízení chovu, výživu, humánní zacházení a humánní porážku/usmrcení (FAWC 2009). Obecně pohoda zvířat znamená stav dokonalého fyzického a psychického zdraví, soulad zvířete s prostředím, ve kterém žije (Filipčík 2015). To je do značné míry určeno dovednostmi chovatele, systémem chovu a vhodností genotypu pro dané prostředí (FAWC 2009).

Po celém světě je známých pět svobod, které byly definovány v 90. letech minulého století (Mellor 2016). Stále je na ně odkazováno a ovlivnily také právní předpisy, které se týkají dobré životní pohody zvířat (McCulloch 2013). Z pěti svobod vychází pět ustanovení, která byla následně zahrnutá do kodexů pro praxi v otázce dobré životní pohody zvířat (Webster 2005). Pět svobod a k nim ustanovení jsou známy v tomto znění: svoboda od hladu, žízně a podvýživy; poskytnutím snadného přístupu k pitné vodě a krmivu pro udržení plného zdraví a vitality, svoboda od nepohodlí; poskytnutím vhodného prostředí včetně přístřeší a pohodlného místa k odpočinku, svoboda od bolesti, zranění a nemoci; prevence, rychlá diagnóza a léčba, svoboda vykonávat přirozené chování; poskytnutím dostatečného prostoru, vhodného vybavení a skupinu zvířat vlastního druhu, svoboda od strachu a úzkosti; zajištěním podmínek a léčby, které zabraňují psychickému utrpení (Mellor 2016). Později prof. Webster z Bristolské univerzity doplnil těchto pět svobod o šestou: možnost vykonávat svobodně a osobně kontrolu nad vlastní životní pohodou (Filipčík 2015).

Existuje mnoho faktorů, které mají vliv na život hospodářských zvířat. Jsou to například nemoc, zdraví kosterního aparátu, zdraví končetin, výskyt parazitů a patogenů, stresové podněty, výživa, genetické faktory, možnost projevit přirozené chování, výskyt agresivního nebo jinak nevhodného chování (Lay 2011). Hlavní důraz by měl být kladen na systém ustájení a řízení chovu, na složení krmiva a použití veterinárních postupů (Berg 2001). Je potřeba vzít do úvahy všechny požadavky vyplývající z pěti svobod a je dobré se na takto složité otázky podívat i z jiné strany než jen, jak zabránit zvířatům trpět v důsledku negativních vlivů prostředí, ale co je jim možné poskytnout pro zlepšení životních podmínek v jejich prostředí (Lay 2011).

Rozmanitější a prostornější prostředí umožňuje vykonávat slepicím větší repertoár chování. Slepice mají větší kontrolu nad svým okolím a možnost vyjádřit své sociální nebo teplotní preference. V některých skupinách je možný výskyt nevhodného chování (Lay 2011). Za problémové chování u drůbeže se pokládá klovaní peří, shlukování slepic, dušení, kanibalismus, klovaní končetin, kladení vajec mimo hnízdo (Brantsaeter et al. 2018). Každý systém chovu má svá specifika. Zdá se, že žádný ze systémů ustájení není ideální. Posouzení zdraví a dobrých podmínek z hlediska chování zvířat je složitá a multifaktoriální záležitost (Rodenburg et al. 2008). Bez ohledu na příčinu projevu nevhodného chování, značí toto chování, že potřeby zvířat nejsou splněny a welfare zvířat není optimální (Brantsaeter et al. 2018). Zloch (2018) uvádí, že se kanibalismus v alternativních systémech ustájení vyskytoval zřídka. Z celkového počtu 66 pozorovaných hejn se kanibalismus objevil u jednoho hejna kuřat a u šesti hejn nosnic. Dalším nevhodným chováním může být klovaní peří, které se v ekologických chovech a chovech s volným výběhem vyskytuje často. Klovaní peří se

omezuje, pokud ve výběhu drůbež tráví dostatek času (Nicol et al. 2003) a pokud byla drůbež na dané farmě odchovaná (Bestman & Wagenaar 2003), i přes to zůstává klování peří vážným problémem (Zeltner & Maurer 2009). Problémové chování je ovlivněno faktory podmínek během líhnutí, odchovu kuřat a podmínek chovu na produkční farmě (Brantsaeter et al. 2018), jako je nerovnoměrná teplota a průvan (Channing et al. 2001), nedostatečně obohacené prostředí např. hračkami, starými CD, krabičkami, skořápkami, pilinami (Brantsaeter et al. 2017), krmivo (Van Krimpen et al. 2005), frekvence a kvalita kontaktu s lidmi (Coleman & Hemsworth 2014).

Obecně lze říci, že složitější a různorodější prostředí a více prostoru s vysokým počtem kusů zvířat sebou nese problémy z hygienického a zdravotního hlediska. Alternativní systémy chovu jsou spojeny s výskytem parazitů žijících v hnízdech nosnic, na regulaci větších škůdců se slepice podílejí sezobáváním jejich larev. Ve velkých skupinách se snadněji a rychleji šíří nemoci a členité prostory se hůře čistí a desinfikují (Lay 2011). Na ekologických farmách a farmách s přístupem do venkovních výběhů je proto potřeba získat odpovídající informace o biologické bezpečnosti, detekci a prevenci chorob (Berg 2001).

V klecových systémech, kde není prostor pro vykonávání pohybu, může následkem toho docházet k osteoporóze kostí (Lay 2011), slepice žijící ve volném výběhu mají kosti pevnější (Appleby 1993). Ve složitějším prostředí se na druhou stranu vyskytuje větší počet zlomenin kostí a starých zranění (Lay 2011).

Pokud mají slepice přístup do venkovního výběhu, uzavřené prostory využívají v noci k odpočinku a ve dne tráví čas ve výběhu (Angelovičová & Polačková 2015). Pobyt venku také drůbeži umožňuje život v kontaktu s přirozeným denním světlem, které je pro ně důležité (Ruis et al. 2004). Na venkovní teplotu se dobře aklimatizují, což se projevuje na životaschopnosti a zdraví těchto nosnic (Angelovičová & Polačková 2015). Ve studii Angelovičové & Plačkové (2015) byly předmětem výzkumu drobnochovy a pohyb venku pro nosnice nebyl problémem. Je možné, že velké skupiny ustájené drůbeže a velká otevřená prostranství výběhů, působí na slepice nebezpečně. To je důvodem, proč v těchto systémech nejsou slepice rovnoměrně rozmístěné a drží se v blízkosti ustájení (Zeltner & Maurer 2009). Následkem toho je pak zničená vegetace v nejbližším okolí hal (Fürmetz et al. 2005). Tento problém by mohlo vyřešit mít ve výběhu vysázené stromy a keře, což je přirozené útočiště a slepice se tak budou po výběhu pohybovat rovnoměrně a zároveň budou chráněné proti dravcům (Zeltner & Maurer 2009).

V alternativních systémech ustájení dochází k vyššímu úhynu slepic (Michel & Huonnic 2003, Rodenburg et al. 2008, Fossum et al. 2009, Sherwin et al. 2010). Slepice chované ve volném výběhu jsou v přímém kontaktu s mikroorganismy v půdě a s parazity (Lay 2011). Vystavení potenciálně škodlivým organismům se sníží, pokud je krmivo umístěné uvnitř budovy (Berg 2001). Drůbež je také vystavena riziku predace a nákaze od volně žijících zvířat (Lay 2011). Toto potvrzují i další autoři. V těchto systémech jsou slepice více vystaveny kontaktu s půdou, stelivem, brouky, hlodavci a dalšími předměty, které mohou být kontaminované původci různých chorob (Esquenet et al. 2003) nebo mohou být ohroženy predátory a onemocnět při kontaktu s volně žijícími zvířaty (Lervik et al. 2007). Před dravci je možné slepice chránit přirozeně stromy a keři ve výběhu a před pozemními predátory elektrickými ploty (Bassler et al. 1999). Mazaheri et al. (2005) udávají, že vyšší úhyn slepic byl

spojený s virovými chorobami. Fossum et al. (2009) uvádějí, že nejčastější příčinou úhynu byly bakteriální infekce.

Prostředí, ve kterém slepice přicházejí do styku s podestýlkou, bývá často problém se zdravím končetin (Wang et al. 1998). Nejčastějším onemocněním končetin kuřat je dermatitida, léze (Lay 2011), hyperkeratóza, která vzniká následkem zvýšeného zatížení prstů a chodidla na dně klece (Weitzenbürger et al. 2006), což je ještě umocněno sklonem podlahy v klecích (Abrahamsson & Tauson 1995) a nadměrný růst drápů (Lay 2011).

V každém systému jsou zvířata vystavována stresu a žádný genotyp slepic není dokonale přizpůsobeno všem typům ustájení (Lay 2011).

Na dobré životní podmínky nosnic má zásadní vliv správa a organizace každého chovu. Pokud řízení chovu není dobré, může i způsob ustájení, který má z hlediska welfare zvířat lepší podmínky, mít na zvířata horší dopad (Lay 2011).

## **3.4 Konvenční chov nosnic**

### **3.4.1 Technologické systémy chovu nosnic**

Způsob ustájení nosnic je důležitý z mnoha hledisek. Je vždy potřeba hodnotit chování zvířat, welfare zvířat, kvalitu a bezpečnost vajec, ekonomické důsledky, dopad na životní prostředí, užitkovost a zdraví hejna, zdraví a bezpečnost pracovníků (Zhao et al. 2015). Ve všech evropských zemích se mohou vejce produkovat v klecových systémech, na podestýlce, ve volném výběhu a v rámci ekologického zemědělství (Sokolowicz et al. 2018a). Alternativní systémy ustájení pro produkci konzumních vajec představují posun k extenzivním formám chovu (Ferrante et al. 2008).

#### **3.4.1.1 Obohacené klecové systémy**

Chov nosnic v obohacených klecových systémech je ekonomicky výhodný z hlediska nákladů na výrobu (Jedlička 2008). Snáška vajec je ze všech způsobů ustájení nejvyrovnanější (Košar et al. 2004). Díky uspořádání klecí je jednoduchá kontrola zdravotního stavu nosnic (Blair 2011).

Jedná se o bezstelivové ustájení v bezokených halách ve vícepodlažních klecových bateriích. Mezi konstrukcemi klecí jsou uličky s minimální šířkou 900 mm. První podlaží musí být od země nejméně 350 mm vysoko. Dvířka do klece musí svými rozměry a tvarem umožnit vyjmutí dospělé nosnice aniž by došlo ke zranění. Dále je potřeba zajistit, aby slepice nemohly z klecí uniknout (Přikryl 2012).

Podlaha klecí je drátěná a mírně nakloněná pro zajištění vykutálení snesených vajec na sběrný pás (Brantsaeter et al. 2018). Vejce nejsou znečištěná a je nižší riziko kontaminace vajec (Košar et al. 2004), protože slepice nepřicházejí do styku s trusem (Blair 2001). Také se díky tomu snižuje přenos infekčních chorob a vnitřních cizopasníků a tím se snižuje spotřeba léčiv (Přikryl 2012). Rodenburg et al. (2005) uvádějí, že v klecových systémech jsou dobré hygienické a veterinární podmínky.

V klecích není podestýlka, tím pádem je v provozu nižší prašnost a nižší množství uvolňovaného amoniaku (Košar et al. 2004). Pro pracovníky provozu je ještě tento způsob výhodný z hlediska toho, že s drůbeží nepřichází do přímého kontaktu (Přikryl 2012).



System napájení a krmení je plně automatizován. Slepice jsou napájeny ad libitum (Ren et al. 2019). Krmivo je do krmných žlábků doplňováno pomocí dopravníků. Krmná dávka je kontrolovaná a řízená počítačem. K odklizení trusu se využívá pásových dopravníků. Sběr vajec je také automatický. Díky sklonu dna klece se vejce na pásový dopravník vykutálí (Přikryl 2012).

Velikost obohacených klecí nesmí být menší než 2000 cm<sup>2</sup>. V kleci musí být zajištěný prostor pro jednu nosnici minimálně 750 cm<sup>2</sup> podlahové plochy, z toho 600 cm<sup>2</sup> využitelné plochy s minimální šířkou 30 cm, výškou nejméně 45 cm a nepřesahujícím sklonem 14 %. Výška klece mimo využitelnou plochu musí být minimálně 20 cm. Součástí obohacených klecí je snáškové hnízdo, hřady, napáječky, krmítka. V dosahu musí mít každá nosnice minimálně dvě kapátkové nebo kalíškové napáječky. Napáječky se umísťují do klecí v počtu maximálně 10 slepic na jednu napáječku. Ke krmítkům musí být zajištěn přístup bez omezení. Na jednu nosnici je počítáno s minimální délkou 12 cm žlábkového krmítka (Vyhláška č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, ve znění pozdějších předpisů). Hřady musí poskytovat nejméně 15 cm prostoru pro jednu nosnici a klece musí být vybaveny vhodnými prostředky pro zkracování drápů (Pavlík et al. 2007).

Chov nosnic v klecových systémech má i své nevýhody. Snáškové hnízdo je zakryto přední stěnou, což ztěžuje nález uhynulých slepic. U nosnic dochází k odírání se o stěny klece, ke vzájemnému oštipování a kanibalismu (Přikryl 2012).

Velká hustota na omezeném prostoru způsobuje nemožnost klidného hřadování a popelení a hrabání všech slepic v místech, která jsou pro to v klecích určená, z důvodu obsazení těchto míst dominantními jedinci (Přikryl 2012).

Místo přirozených materiálů k hrabání a popelení se používají umělé podložky (Přikryl 2012).

#### 3.4.1.2 Podlahové systémy

Jedná se o podestýlkový chov kombinovaný s rošty v bezokenních halách. Na roštích jsou umístěna skupinová snášková hnízda, krmítka, napáječky a hřady. Podestýlku tvoří piliny, piliny s pískem, hobliny nebo krátce řezaná sláma. Podestýlka zaujímá třetinu podlahové plochy (Přikryl 2012). Díky podstýlce mají slepice možnost projevu přirozeného chování jako je hledání krmiva, hrabání, klování, popelení (Brantsaeter et al. 2018). Neklecové systémy ustájení přispívají ke zlepšení welfare slepic. Hřadování a možnost pohybu vede ke zpevnění kostí končetin (Campbell 2016). Nosnicím se v takto velkých skupinách těžko vytvářejí stabilní sociální vztahy, dochází ke stresu a projevům nevhodného chování, jakým je např. kanibalismus (Tůmová 2007). Díky dostatečně velkému prostoru mohou při napadení nosnice uniknout před útokem. Oproti klecovým chovům je zde snižené mechanické poškození peří (Přikryl 2012).

Snášková hnízda se do hal umísťují nejčastěji podél stěn nebo doprostřed (Tůmová 2007). Přístup ke snáškovým hnízdům znesnadňuje jejich kontrolu a čištění a tím je zde častější výskyt zevních parazitů. Rychle se zde šíří i endoparazité vzhledem k vysokému počtu nosnic a přímému kontaktu s trusem, což zvyšuje podávání léčiv (Přikryl 2012).

Na 1 m<sup>2</sup> využitelné plochy (bez snáškových hnízd) připadá 9 nosnic. V podestýlkových systémech je plocha se stelivem pro jednu nosnici minimálně 250 cm<sup>2</sup>. Roštové části podlah jsou konstruovány tak, aby podpíraly každý dopředu směřující prst obou končetin. V halách pro

drůbež jsou instalované hřady, pro jednu nosnici nejméně 15 cm. Hřady musí být bez ostrých hran v jedné nebo více řadách vedle sebe nebo nad sebou. Vzdálenost hřadů mezi sebou musí být 30 cm a od stěny vzdálené 20 cm. Hřady nesmí být nad nezarošтовanou plochou. Slepice snášejí vejce do snáškových hnízd, jedno hnízdo pro každých 7 nosnic. Vnitřní prostor skupinových snáškových hnízd je 1 m<sup>2</sup> nejvýše pro 120 nosnic. Sběr vajec je automatický. Prostor u žlábkových krmítek je 10 cm na jednu nosnici, u kruhových 4 cm. Napáječky jsou v počtu 10 nosnic na jednu napáječku a každá nosnice musí mít v dosahu nejméně dvě kapátkové nebo kališkové napáječky (Vyhláška č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, ve znění pozdějších předpisů).

Nosnice jsou napájeny ad libitum a systém napájení a krmení je plně automatizován (Příkryl 2012). Existují dvě varianty tohoto systému ustájení dané způsobem odklizení trusu z podroštových prostor. Jednou možností je odklizení trusu po skončení snáškového turnusu. Druhou možností je průběžné odklizení trusu pomocí pásových dopravníků.

V letním období je v halách zvýšená prašnost. V zimním období je potřeba haly vytápět, protože ve vlhké podestýlce v nevětraných halách vzniká větší množství plynů (Příkryl 2012).

Celkově je tento technologický systém ekonomicky náročný vzhledem k malé hustotě osazení haly, vyšší spotřebě krmiva a léčiv, nižší užitkovosti, zvýšenému úhynu a nižší produktivitě práce (Příkryl 2012).

### 3.4.1.3 Voliérové systémy

Voliérové systémy se skládají z řad voliér a chodeb. Díky různým úrovním voliérového uspořádání a možností slepic přechodu mezi nimi, mají slepice více prostoru a pohybují se ve složitějším prostředí (Brantsaeter et al. 2018). Konstrukce voliér jsou bez dělicích přepážek a dvířek (Příkryl 2012) a nejčastěji se instalují ve třech podlažích. Ve spodní a střední vrstvě jsou instalovaná krmítka a napájecí zařízení. Nahoře jsou instalované hřady (Brantsaeter et al. 2018). Snášková hnízda jsou v podlažích nebo samostatně mezi konstrukcemi (Příkryl 2012), záleží na konkrétním designu voliérového způsobu ustájení (Brantsaeter et al. 2018). Tento způsob chovu nosnic spojuje otevřené obohacené klece a podlahový systém. Hustota osazení haly je zde vyšší oproti podlahovým systémům a to 17,4 nosnic/1 m<sup>2</sup> užitné podlahové plochy (Van den Brand et al. 2004). V uličkách a pod konstrukcí je stelivo (piliny, piliny s pískem, hobliny, krátce řezaná sláma). Podmínkou je, aby podestýlka zaujímal třetinu podlahové plochy haly (Brantsaeter et al. 2018). Podestýlka se naveze před snáškovým turnusem ve vrstvě 3 – 5 cm. Do uliček se navází mobilně, pod voliéry ručně. Stejným způsobem je řešeno i odklizení podestýlky s trusem. Vlhkost podestýlky bez trusu je 25 %. Z celkového množství vyprodukovaného trusu 100 – 120 kg na 1000 nosnic za den je 15 – 20 % v podestýlce (Příkryl 2012). Díky podestýlce mají slepice možnost projevu přirozeného chování jako je hledání krmiva, hrabání, klovaní, popelení (Brantsaeter et al. 2018).

Voliérový systém nesmí mít více než čtyři podlaží se světelnou výškou mezi podlažními minimálně 45 cm. Trus z horních podlaží nesmí padat do nižších pater. Na 9 nosnic musí připadat 1 m<sup>2</sup> využitelné plochy. Plocha se stelivem pro jednu nosnici musí být minimálně 250 cm<sup>2</sup>. Roštové části podlah jsou konstruovány tak, aby podpíraly každý dopředu směřující prst obou končetin. V halách pro drůbež jsou instalované hřady, pro jednu nosnici nejméně 15 cm. Hřady musí být bez ostrých hran v jedné nebo více řadách vedle sebe nebo nad sebou.

Vzdálenost hřadů mezi sebou musí být 30 cm a od stěny vzdálené 20 cm. Hřady nesmí být nad nezarošтовanou plochou. Slepice snášejí vejce do snáškových hnízd, jedno hnízdo pro každých 7 nosnic. Vnitřní prostor skupinových snáškových hnízd je 1 m<sup>2</sup> nejvýše pro 120 nosnic. Sběr vajec probíhá automaticky. Krmítka a napáječky musí být rozmístěné rovnoměrně. Prostor u žlábkových krmítek je 10 cm na jednu nosnici, u kruhových 4 cm. Napáječky jsou v počtu 10 nosnic na jednu napáječku a každá nosnice musí mít v dosahu nejméně dvě kapátkové nebo kalíškové napáječky (Vyhláška č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, ve znění pozdějších předpisů).

Neklecové systémy ustájení poskytují prostor a vybavení, který nosnicím umožňuje vykonávat normální a přirozené chování a přispívá ke zlepšení welfare slepic. Hřadování a možnost pohybu vede ke zpevnění kostí končetin (Campbell 2016). Díky dostatečně velkému prostoru mohou při napadení nosnice uniknout před útokem (Přikryl 2012).

Oproti klecovým chovům je zde snížené mechanické poškození peří (Přikryl 2012).

Vzhledem k velké hustotě osazení a tím vyšší produkci biologického tepla, je možné fungovat v zimním období bez vytápění (Košar et al. 2004).

Trus je odvážen pásovými dopravníky, které jsou umístěné pod každým podlažím (Brouček et al. 2011). Je možné podobně jako u klecových systémů instalovat provzdušňovací zařízení na vysoušení vyprodukovaného trusu. Díky průběžnému odklizení trusu je zde menší množství amoniaku a dalších plynů (Přikryl 2012). Sýkora (2014) uvádí, že podestýlka se nastele před umístěním nosnic a odklidí se po jejich vyskladnění na konci snáškového cyklu.

Odchov kuřat v klecových systémech, sebou nese při přesunu kuřat do systémů voliérových problémy s přizpůsobením se novému prostředí. Čínská zemědělská univerzita vyvinula systém volných klecových voliér, který pomáhá kuřatům přechod z klecí do systému voliér pomocí víceúrovňových podlah a ramp (Yang et al. 2017). Přikryl (2012) uvádí, že při chovu nosnic ve voliérových systémech ustájení je potřeba, aby i odchov kuřat byl v tomto systému ustájení.

Z ekonomického hlediska je tento systém méně výhodný než klecové systémy, ale oproti podlahovým systémům je díky lepší využitelnosti krmiva, vyrovnanější snášce a vyšší hustotě nosnic v halách, výhodnější (Přikryl 2012).

#### 3.4.1.4 Volné výběhy

Jones et al. (2012) uvádějí, že chov nosnic s možností volného výběhu může být ideální volbou pro produkci vajec se zajištěním dobrých životních podmínek slepic. Jedná se o jeden z alternativních chovů, ve kterém musí být splněny podmínky v halách stejné jako v podestýlkových chovech nebo chovech ve voliérách. Do výběhu mají slepice přímý přístup otvory vysokými 35 cm a širokými 40 cm. Pro 1000 nosnic je nutné zajistit otvory v délce 2 m. Ve výbězích musí být přístřešky, které nosnice ochrání před nepříznivými klimatickými podmínkami a predátory (Vyhláška č. 208/2004 Sb.). Úkryt poskytují nosnicím haly. V halách jsou umístěná krmítka, napáječky a snášková hnízda. Výběh musí být konstruován tak, aby chránil slepice před predátory (Knierim 2006).

### 3.4.2 Výživa nosnic

Výživa nosnic je důležitým faktorem, který ovlivňuje produkci vajec a zdravotní stav slepic (Anyanwu et al. 2008). Zvláště důležitá je výživa z hlediska dnešního trendu při prodlužování snáškového cyklu. Nutriční požadavky se liší v závislosti na věku nosnic a podmínkách chovu (Bain et al. 2016). U krmiv je obecně důležitý nízký obsah antinutričních látek (Angelovičová & Polačková 2015).

Příjem krmiva je závislý na energetické hodnotě a na formě krmiva. Nosnice přizpůsobují příjem živin dennímu cyklu tvorby vajec (Bouvarrel et al. 2011). Konvenční systém krmení je založen na kompletních krmných směsích podávaných nosnicím ad libitum (Molnár et al. 2018). Složení krmné směsi je stejné po celý den, liší se v jednotlivých fázích snáškového cyklu (Leeson & Summer 2009). Zelenka (2015) upozorňuje na tuto možnost do 30. týdne věku nosnic. Později je potřeba příjem krmiva kontrolovat. Nosnice přijímají vyšší množství krmiva pro pokrytí potřeby vápníku a fosforu. Alternativou je během dne podávání krmiv o rozdílném složení živin. Tento způsob podávání krmiv umožňuje nosnicím přijímat takovou složku krmiva, kterou potřebují v danou dobu pro tvorbu vajec. Jedná se především o vápník při syntéze skořápky (Molnár et al. 2018). Díky rozdílnému složení jednotlivých složek vejce, je zapotřebí různých živin k jejich tvorbě (Nys & Guyot 2011). Pohlavní dospělosti slepic, začátkem snášky vajec jsou vyšší požadavky na syntézu bílkovin a lipidů. Mastné kyseliny se syntetizují v játrech, tím pádem se metabolický cyklus v játrech pohlavní dospělosti slepic zvyšuje. Při nevyvážených nutričních hodnotách krmiv může dojít k metabolickým poruchám (Nys & Guyot 2011). Bouvarrel & Nys (2013) uvádějí snížení rizika metabolických poruch jater při doplnění krmných směsí o cholin, kyselinu listovou, vitamin B12, inositol a vitamin E. Zdrojem dusíkatých látek v krmných směsích je sójový extrahovaný šrot. Náhradou sóji může být také hrách (Lichovníková 2015). Lee et al. (2016) udávají, že sója bývá v krmivech obsažená v 15-20 %. Jako alternativu uvádějí vzhledem k vysoké ceně lupinu. V podmínkách ekologického zemědělství jsou náklady na pěstování sóji vysoké, proto je v ekologických krmivech problém s dostupností aminokyselin a bílkovin (Kjaer & Sørensen 2002, Lichovníková 2015). Krmiva obohacená o části vápníku pomáhají k vyrovnanému příjmu potřebného vápníku k syntéze vaječné skořápky. Pokud jeho potřeba není pokrytá z krmiva, dochází k uvolňování vápníku z kostí (Nys 2017).

Z hlediska příjmu krmiva, stravitelnosti a pozitivního vlivu na žaludeční sval, jsou výhodnější hrubá krmiva, ve kterých je 75-80 % částic o velikosti 0,5-3,2 mm (Pottguetter 2015).

V alternativních systémech chovu je potřeba počítat s vyšší spotřebou krmiva kvůli vyššímu energetickému výdeji nosnic (Anderson 2010). Denli et al. (2016) uvádějí, že příjem krmiva ve 30. a 40. týdnu věku nosnic neovlivnil systém ustájení. V 50. týdnu věku přijímaly nosnice chované v klecovém systému méně krmiva než nosnice ve volném výběhu.

Součástí krmiva pro nosnice bývá pšenice setá, kukuřice setá, sója luštinatá, chlorid sodný, vápenec, hydrogenuhličitan sodný, dikalcium fosfát, aminokyseliny, krmné enzymy, rostlinný olej (Lee et al. 2016), minerály, vitamíny, cholin-chlorid, rybí moučka (Li et al. 2018), masokostní moučka (Zelenka et al. 2011).

### 3.5 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství podléhá následujícím předpisům:

- Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.

- Vyhláška č. 16/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o ekologickém zemědělství.

- Nařízení rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2090/91 (Kontrola ekologického zemědělství [KEZ], 2009). 1. ledna 2021 nabyde účinnosti Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 848/2018 o ekologické produkci a označování bioproduktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 834/2007 (eAgri, 2020).

- Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu.

- Nařízení Komise (ES) č. 1235/2008, který se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007, pokud jde o opatření pro dovoz ekologických produktů ze třetích zemí (Kontrola ekologického zemědělství [KEZ], 2009).

Ekologické zemědělství hospodaří s cílem produkovat zdravé potraviny s důrazem na dobré a přirozené nakládání s přírodními zdroji (Homolka & Koukolová 2012). Ekologické hospodaření přispívá k ochraně životního prostředí a rozvoji venkova. Principy ekologického zemědělství stojí na osvědčených environmentálních postupech, ochraně přírodních zdrojů, uplatňování přísných norem pro dobré životní podmínky zvířat (Nařízení rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2090/91), na podpoře vysoké úrovně biologické rozmanitosti a udržení biologické aktivity půdy. Ekologické zemědělství propojuje sociální, ekologické a ekonomické cíle a vytváří tak udržitelné přírodní systémy (Ruth et al. 2011).

Bioprodukty upřednostňují spotřebitelé, kterým záleží na původu, způsobu produkce a zpracování potravin za použití přírodních látek a procesů. Konzumenti pokládají biopotraviny za hodnotnější z nutričního hlediska, zdravotně nezávadné a chutnější (Komprda 2009). Zpracovatelské postupy by měly zajistit zachování důležitých vlastností produktu a jeho ekologické integrity ve všech fázích řetězce (Ruth et al. 2011).

V rámci ekologického hospodaření je zakázáno používání geneticky modifikovaných organismů (GMO), stejné podmínky platí i pro zpracování bioproduktů. Rostlinná produkce přispívá k zachování a zlepšení úrodnosti půdy. Důraz je kladen na správný výběr druhů a odrůd pěstovaných rostlin, na pravidelné střídání plodin v rámci osevních postupů, na organické hnojení pro dosažení přirozené úrodnosti půdy (Homolka & Koukolová 2012).

Každá osoba, která podniká v ekologickém zemědělství, musí mít uzavřenou smlouvu s některou z těchto kontrolních a certifikačních organizací: KEZ o.p.s., Biokont CZ, s.r.o., ABCERT AG, BUREAU VERITAS CERTIFICATION CZ, s.r.o. Dalšími kontrolními orgány jsou: Státní veterinární správa, Státní zemědělská a potravinářská inspekce a Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů).

Výše uvedené kontrolní orgány musí mít k dispozici v místě ekologického podniku aktualizované údaje o aktuálním popisu provozní jednotky: u zvířat vstupujících do zemědělského podniku původ a den vstupu, období přechodu, identifikační značku a veterinární záznam; u zvířat opouštějících zemědělský podnik věk, počet kusů, hmotnost v případě porážky, identifikační značku a místo určení; podrobnosti o jakýchkoli ztracených zvířatech a příčiny ztráty; u krmiv typ, včetně doplňkových krmiv, poměry různých složek v krmných dávkách a doby přístupu do venkovních oblastí volného pohybu, období sezónního přesunu stád, pokud pro ně platí nějaká omezení; pro prevenci a léčení nálezů a veterinární péči den ošetření, podrobnosti o diagnóze, dávkování, typ léčebného přípravku, upřesnění aktivních farmakologických látek, použitou léčebnou metodu a předpis veterinární péče veterinárním lékařem s uvedením důvodů a ochranných lhůt před uvedením živočišných produktů označených jako ekologické produkty na trh (Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu).

### **3.5.1 Živočišná výroba v ekologickém zemědělství**

Živočišná produkce je zdrojem organických látek, živin, které jsou nezbytné pro obdělávanou půdu, přispívá ke zlepšování půdních vlastností a k rozvoji trvale udržitelného zemědělství (Dvorský & Urban 2014). Ekologická živočišná výroba musí udržovat úzkou vazbu k půdě.

Zvířata by měla mít přístup na otevřená prostranství a pastviny kdykoli to stav půdy a povětrnostní podmínky dovolí (Dvorský & Urban 2014). Pro zamezení nadměrné pastvy a udusání půdy, jsou počty zvířat omezené.

Intenzita chovu, ustájení a chovatelské postupy respektují vývojové, fyziologické a etologické potřeby zvířat (Dvorský & Urban 2014).

Jakýkoli druh utrpení je potřeba držet na minimu po celou dobu života zvířete i při samotné porážce (Kuchtík 2015). Před porážkou a v jejím průběhu je nutné minimalizovat stres zvířat.

Není povolené vazné ustájení a izolace zvířat kromě nutných případů z hlediska bezpečnosti a veterinárních důvodů (Dvorský & Urban 2014). Přeprava hospodářských zvířat by měla být co nejšetrnější a po co nejkratší možnou dobu (Kuchtík 2015).

Do ekologické produkce jsou zahrnuta zvířata narozená/vylíhnutá a odchovaná na ekologických zemědělských farmách. Pokud se do ekologického chovu dopraví zvířata z jiného než ekologického chovu a mají být zařazena do ekologické produkce, je potřeba dodržet dobu šest týdnů v případě drůbeže určené k produkci vajec (Dvorský & Urban 2014). Ta, která byla v podniku na začátku přechodného období na ekologický způsob hospodaření, mohou být zahrnuta do ekologické produkce až po uplynutí tohoto přechodu. To stejné platí i pro zvířata dovezená z důvodu plemenitby.

Primárně se využívá přirozená plemenitba, povoleno je i umělé oplodnění (s výjimkou klonování a přenosu embryí). Při rozmnožování není povoleno použití hormonů a podobných látek, pokud nejsou součástí veterinárního léčebného ošetření v případě konkrétního zvířete (Kuchtík 2015). Důležitá je volba plemene.

Hospodářská zvířata musí být krmena krmivem vyprodukovanými v souladu se zásadami ekologického zemědělství (Šarapatka et al. 2006). Zákon č. 242/2000 Sb. uvádí, že ekologické krmivo se získává z ekologických krmných surovin s výjimkou případů, kdy krmná surovina není v ekologické podobě na trhu dostupná. Použití doplňkových látek v krmivech a činidel je omezeno tak, že k němu dochází v minimálním rozsahu a jen v případě nevyhnutelné potřeby technologického nebo zootechnického rázu nebo důvodů zvláštních nutričních požadavků. Nepoužívají se látky nebo zpracovatelské postupy, které by mohly uvádět spotřebitele v omyl, pokud jde o pravou povahu produktu. Krmivo musí být pečlivě zpracováváno, pokud možno za použití biologických, mechanických a fyzikálních postupů. Z Nařízení rady (ES) č. 834/2007 vyplývá, že krmiva musí splňovat požadavky na výživu ve všech stádiích jejich vývoje. Jako krmiva se primárně využívají produkty ekologického zemědělství vypěstované v daném hospodářském podniku nebo ze zemědělských podniků stejného regionu. Část krmiv může být použita z podniků, které jsou v přechodném období. Zvířata mají mít přístup na pastvu nebo k objemnému krmivu. Jiné suroviny než z ekologické produkce (rostlinného/živočišného původu, minerální látky, látky doplňkové) mohou být použity jen v případě, že byly schváleny pro použití v ekologické produkci.

Není možné použití růstových stimulátorů a syntetických aminokyselin. Nelze paušálně zkrmovat syntetické vitamíny (Šarapatka et al. 2006).

Snahou je předcházet jakýmkoli nákazám výběrem vhodného genotypu, správným chovatelským postupem, podáváním vysoce kvalitního krmiva, umožněním tělesného pohybu zvířat, odpovídající intenzitou chovu, vhodným ustájením s dobrými hygienickými podmínkami (Berg et al. 2001). V případě nemoci nebo zranění by měla být zvířata ihned léčena (Sainsbury 2000). Přednost se dává homeopatickým a fytoterapeutickým přípravkům. Pokud neexistuje jiné řešení, mohou se použít syntetická chemická alopatická veterinární léčiva. Pak je nutné dodržet odpovídající ochrannou lhůtu pro produkty zařazené do ekologické produkce. Povolená jsou také imunologická veterinární léčiva (Dvorský & Urban 2014). Není povoleno rutinní používání antibiotik a chemoterapeutik (Berg et al. 2001).

### 3.5.2 Ekologický chov nosnic

Produkce vajec v ekologickém zemědělství s sebou nese vyšší výrobní náklady a s tím související vyšší ceny pro spotřebitele (Hidalgo et al. 2008). Hammershoj & Steinfeldt (2016) uvádějí, že spotřebitelé kromě psychologických a etických hledisek očekávají u vajec z ekologické produkce vyšší kvalitu, která vyšší ceně odpovídá.

Důležitou součástí ekologického chovu je svoboda pohybu zvířat (Berg 2001). V rámci ekologického chovu drůbeže není možné drůbež držet v klecích. Podmínkou je, aby měla zvířata přístup na otevřená prostranství minimálně po dobu jedné třetiny svého života. Venkovní prostor by měl být převážně pokryt vegetací s možností úkrytu v podobě stromů a keřů, které zabraňují útoku dravců. Důležité je umožnit drůbeži jednoduchý přístup k přiměřenému počtu napajedel (Dvorský & Urban 2014).

Venkovní plocha musí být minimálně 4 m<sup>2</sup> na nosnici (Berg 2001). Podmínkou je nepřekročit limit 170 kg N/ha ročně. Maximální počet nosnic na hektar odpovídající této podmínce je 230 kusů (Nařízení Komise (ES) č. 889/2008).

Pro budovy, ve kterých je drůbež chovaná, platí, že podlahová plocha musí být nejméně z jedné třetiny pevná (bez roštů a mřížových konstrukcí) a pokrytá podestýlkou např. slámou, dřevěnými hoblinami, pískem, rašelinou (Dvorský & Urban 2014). Uvnitř budov jsou instalovány hřady. Budovy jsou vybaveny vstupními a výstupními otvory o velikosti 4 m na 100 m<sup>2</sup> plochy budovy.

V jedné hale je maximálně 3000 nosnic (Nařízení komise (ES) č. 889/2008). Prostor musí být dostatečně velký, aby zvířata měla možnost pobývat ve všech přirozených polohách, s možností přirozeného pohybu a očisty (Dvorský & Urban 2014). Pro vnitřní prostor budovy platí 6 nosnic/m<sup>2</sup> (Berg 2001), 18 cm hřadu na jednu nosnici, 7 nosnic na hnízdo nebo 120 cm<sup>2</sup> na jednu nosnici (Nařízení komise (ES) č. 889/2008).

Budovy musí v hojné míře umožňovat přirozené větrání a přístup denního světla (Dvorský & Urban 2014). Ekologický chov drůbeže může být doplněn i umělým světlem, s maximální délkou světla 16 hodin denně. Souvislá doba nočního klidu bez umělého světla musí být minimálně po dobu osmi hodin.

V ekologickém zemědělství není přípustné krácení zobáků (nebo podobných praktik u ostatních druhů hospodářských zvířat). Pokud je to nutné z hlediska bezpečnosti, zdraví, hygieny, utrpení zvířat se omezuje na minimum pomocí vhodné anestézie/analgetik, přičemž operace provádí kvalifikovaný personál, a to pouze v nejvhodnějším věku zvířat. Nakládka i vykládka zvířat se provádějí opatrně a bez použití jakékoli elektrické stimulace k nucení zvířat (Kuchník 2015).

V případě drůbeže by mělo nejméně 20 % krmiva pocházet z daného zemědělského podniku nebo v případě, že to není proveditelné, se krmivo vyprodukuje v tomtéž regionu ve spolupráci s jinými ekologickými hospodářstvími nebo provozovateli krmivářských podniků (Dvorský & Urban 2014).

Součástí denní krmné dávky drůbeže musí být pícniny dodávané farmářem nebo ve formě pastvy (Hammershøj & Steinfeldt 2015). Jedná se o objemná, čerstvá, sušená nebo silážovaná krmiva (Blair 2008). Příjem krmiva na pastvě udávají Lorenz et al. (2013) v množství od 2 do 57 g sušiny a je ovlivněn věkem slepic, genotypem a podmínkami chovu. Variabilita v příjmu krmiva se odráží na příjmu živin, který je ovlivněn sezónním a botanickým složením pastvy (Breitsameter et al. 2014).

### **3.6 Produkce vajec**

V chovech nosnic jsou čistokrevná plemena nahrazovaná prošlechtěnými nosnými hybridy s vyšší užitkovostí. Vyšší užitkovost je podmíněná kvalitní výživou a vhodným systémem ustájení (Ledvinka et al. 2015). Produkce zahrnuje nejen počet vyprodukovaných vajec, ale také jejich kvalitu. Oba tyto ukazatele, které je potřeba sledovat, ovlivňují vnitřní a vnější faktory. Závisí na genotypu, zdravotním stavu nosnic, věku, výživě a systémech chovu (Ledvinka et al. 2008), konverzi krmiva. Za převládající faktor v produkci vajec je považován věk nosnic (Incharoen et al. 2018). Snášku vajec také ovlivňuje délka světelného dne. Záleží na délce světla i na jeho intenzitě (Svobodová et al. 2015).

Intenzita snášky se určuje podle snesených vajec na počet slepic za daný časový úsek (Mareček et al. 2005). Hodnoty se vyjadřují v procentech. Ze začátku dochází k ovulaci každých 24-25 hodin, postupně se tento interval prodlužuje a tím se snáška snižuje (Appleby et



al. 2004). Po uvolnění žloutkové hmoty ze zralého folikulu dochází k zachycení ve vejcovodu a v jeho jednotlivých částech k syntéze bílku, podskořápečných blan, skořápky a kutikuly (Nys et al. 2004). Celý proces je kontrolován hormony neurohypofýzy a prostaglandiny produkovanými ve vaječnicích (Nys & Guyot 2011).

Snáškový cyklus začíná pohlavní dospělostí nosnic, což je kolem 22. týdne jejich života (Pavlík et al. 2007). Slepice snesou kolem 300 kusů vajec za 365 dní (Appleby et al. 2004). Produkční cyklus vajec se u vysokoužitkových nosných hybridů podařilo prodloužit na 80 až 90 týdnů věku nosnic (Molnár et al. 2016). Nosné užitkové typy hnědovaječné mají genetický potenciál k produkci 405 kusů vajec s průměrnou hmotností 65,5 g během snášky prodloužené na 16 měsíců (Angelovičová & Polačková 2015). Bain et al. (2016) uvádějí cíl 500 snesených vajec na nosnici v prodlouženém snáškovém cyklu na 100 týdnů věku nosnice. Je potřeba, aby byla zachována kvalita vajec a zdraví nosnic.

Ke snížení produkce vajec dochází na konci snáškového cyklu při přepeřování. Přepeření je přirozený proces při kterém dochází k periodickému uvolňování a nahrazování peří ptáků (Berry 2003). Dochází ke snížení tělesné hmotnosti nosnic až o 30 % (Kakhki et al. 2018). U divokých druhů ptáků dochází k úplnému reprodukčnímu klidu, u domácích druhů jen ke snížení snášky, což je z ekonomického hlediska nevýhodné. Proces přepeřování indukuje snížená intenzita světla a kratší délka světelného dne (Berry 2003).

Na produkci vajec má vliv systém ustájení (Ledvinka et al. 2015). Küçükyılmaz et al. (2012) vliv ustájení na produkci nepotvrdili. Zita et al. (2014) neprokázali vliv systému ustájení na snášku a intenzitu snášky.

Výrazně nižší produkci vajec v systému voliér zaznamenali ve své studii Englmaierová et al. (2014). Porovnávané byly systémy obohacených klecí, podestýlkový chov a ustájení ve voliérách. Tavares et al. (2018) udávají nižší produkci vajec u nosnic z volného výběhu a ekologického chovu oproti nosnicím chovaným v klecích. Ve srovnání volného výběhu, podestýlkového chovu a klecových systémů, byla nejvyšší produktivita ve volném výběhu, následovaná klecovým chovem a nejmenší produkce vajec byla zaznamenána u nosnic z podestýlky (Sekeroglu et al. 2010). Denli et al. (2016) udávají vyšší produkci vajec u slepic chovaných v klecích oproti slepicím z volného výběhu. Dikmen et al. (2016) při porovnání produkce vajec v obohacených klecích a ve volném výběhu zjistili vyšší produkci vajec v systému s volným výběhem. Ferrante et al. (2008) ve své studii porovnávali podestýlkový chov a ekologický chov nosnic. Slepice začaly snášet ve věku 20 týdnů. Vrchol snášky byl zaznamenán ve věku 25 týdnů. Nosnice v ekologickém chovu měly v tomto období vyšší intenzitu snášky oproti nosnicím, které byly chované na podestýlce. Mezi 25. a 58. týdnem snáškového cyklu byla intenzita snášky vyšší u nosnic z podestýlkového chovu. Celkově byla ale intenzita snášky vyrovnaná. U nosnic ekologického chovu 86,40 % a u nosnic chovaných na podestýlce 86,35 %. Způsob ustájení neměl negativní dopad na produkci nosnic. Důležitým faktorem jsou odborné znalosti a dovednosti, které jsou potřeba při řízení ekologických chovů.

### **3.7 Kvalita vajec**

Kvalita vajec je důležitým ukazatelem produkce. Je ovlivněna faktory vnitřní a vnější povahy. Mezi vnitřní faktory patří genotyp, zdravotní stav nosnic, věk slepic a období snášky.

Vnějšími faktory jsou výživa, systém chovu, mikroklima prostředí, stresové podněty, podmínky při skladování (Ledvinka et al. 2012).

Ledvinka et al. (2008) uvádějí, že se kvalita vajec hodnotí na základě ukazatelů technologické hodnoty (hmotnost vajec a index tvaru vejce; hmotnost žloutku, bílku a skořápky; podíl žloutku, bílku a skořápky z hmotnosti vejce; index žloutku a bílku; kvalita bílku vyjádřená Haughovými jednotkami; tloušťka a pevnost vaječné skořápky; obsah cholesterolu ve vaječném žloutku). Sokolowicz et al. (2018a) zjistili u zkoumaných kvalitativních vlastností vajec vyšší variabilitu u vajec od slepic z volného výběhu a ekologického výběhu v porovnání s ustájením na podestýlce. Vyšší variabilitu výsledků u alternativních systémů chovu potvrzují i Tavares et al. (2018).

### 3.7.1 Hmotnost a index tvaru vejce

Hmotnost vajec je ovlivněná velkým počtem vnitřních i vnějších faktorů. Významný vliv na hmotnost vajec má genotyp (Vits et al. 2005). Bělovaječné nosnice snášely těžší vejce ve srovnání s hnědovaječnými (Küçükyılmaz et al. 2012). Dalším významným vnitřním faktorem je věk nosnic. Hmotnost vajec se zvyšuje s věkem nosnic (Johnston & Gous 2007) a s pozdějším obdobím snášky (Ledvinka et al. 2008). Podle Barbosy et al. (2012) byly tyto tendence jen v klecových systémech, v alternativních systémech pozorované nebyly, což může být způsobeno častějším vystavením chorobám ve venkovních systémech chovu. Oproti tomu s vyšší intenzitou snášky se hmotnost vajec snižuje (Arent et al. 1997).

Hmotnost vajec ovlivňují i faktory vnější. Arent et al. (1997) uvádějí, že vejce od nosnic krměných krmnou směsí s vyšším obsahem dusíkatých látek, mají průměrnou hmotnost vyšší. Prostředí, ve kterém nosnice žijí, je dané systémem chovu. Vyšší hmotnost mají vejce od slepic z klecových chovů oproti chovům na podestýlce, s možností venkovního výběhu a ekologických chovů (Jones et al. 2004, Đukić-Stojčić 2009, Tavares et al. 2018). Ve studii Lordela et al. (2016), ve které byla porovnávána vejce od nosnic chovaných v klecích, na podestýlce, ve volném výběhu, v ekologickém chovu a vejce od slepic chovaných v klecích s krmivem obohaceným omega-3 polynenasycenými mastnými kyselinami, se zjistilo, že vejce s vyšší hmotností byla od slepic z klecových chovů s obohaceným i neobohaceným krmivem. Yenice et al. (2015) udávají vyšší hmotnost vajec od slepic z klecových chovů, nižší hmotnost vajec od slepic z volného výběhu. S těmito údaji jsou v rozporu výsledky Küçükyılmaz et al. (2012) a Dalle Zotte et al. (2013), kteří zjistili, že vejce o vyšší hmotnosti snášejí slepice chované ve volném výběhu a podestýlkových systémech. To potvrzují i Sokolowicz et al. (2018a), v jejichž studii vejce od nosnic ustájených v podmínkách ekologického chovu měla vyšší hmotnost na rozdíl od vajec z podestýlkových systémů. Nejzřetelnější rozdíl v hmotnosti vajec byl mezi volným výběhem, ekologickým systémem chovu a podlahovým systémem na podzim a na přelomu jara a léta. Sokolowicz et al. (2018b) uvádějí, že systém ustájení vliv na hmotnost vajec neměl. Ve všech typech ustájení byla vejce s nejvyšší hmotností od nosných hybridů Hy-line Brown vyšlechtěných na vyšší snášku a hmotnost vajec. Ostatní nosnice byly z plemen chovaných v rámci ochrany genetických zdrojů. Hammershøj & Steinfeldt (2015) zkoumali vliv genotypu a výživy na kvalitu vajec v ekologickém chovu. Do výzkumu byl zařazen nosný hybrid Lohmann Silver a kombinované plemeno New Hampshire. Byla použita tři experimentální krmiva, která se lišila obsahem bílkovin (methioninu) a dvě pícninová krmiva

- kukuřičná siláž s mrkví a vojtěšková siláž. Vyšší hmotnost vajec byla od nosných hybridů, u nosnic s krmivem s nejvyšším obsahem bílkovin a slepic krmených vojtěškovou siláží. Hmotnost vajec u nosných hybridů byla nižší se snižujícím se obsahem bílkovin v krmivech. U kombinovaného plemena rozdíl v hmotnostech nebyl tak znatelný.

Mugnai et al. (2014) udávají, že vnější prostředí, systém ustájení ani roční období, vliv na hmotnost vajec neměly.

Dalším z vnějších faktorů, který má vliv na hmotnost vajec je jejich uskladnění. Po snesení se začínají ve vejci dít biochemické a fyzikální změny (Englmaierová & Tůmová 2008). Dochází k přesunům plynů a vody nejen mezi vnitřním a vnějším prostředím, ale i uvnitř samotného vejce (Lewko & Gornowicz 2011). Změny v hmotnosti vajec jsou ovlivněny teplotou prostředí a délkou skladování. V průběhu skladování dochází k úbytku hmotnosti vajec, což je dáno vysycháním vejce (Nedomová & Simeonová 2010).

Slepičí vejce jsou oválná, jaký mají tvar je důležité z důvodu manipulace, balení (Nishiyama 2012) a z hlediska průmyslového zpracování. Index tvaru vajec je optimální v hodnotách mezi 73 a 75 % (Ledvinka et al. 2012). Sarica & Erensayin (2004) uvádějí, že vejce s typickým elipsovým tvarem mají index tvaru v rozmezí 72 a 76 %, vejce s ostrým tvarem mají hodnoty nižší než 72 %, vejce s hodnotami vyššími než 76 % jsou kulatá. U vajec s typickým elipsovým tvarem je nižší riziko rozbití (Sokolowicz et al. 2018a). Hodnoty indexu tvaru vejce se získají poměrem šířky vejce k jeho délce (Havlíček et al. 2008), to celé vynásobené stem pro vyjádření v procentech.

Hodnoty indexu tvaru vejce ovlivňuje genotyp slepic a způsob ustájení. Věk nosnic se na těchto výsledcích neprojevil. Vejce od slepic z podestýlkového chovu měla vyšší index tvaru vejce než vejce od slepic z chovu s volným výběhem a ekologického chovu. Mezi posledními zmiňovanými rozdíl v indexu tvaru vejce nebyl (Sokolowicz et al. 2018a). S těmito výsledky je v rozporu jiná studie. Index tvaru vejce systém ustájení neovlivnil, ale v rámci třech zkoumaných systémů (klece, podlahový systém, volný výběh) byl index tvaru vejce ovlivněn věkem nosnic (Đukić-Stojčić 2009). Yenice et al. (2015) uvádějí, že index tvaru vejce byl u vajec od nosnic v klecových systémech a volném výběhu podobný, ale značně se lišil u vajec od slepic chovaných v drobnochovu, u kterých byly hodnoty znatelně nižší. Hammershøj & Steinfeldt (2015) udávají tvar vajec u nosných hybridů Lohmann Silver kulatější, u kombinovaného plemena New Hampshire ostřejší a protáhlejší.

### **3.7.2 Skořápka**

Kvalita skořápky a její neporušenost je důležitá z hlediska ochrany vnitřního obsahu vejce. Zabraňuje průniku patogenů a nežádoucích mikroorganismů do jeho obsahu. Znečištění vajec s sebou nese vyšší riziko kontaminace a pro alternativní chovy je to otázkou biologické bezpečnosti (Berg 2001).

Vlastnosti skořápky jsou také rozhodující pro trvanlivost vajec (Reu et al. 2005) a mají význam i z hlediska ekonomického, protože vyrazení rozbitých vajec znamená finanční ztrátu (Coucke et al. 1999). Pavlovic et al. (2009) uvádějí, že se jedná o 6 až 8 % celkové produkce vajec.

Vejce vyprodukovaná slepicemi v klecích byla čistější než vejce od slepic z chovu podestýlkového a s venkovním výběhem. Čistota vajec je v alternativních systémech více

závislá na podmínkách prostředí, na organizaci chovu, na frekvenci sběru vajec (Đukić-Stojčić 2009). Vyšší míra znečištění byla u vajec z ekologického chovu, u podestýlkového chovu byla nižší. Znečištění bylo způsobené snáškou v prostoru venkovního výběhu (Ferrante et al. 2008).

Sokolowicz et al. (2018a) udávají, že alternativní způsob ustájení a genotyp slepic ovlivnil procentuální podíl skořápky ve vejci. Slepice plemene Rhode Island Red měly vyšší podíl skořápky ve volném výběhu a ekologickém systému oproti podestýlce. U genotypu Hy-line Brown tomu bylo naopak. Lordelo et al. (2016) uvádějí, že u vajec s různým původem nebyly zjištěny žádné rozdíly v procentuálním podílu skořápky vzhledem k celému vejci.

Systémem ustájení byla ovlivněna i barva skořápky (Sokolowicz et al. 2018a). Podle Đukić-Stojčiće (2009) systém ustájení barvu skořápky neovlivnil. Sokolowicz et al. (2018b) uvádějí, že barvu skořápky neovlivnil systém ustájení, ale byla významně ovlivněna genotypem nosnic. Lordelo et al. (2016) udávají, že barva skořápky byla tmavší u vajec od nosnic z klecí a nosnic z klecí s krmivem obohaceným omega-3 mastnými kyselinami. Světlejší skořápku měla ekologická vejce.

Systém ustájení měl vliv na hmotnost skořápky, tloušťku a pevnost skořápky. Vaječná skořápka byla u vajec slepic z volného výběhu silnější, z podestýlkového chovu byla slabší. Na všechny tyto parametry kromě pevnosti skořápky měl vliv také genotyp nosnic. Genotyp Hy-line Brown měl nejvyšší hmotnost skořápky (Sokolowicz et al. 2018a). Pavlovski et al. (2001) dospěli k závěru, že silnější skořápka je u vajec pocházejících od slepic chovaných na podestýlce oproti volnému výběhu. Leyendecker et al. (2001) udávají, že menší pevnost skořápky byla pozorovaná u vajec vyprodukovaných nosnicemi v klecových systémech. U vajec od slepic z volného výběhu byly tyto hodnoty vyšší. Podle Tavares et al. (2018), kteří porovnávali alternativní způsoby ustájení (volný výběh a ekologický chov) s konvenčními voliéry, byla pevnost skořápky menší, než se očekávalo u všech tří systémů, ale v konvenčním chovu byly hodnoty vyrovnanější. Pevnost skořápky vajec od nosnic z obohacených klecí oproti volnému výběhu je znatelně vyšší (Jones et al. 2014), což může být způsobeno vyváženějším příjmem krmiva a živin (Golden et al. 2012). Stejně výsledky uvádí studie Đukić-Stojčiće (2009), podle které ale nebyl rozdíl mezi silnějšími skořápkami vajec od slepic z konvenčních klecí a slabšími skořápkami vajec od slepic z podlahového systému statisticky významný. Při srovnání ekologického chovu s podestýlkovým, byl u vajec od slepic z podestýlky vyšší podíl poškozených vajec, což mohlo být způsobeno výrazně slabší skořápkou. Skořápka vajec od slepic v ekologickém chovu byla výrazně silnější (Ferrante et al. 2008). Lordelo et al. (2016) konstatují, že vejce s vyšším počtem křapů pocházela od nosnic z klecového chovu, jejichž krmivo bylo obohaceno omega-3 mastnými kyselinami oproti vejcům z ostatních systémů chovu.

Ve studii Hammershøj & Steinfeldta (2015) byl zkoumán vliv genotypu a výživy na kvalitu vajec v ekologickém chovu. Do výzkumu byl zařazen vysokoužitkový hybrid Lohmann Silver a kombinované plemeno New Hampshire. Byla použita tři experimentální krmiva, která se lišila obsahem bílkovin (methioninu) a dvě píceinová krmiva – kukuřičná siláž s mrkví a vojtěšková siláž. Kvalita skořápky byla převážně ovlivněna genotypem nosnic. Skořápka vajec od nosnic vysokoužitkového hybridu Lohmann Silver byla pevnější. Parametry skořápky ovlivnil také věk. Složení krmiv na kvalitu skořápky vliv neměl.

### 3.7.3 Žloutek

Ukazatelem čerstvosti vajec je index žloutku. Index žloutku se vypočítá jako poměr výšky žloutku k jeho šířce a to celé vynásobené stem, vyjádřeno v procentech (Nedomová & Simeonová 2010). Index žloutku se v průběhu skladování snižuje (Arpášová et al. 2009), protože během skladování dochází k roztažení vitelinní membrány a zvyšuje se obsah vody ve žloutku (Caner & Yüceer 2015). Na nižší hodnoty indexu žloutku má vliv i vyšší teplota (Arpášová et al. 2009). Tůmová et al. (2007) udávají, že index žloutku je znatelně ovlivněn genotypem slepic.

Zita et al. (2009) uvádějí, že kvalita žloutku je daná jeho hmotností a procentuálním podílem z celkové hmotnosti vejce. Podíl žloutku na celkové hmotnosti vejce je podle Cheriana et al. (2002) 30 %. S věkem nosnice se podíl žloutku ve vejci zvyšuje (Zita et al. 2009, Sokolowicz et al. 2018a). Procentuální podíl žloutku ve vejcích od slepic z ekologického chovu byl vyšší než z klecového chovu, což může být dáno tím, že nosnice ve výběhu přijímají pestřejší potravu obohacenou zeleným krmivem a drobnými bezobratlými živočichy (Rizzi et al. 2006, Küçükyılmaz et al. 2012), kteří jsou pro slepice dalším zdrojem bílkovin. S tím je v rozporu studie Lordela et al. (2016). Lordelo et al. (2016) udávají, že podíl žloutku ve vejci byl vyšší u vajec od slepic v klecích s krmivem obohaceným omega-3 mastnými kyselinami a z klecových chovů ve srovnání s vejci z ekologického chovu.

Vliv genotypu na hmotnost žloutku nebyl významný, ale hmotnost byla ovlivněna systémem ustájení. Ze všech tří systémů chovu (podestýlka, volný výběh, ekologický chov) a třech genotypů (dvě plemena z ochrany genetických zdrojů a nosný hybrid Hy-line Brown), byly nejtěžší žloutky od genotypu Hy-line Brown v podestýlkovém chovu (Sokolowicz et al. 2018a).

Zákazníci preferují sytě zbarvené žloutky (Samiullah et al. 2014). Pokud je složkou krmné dávky nosnic zelené krmivo (pastva), barva žloutku se posouvá k červenavě žlutému odstínu. Barva žloutku je ovlivněná složením karotenoidů v krmivu. Obsah karotenoidů v rostlinném krmném materiálu se odráží na skladbě karotenoidů žloutku. Díky složení karotenoidů mají velký potenciál ovlivnit barevnost žloutku zejména travní pastviny, vojtěškové siláže a z bylin kopřivy (Hammershøj & Johansen 2016).

Vojtěška je běžnou pícninou, zpracovávanou do siláží. Obsahuje karotenoidy lutein, neoxantin a violaxantin charakteristický oranžovou barvou (Nys 2000). Obsah karotenoidů v rostlině se zvyšuje s vyšším obsahem bílkovin. Listy obvykle obsahují vyšší množství karotenoidů než stonky (Hammershøj & Johansen 2016).

Kopřiva dvoudomá je běžně se vyskytující léčivou bylinou. Je indikátorem půdy bohaté na dusík. Slepice se jí většinou v čerstvém stavu vyhýbají, ale v podobě sena ji přijímají bez problémů (Hammershøj & Johansen 2016). Kopřivy obsahují podle míry zastoupení karotenoidy lutein,  $\beta$ -karoten, zeaxantin (Loetscher et al. 2013). Podle Guil-Guerrera et al. (2003) jsou nejvíce zastoupeny lutein, violaxantin, neoxantin,  $\beta$ -karoten.

Vejce z volného výběhu a ekologického chovu byly charakteristické intenzivnější barvou žloutku. V zimě byla barva žloutku méně intenzivní, což může být způsobeno nižším výskytem slepic ve výběhu (Sokolowicz et al. 2018a). Stejný závěr vyplývá i ze studie Sokolowicz et al. (2018b), ve které nosnice v žádném systému ustájení neměly do krmiv přidávané pigmenty.

Ve studii Hammershøje & Steinfeldta (2015) byla použita tři experimentální krmiva, která se lišila obsahem bílkovin (methioninu) a dvě pícevinová krmiva – kukuřičná siláž s mrkví a vojtěšková siláž. Krmiva se lišila obsahem karotenoidů. Krmivo A mělo vyšší obsah všech analyzovaných karotenoidů oproti krmivům B a C. Vojtěšková siláž měla vysoký obsah luteinu, zeaxantinu a beta-karotenu. Kukuřičná siláž měla obsah karotenoidů nižší se zastoupením luteinu a zeaxantinu. V mrkvi byly nalezeny karotenoidy xantofyl a lutein a karoteny alfa-karoten a beta-karoten. Barva žloutků se hodnotila pomocí parametrů  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Parametr  $L^*$  značí světlost, dosahuje hodnot od 0 (černá) do 100 (bílá). Parametr  $a^*$  z kladných hodnot (červená) přechází do hodnot záporných (zelená). Parametr  $b^*$  přechází z kladných hodnot (žlutá) do hodnot záporných (modrá). Pro oba tyto parametry je 0 neutrální hodnotou (Sýkora & Šustová 2016). Parametry byly ovlivněny genotypem, krmivem i jejich různou kombinací. Významně tmavší byly žloutky vajec genotypu New Hampshire, nosnic krmených krmivem A a vojtěškovou siláží. V kombinaci nosného hybrida Lohmann Silver a různých krmiv se parametr  $L^*$  neměnil. U vajec genotypu New Hampshire byly hodnoty parametru  $L^*$  vyšší u krmiva B a C, což vedlo k světlejším žloutkům. Parametry  $a^*$  a  $b^*$  byly vyšší u krmiva A a siláže vojtěšky. Parametr  $a^*$  byl vyšší ještě u žloutků vajec nosnic genotypu New Hampshire (Hammershøje & Steinfeldt 2015).

Ve srovnání vajec od nosnic se standardním krmivem bez přidaných pigmentů a bez přístupu na pastvu a vajec od slepic chovaných v systému s přístupem na venkovní pastviny jsou rozdíly v barevných parametrech žloutku. Parametry  $a^*$  a  $b^*$  měly hodnoty vyšší u vaječných žloutků od nosnic s přístupem na pastvu. Parametr  $L^*$  byl u těchto vajec nižší. Parametr červené barvy  $a^*$  se zvýšil více než dvakrát. Barva žloutků vykazovala tmavší, červenější a žlutější barvu. Vizuálně byla barva žloutků posunuta k oranžové barvě (Dvořák et al. 2012).

Nosnice s přístupem na travní pastviny nebo jen na holou půdu produkují vejce se zvýšeným obsahem karotenoidů ve vaječných žloutcích. Barva žloutků byla měřena pomocí Roche Yolk Color (RYC) v rozsahu patnácti odstínů od žluté po tmavě oranžovou. U žloutků vajec od slepic s přístupem na holou půdu byla hodnota RYC 8,6. Hodnota RYC žloutků vajec pocházejících od slepic s přístupem na pastvu byla 10,3. Zvyšovaly se i parametry  $L^*$  a  $a^*$ , parametr  $b^*$  nikoli (Skřivan & Englmaierová 2014).

U ekologických vajec dominoval ve složení karotenoidů lutein, kantaxantin a cis-isomer xanthofylu. Množství luteinu bylo ve srovnání s vejci z volného výběhu a z podestýlkového chovu vyšší a naopak množství kantaxantinu nižší (Ruth 2011).

Podle Đukić-Stojčić (2009) byla barva žloutku vajec vyprodukovaných v klecích intenzivnější oproti barvě žloutku vajec z podlahového systému a systému s volným výběhem. Rozdíl hodnot ale nebyl statisticky významný. Lordelo et al. (2016) uvádějí, že barva žloutku byla u ekologických vajec světlejší oproti vejším z ostatních systémů ustájení. Nejtmavší žloutky byly ve vejcích od slepic z klecí s krmivem obohaceným o omega-3 mastné kyseliny.

Stejně jako trávy a byliny ovlivňují složení žloutků z hlediska barvy a obsahu karotenoidů, mají vliv i na složení mastných kyselin a na sensorické vlastnosti vajec. Složení mastných kyselin v krmivu se odráží na složení mastných kyselin žloutku (Hammershøj & Johansen 2016).

Ze zdravotního hlediska je žádoucí v lidské stravě vyšší příjem nenasycených mastných kyselin. Zejména pak kyseliny linolenové (Gerzilov et al. 2015), která se řadí mezi omega-3

masné kyseliny. Má protizánětlivé účinky, snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění a hladinu cholesterolu v krvi.

Poměr omega-3/omega-6 mastných kyselin je optimální v hodnotách 1 : 3-5. V dnešní době je přijímáno ve stravě větší množství omega-6 mastných kyselin a malé množství omega-3 mastných kyselin. Nevyváženou stravou se můžeme dostat k poměru 1 : 20-30 (Gerzilov et al. 2015). Pokud mají slepice přístup na pastvu je součet omega-3 mastných kyselin vyšší a následkem toho poměr omega-6 a omega-3 mastných kyselin příznivější. Při doplnění stravy nosnic o směs česneku, skořice, řebříčku, oregana, tymiánu, bazalky a rozmarýnu v prášku se obsah kyseliny linolenové zdvojnásobil oproti kontrolní skupině (Gerzilov et al. 2015).

Podle Karstena et al. (2010) jsou poměry mastných kyselin u vajec vyprodukovaných na jetelových pastvinách 1 : 4,8, na pastvinách vojtěšky 1 : 4,4. U travnatých pastvin je poměr 1 : 5,7 a u vajec z klecových chovů jsou masné kyseliny v poměru 1 : 12,1. Stejný závěr vyplývá i ze studie Terčiče et al. (2012), ve které byl znatelný vyšší obsah omega-3 mastných kyselin u vajec z ekologické produkce. V této studii byl poměr omega-3/omega-6 mastných kyselin u ekologických vajec 1 : 5,93 a u vajec z klecových chovů 1 : 9,55.

Obsah mastných kyselin vaječných žloutků byl celkově charakteristický nižším podílem nasycených mastných kyselin a vyšším podílem mono- a polynenasycených mastných kyselin (Sokolowicz et al. 2018b). Ve vejcích všech zkoumaných systémů ustájení byl vyšší podíl nenasycených mastných kyselin, jejich zastoupení bylo až 80 %. Jsou to kyselina olejová, kyselina palmitová a kyselina linolová (Lordelo et al. 2016). Systém ustájení nebyl významný pro obsah nasycených mastných kyselin. Nejvyšší podíl mononenasycených mastných kyselin a nejmenší podíl polynenasycených mastných kyselin byl ve vaječných žloutcích vajec vyprodukovaných ve venkovním výběhu. Nejvyšší procentuální podíl polynenasycených omega-6 mastných kyselin byl u vajec vyprodukovaných v podestýlkovém chovu (Sokolowicz et al. 2018b).

Obsah cholesterolu ve vejcích je ve velkém zájmu spotřebitelů. Podle výsledků studie Sokolowicz et al. (2018b) nebyl pozorovaný vliv ustájení na množství cholesterolu ve vaječném žloutku. Rozdíly v obsahu cholesterolu nebyly významné ani u třech různých porovnávaných genotypů nosnic. Mugnai et al. (2014) udávají vyšší obsah cholesterolu u vajec z ekologického chovu a ještě vyšší obsah u ekologického chovu, kde bylo počítáno na pastvě 10 m<sup>2</sup> na jednu nosnici.

Systém ustájení ovlivnil obsah vitamínů A a E. Vejce z volného chovu a ekologického chovu měla vyšší obsah obou těchto zkoumaných vitamínů (Sokolowicz et al. 2018b).

#### **3.7.4 Bílek**

Podíl bílku na celkové hmotnosti vejce je podle Cheriana et al. (2002) 60 %. Podíl bílku se s věkem nosnice snižuje (Halaj & Arpášová 1997). Podle Van der Branda et al. (2004) se hmotnost bílku s věkem nosnice zvyšuje. Na procentuální zastoupení bílku nemá vliv způsob ustájení (Sokolowicz et al. 2018a). Hmotnost bílku byla vyšší u vajec nosnic v ekologickém systému oproti podestýlkovému chovu (Ferrante et al. 2008). Vyšší procentuální zastoupení bílku bylo u vajec od slepic z ekologického chovu ve srovnání s ostatními systémy (Lordelo et al. 2016).

Kvalitativním ukazatelem bílku je index bílku (Zita et al. 2009). Jedná se o poměr výšky a šířky bílku vynásobené stem (Günlü et al. 2003). Při skladování a vyšší teplotě se index bílku snižuje (Arpášová et al. 2009). Skladováním vajec také dochází ke zvýšení obsahu sušiny bílku a jeho ztenčení (Caner & Yüceer 2015).

Ukazatelem kvality (Arpášová et al. 2009) a čerstvosti (Gajcevic et al. 2009) vajec jsou hodnoty Haughových jednotek. Určení Haughových jednotek vychází z výšky hustého bílku a hmotnosti vejce (Nedomová & Simeonová 2010). U čerstvých vajec by Haughovy jednotky měly být vyšší než 60 (Sokolowicz et al. 2018a). Během skladování se Haughovy jednotky snižují (Arpášová et al. 2009).

Způsobem ustájení není ovlivněna výška bílku a kvalita bílku vyjádřená Haughovými jednotkami (Sokolowicz et al. 2018a). Sokolowicz et al. (2018b) uvádějí, že na hodnoty Haughových jednotek systém ustájení vliv měl. Výšku bílku a Haughovy jednotky ovlivnil také genotyp nosnic. U obou plemen chovaných pro ochranu genetických zdrojů byly Haughovy jednotky nejvyšší v ekologickém systému chovu, u genotypu Hy-line Brown ve volném výběhu. Co se týká systémů ustájení, tak nejvyšší hodnoty Haughových jednotek byly u vajec z podestýlky u genotypu Hy-line Brown, ve volném výběhu u genotypu Hy-line Brown, v ekologické chovu u jednoho z geneticky chráněných polských plemen (Greenleg Partridge).

Yenice et al. (2015) udávají, že Haughovy jednotky byly vyšší u vajec z klecí než u vajec z venkovního výběhu.

Đukić-Stojčić (2009) uvádí, že hodnoty výšky bílku a Haughovy jednotky byly vyšší u vajec od slepic z volného výběhu oproti klecovým chovům. Tavares et al. (2018) udávají, že Haughovy jednotky byly u vajec z ekologického chovu a volného venkovního chovu vyšší než u vajec z klecových chovů. Nejvyšší hodnoty Haughových jednotek byly u ekologických vajec, nejnižší hodnoty měla vejce z klecí s krmivem obohaceným omega-3 mastnými kyselinami (Lordelo et al. 2016).

Hodnoty pH bílku byly nižší u vajec z ekologického chovu ve srovnání se zbývajícími skupinami vajec. Stejně tomu bylo i s obsahem bílkovin. Vejce od nosnic z volného výběhu a ekologického chovu měla nižší obsah bílkovin v bílku (Lordelo et al. 2016).

### **3.7.5 Krevní a masové skvrny**

Krevní skvrny se mohou vyskytovat ve žloutku i v bílku (Feng et al. 2019). Jedná se o krevní sraženinu, která vzniká během tvorby vejce rupturou krevní cévy (Smith & Musgrove 2008). Krevní kapičky se vyskytující na povrchu žloutku. Ke krvácení cév dochází buď ve vaječniku, nebo ve vejcovodu. Masové skvrny se objevují ve vaječném bílku, jedná se o kousky tkáně reprodukčních orgánů. Masové skvrny mohou mít červenou, hnědo nebo bílou barvu (Shirley 1965). Výskyt krevních a masových skvrn nemá na kvalitu vajec vliv, ale spotřebitelé preferují vejce bez těchto „vad na kráse“. Žádný dopad systému ustájení na procento výskytu masových a krevních skvrn nebyl patrný (Sokolowicz et al. 2018a). Sokolowicz et al. (2018b) udávají, že na výskyt masových a krevních skvrn neměl vliv ani genotyp nosnic. Stejně výsledky uvádějí i Lordelo et al. (2016), nebyly nalezeny žádné rozdíly ve frekvenci výskytu krevních a masových skvrn ve žloutku a bílku vajec od různých skupin nosnic.



## 4 Závěr

- Pro vysokou produkci vajec byli vyšlechtěni vysokoužitkoví hybridí. Z porovnávaných studií vyplývá, že intenzita snášky je ovlivněná také systémem ustájení, ale výsledky studií nejsou jednoznačné. Některé udávají, že alternativní a ekologické způsoby ustájení nemají na produkci negativní vliv, pokud je chov dobře řízen. Většina studií uvádí vyšší intenzitu snášky u klecových chovů oproti alternativním.
- Hmotnost vajec, ovlivněná řadou vnitřních a vnějších faktorů, se zvyšuje s věkem nosnic, s pozdějším obdobím snášky. Snižuje se se zvyšující se intenzitou snášky. Těžší vejce produkují vyšlechtěni vysokoužitkoví hybridí. Vejce s vyšší hmotností snáší slepice, které mají v krmivu vyšší obsah bílkovin nebo jsou krmeny např. vojtěškovou siláží. Vliv ustájení není jednoznačný, ale většina autorů se shoduje na produkci vajec o vyšší hmotnosti slepicemi z klecových chovů. Tvar vajec, je důležitý z hlediska průmyslového zpracování a balení. Vliv ustájení na index tvaru vejce není jednoznačný.
- Z uvedených studií vyplývá, že parametry kvality skořápky ovlivňuje systém ustájení. Čistější skořápka je u vajec z klecových chovů, kde vejce nepřichází do kontaktu s podestýlkou nebo venkovním prostředím. U ostatních kvalitativních parametrů jsou výsledky rozporuplné, některé studie se vzájemně vyvracejí. Nelze jednoznačně určit, jestli vejce s pevnější, silnější skořápkou pocházejí z klecových nebo alternativních chovů, výsledky se liší i v porovnání dvou alternativních způsobů mezi sebou.
- Kvalita žloutku je ovlivněná systémem ustájení. U hmotnosti nejsou výsledky vlivu ustájení jednoznačné. Z velkého počtu studií vyplývá, že systémem ustájení respektive složením krmiva nosnic, je ovlivněná barva žloutku, obsah karotenoidů a složení mastných kyselin. Vejce od nosnic s přístupem na pastvu mají žloutky tmavší, obsah karotenoidů ve žloutku vyšší. U vajec od nosnic s přístupem na pastvu je poměr omega-3 a omega-6 mastných kyselin příznivější díky vyššímu obsahu omega-3 mastných kyselin.
- Kvalita bílku vyjádřená Hauhovými jednotkami je vyšší u vajec z ekologických chovů a chovů s přístupem slepic do venkovního výběhu. Index bílku spolu s Haughovými jednotkami vyjadřuje čerstvost vajec. Během stárnutí vajec se tyto hodnoty snižují.
- Výskyt krevních a masových skvrn systémem ustájení ovlivněn není.

## 5 Literatura

- Abrahamsson P, Tasuon R. 1995. Aviary systems and conventional cages for laying hens: Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agric. Scand.* **45**:191-203.
- 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.
- Anderson KA. 2009. Range egg production, is it better than in cages? MPF Convention. St. Paul Minnesota USA.
- Angelovičová M, Polačková D. 2015. Assessment of welfare and egg production of laying hens Moravia SSL in small-scale breeding. *Potravinarstvo* **9(1)**:365-374.
- Anyanwu GA, Etuk E, Bokoli IC, Udedibie ABI. 2008. Performance and egg quality characteristics of layers fed different combinations of cassava root meal and bambara groundnut offals. *Asian Journal of Poultry Science* **2**:36-41.
- Appleby MC. 1993. Modified cages for laying hens. Proc. 4th Eur. Symp. On poultry welfare, Edinburg. Eds Savory & Hughes, Potters Bar, UFAW.
- Appleby MC, Mench JA, Hughes BO. 2004. Poultry behaviour and welfare. CABI Publishing, Cambridge.
- Arena S, Scalon A. 2018. An Extensive Description of the Peptidomic Repertoire of the Hen Egg Yolk Plasma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **66**:3239-3255.
- Arpášová H, Petrovič V, Mellen M, Kačániová M, Čobanová K, Leng L. 2009. The effects of supplementing sodium selenite and selenized yeast to the diet for laying hens on the quality and mineral content of eggs. *Journal of Animal and Feed Sciences* **18**:90-100.
- Bain MM, Nys Y, Dunn IC. 2016. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycle: What are the challenges? *British Poultry Science* **57**:330-338.
- Bassler A, Ciszuk P, Sjelín K. 1999. Management of laying hens in mobile houses – a review of experiences. *Ecological animal husbandry in the Nordic countries* **24**:45-50.
- Berg C. 2001. Health and Welfare in Organic Poultry Production. *Acta Veterinaria Scandinavica Supplement* **95**:37-45.
- Berry WD. 2003. The physiology of induced moulting. *Poultry Science* **82**:971-980.
- Bestman MWP, Wagenaar JP. 2003. Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livestock Production Science* **80**:133-140.
- Bhadoria P, Bhanja SK. 2017. Practicing behavioural observations for assessment of welfare in poultry. ICAR – Agricultural Technology Application Research Institute, India.
- Bhanja SK, Bhadoria P. 2018. Behaviour and welfare concepts in laying hens and their association with housing. *Indian Journal of Poultry Science* **53(1)**:1-10.
- Blair R. 2008. Nutrition and Feeding of Organic Poultry. CAB International, Oxfordshire, United Kingdom.

- Blair R. 2011. Organic production and food quality. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.
- Bouvarel I, Nys Y, Lescoat P. 2011. Hen nutrition for sustained egg quality. *Egg chemistry, production and consumption* **1**:261-299.
- Bouvarel I, Nys Y, Lescoat P. 2013. Hen nutrition for sustained egg quality. *Egg Chemistry, Production and Consumption* **1**:261–290.
- Bracke MBM, Hopster H. 2006. Assessing the importance of natural behaviour for animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* **19**:77-89.
- Brantsaeter M, Nordgreen J, Hansen TB, Muri K, Nødtvedt A, Moe OR, Janczak MA. 2018. Problem behaviors in adult laying hens – identifying risk factors during rearing and egg production. *Poultry Science* **97**(1):2-16.
- Brantsaeter M, Tahamtani FM, Nordgreen J, Sandberg E, Hansen TB, Rodenburg TB, Moe RO, Janczak AM. 2017. Access to litter during rearing and environmental enrichment during production reduce fearfulness in adult laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **189**:49-56.
- Breitsameter L, Gauly M, Isselstein J. 2014. Sward botanical composition and sward quality affect the foraging behaviour of free-range laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **150**:27-36.
- Brouček J, Benková J, Škoch M. 2011. Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare. JU-ZF. České Budějovice.
- Caner C, Yüceer M. 2015. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. *Poult. Sci.* **94**:1665-1677.
- Channing CE, Hughes BO, Walker AW. 2001. Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **72**:335-345.
- Cherian G, Holsonbake TB, Goeger MP. 2002. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poultry Science* **81**:30–33.
- Coleman GJ, Hemsworth PH. 2014. Training to improve stockperson beliefs and behaviour towards livestock enhances welfare and productivity. *Rev. Off. Int. Epizoot.* **33**:131-137.
- Coucke P, Dewil E, Decuypere E, De Baerdemaeker J. 1999. Measuring the mechanical stiffness of an eggshell using resonant frequency analysis. *Br. Poult. Sci.* **40**:227-232.
- Dalle Zotte A, Sartori A, Bordesani V. 2013. Physical egg quality from organic versus conventional laying hens. *Proc. XV Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products*, Bergamo.
- De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Zoons J, De Baere K, Uyttendaele M, Debevere J, Herman L. 2005. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *Br. Poult. Sci.* **46**:149-155.
- Dekker SEM, Boer IJM, Krimpen M, Aarnink AJA. 2012. Effect of origin and composition of diet on ecological impact of the organic egg production chain. *Livestock Science* **151**:271–283.

- Denli M, Bukun B, Tutkun M. 2016. Comparative performance and egg quality of laying hens in enriched cages and free-range systems. *Animal Science* **59**:29-32.
- Dikmen BY, İpek A, Şahan Ü, Petek M, Sözcü A. 2016. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science* **95(7)**:1564-1572.
- Drewnowski A. 2010. The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy, affordable foods. *Am. J. Clin. Nutr.* **91**:1095-1101.
- Đukić-Stojčić M, Perić L, Bjedov S, Milošević N. 2009. The quality of table eggs produced in different housing systems. *Biotechnology in Animal Husbandry* **25(5-6)**:1103-1108.
- Duncan IJ, Kite VG. 1989. Nest site selection and nest building behaviour in domestic fowl. *Animal Behaviour* **37**:215-231.
- Dvorský J, Urban J. 2014. *Základy ekologického zemědělství. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský*, Brno.
- 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 J. Anim. Sci.* **59(8)**:345–352.
- Esquenet C, De Herdt P, De Bosschere H, Ronsmans S, Ducatelle R. 2003. An outbreak of histomoniasis in free-range layer hens. *Avian Pathol.* **32**:305-308.
- Farm Animal Welfare Council. 2009. *Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future*. Crown copyright, London.
- Feng Z, Ding Ch, Li W, Cui D. 2019. Detection of blood spots in eggs by hyperspectral transmittance imaging. *Int J Agric & Biol Eng* **12(6)**:209-214.
- Ferrante V, Lolli S, Vezzoli G, Cavalchini LG. 2008. 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(2)**:165-174.
- Filipčík R. 2015. Chov zvířat. Available from <http://www.chovzvirat.cz/clanek/675-welfare-zvirat/> (accessed 2006).
- Food and Agriculture Organization. 2010. *Agribusiness handbook. Poultry meat & eggs*. Investment center division. Viale delle Terme di Caracalla. Rome. Italy.
- Fossum O, Jansson DS, Etterline PE, Vagsholm I. 2009. Cause of mortality in laying hens in different systems in 2001-2004. *Acta Vet. Scand.* **51**:3.
- Fredriksson S, Elwinger K, Pickova J. 2006. Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. *Food Chemistry* **99**:530–537.
- Fürmetz A, Keppler C, Knierim U, Deerberg F, Hess J. 2005. Laying hens in a mobile housing system - Use and condition of the freerange area. *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel.

- Gajcevic Z, Kralik G, Has-Schon E, Pavic V. 2009. Effects of organic selenium supplemented to layer diet on table egg freshness and selenium content. *Ital J Anim Sci* **8**:189-199.
- Garnham L, Løvlie H. 2018. Sophisticated fowl: The complex behaviour and cognitive skills of chickens and red junglefowl. *Behavioural Science* **8**:13.
- Gautron J, Régault-Godbert S, Nys Y, Mann K, Righetti PG. 2011. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products. *Food Science, Technology and Nutrition* **1**:133-150.
- Gerzilov V, Nikolov A, Petrov P, Bozakova N, Penchev G, Bochukov A. 2015. Effect of a Dietary Herbal Mixture Supplement on the Growth Performance, Egg Production and Health Status in Chickens. *Journal of Central European Agriculture* **16(2)**:10-27.
- Gleich O, Langemann U. 2011. Auditory capabilities of birds in relation to the structural diversity of the basilar papilla. *Hear Res.* **273**:80-88.
- Golden JB, Arbona DV, Anderson KEA. 2012. Comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *The Journal of Applied Poultry Research* **21(1)**:95-102.
- Goodwin EB, Hess EH. 1969. Innate visual preferences in the imprinting behaviour of hatchling chicks. *Behaviour* **34**:238-254.
- Grashorn M. 2016. Effects of storage conditions on egg quality. *Lohmann Information* **50**:22-27.
- Guil-Guerrero JL, Reboloso-Fuentes MM, Isasa MET. 2003. Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.). *J. Food Compos. Anal.* **16**:111-119.
- Günlü A, Kirikçi K, Çetin O, Garip M. 2003. Some external and internal quality characteristics of partridge (*A. graeca*) eggs. *Food, Agriculture & Environment* **1**:197-199.
- Halaj M, Arpášová H. 1997. Charakteristika znášky a kvalita vajec sliepok v I. A II. Znáškovém cykle. In: Sbor. Ref. Konf. Aktuální problémy zdraví, růstu a produkce drůbeže. České Budějovice **24-25(1)**:63-66.
- Hammershøj M, Johansen NF. 2016. The effect of grass and herbs in organic egg production on egg fatty acid composition, egg yolk colour and sensory properties. *Livestock Science* **194**:37-43.
- Hammershøj M, Steinfeldt S. 2015. Organic egg production. II: The quality of organic eggs is influenced by hen genotype, diet and forage material analyzed by physical parameters, functional properties and sensory evaluation. *Animal Feed Science and Technology* **208**:182–197.
- Hawthorne JR. 1950. The action of egg white lysozyme on ovomucoid and ovomucin. *Biochem. Et Biophys, Acta* **6**:28-35.
- Hidalgo A, Rossi M, Clerici F, Ratti S. 2008. A market study on the quality characteristics of egg from different housing systems. *Food Chem.* **106**:1031-1038.
- Hinrichsen LK, Riber AB, Labouriau R. 2016. Associations between and development of welfare indicators in organic layers. *Animal* **10(6)**:953-960.

- Hodges RD. 1974. The histology of the fowl. Academic Press Ind, London.
- Homolka P, Koukolová P. 2012. Ekologické zemědělství – produkce zdravých a bezpečných krmiv. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves.
- Incharoen T, Wonnakom P, Khaskheli AA. 2018. Performance and Quality in Old Laying Hens Fed Dietary Silicon Extracted from Rice Hull Ash. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances **13**:175-179.
- Jedlička M. 2008. Využívané technologie chovu nosnic. *Náš chov* **68**:51.
- Jensen P. 2017. The Ethology of Domestic Animals: An Introductory Text. CABI, Sweden.
- Johnston SA, Gous RM. 2007. Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. *Br. Poult. Sci.* **48**:347-353.
- Jones DR, Anderson KE, Guard JY. 2012. Prevalence of coliforms, Salmonella, Listeria and Campylobacter associated with eggs and the environment of conventional cage and free-range egg production. *Poultry Science* **91**(5):1195-1202.
- Kakhki RAM, Mousavi Z, Anderson KE. 2018. An appraisal of moulting on post-moult egg production and egg weight distribution in white layer hens; meta-analysis. *British Poultry Science* **59**:278-285.
- Karsten HD, Patterson PH, Stout R, Crews G. 2010. Vitamins A, E and fatty acid composition of the egg of caged hens and pastured hens. *Renew. Agric. Food Syst.* **25**:45-54.
- KEZ o.p.s. 2009. KEZ o.p.s. – kontrola ekologického zemědělství. Available from <https://www.kez.cz/narizeni-komise-es-7102009-a-8892008-a-narizeni-rady-es-8342007> (accessed 2009).
- Kjaer J, Sørensen P. 2002. Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science* **76**:21-39.
- Knierim U. 2006. Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS*. **54**:135-145.
- Košář K, Koželuhová H, Procházka D. 2004. Zásady welfare a nové standardy EU v chovech drůbeže. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves.
- Kuchtík J. 2015 Chov zvířat. Available from <http://www.chovzvirat.cz/clanek/676-obecne-zasady-ekologickeho-chovu-zvirat/> (accessed 2006).
- Küçükylmaz K, Bozkurt M, NurHerken E, Çınar M. 2012. Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* **25**:559–568.
- Laca A, Paredes B, Renduales M, Diaz M. 2015. Egg yolk plasma: Separation, characteristics and future prospects. *Food Science and Technology* **62**:7-10.
- Lay DC, Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Kjaer JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RC, Nicol CJ, O'Sullivan NP, Porter RE. 2011 Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science* **90**:278–294.

- Ledvinka Z, a kol. 2008. Užitkovost nosnic a kvalita vajec v různých systémech chovu. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Ledvinka Z, Zita L, Klesalová L. 2012. Egg quality and some factors influencing it: a review. *Scientia Agriculturae bohemica* **43**:46-52.
- Ledvinka Z, Zita L, Říšská I, Klesalová L. 2015. Užitkovost a kvalita vajec slepic genetických zdrojů ČR a Slovenska. *Journal of Central European Agriculture* **16(1)**:219-224.
- Ledvinka Z, Zita L, Tůmová E. 2009. Vybrané kapitoly z chovu drůbeže. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Lee MRF, Parkinson S, Fleming HR, Theobald VJ, Leemans DK, Burgess T. 2016. The potential of blue lupins as a protein source, in the diets of laying hens. *Veterinary and Animal Science* **1**:29-35.
- Leeson S, Summers JD. 2009. *Commercial Poultry Nutrition*. Nottingham, England.
- Lervik S, Moe RO, Mejdell CM, Bakken M. 2007. Challenges in different housing systems for laying hens. *Nor. Veterinaertidsskr.* **119**:5-14.
- Lewko L, Gornowicz E. 2011. Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Annal of Animal Science* **11**:607-611.
- Leyendecker M, Hamann H, Hartung J, Kamphues J, Ring C, Glunder G, Ahlers C, Sander I, Neumann U, Distl O. 2001. Analysis of genotype-environment interactions between layer lines and housing system for performance traits, egg quality and bone breaking strength. 2nd Communication: Egg Quality Traits. *Zuchtungskunde* **73**:308-323.
- Lichovníková M. 2015. Chov zvířat. Available from <http://www.chovzvirat.cz/clanek/681-ekologicky-chov-slepice/> (accessed 2006).
- Li Q, Luo J, Wang Ch, Tai W, Wang H, Zhand X, Liu K, Jia Y, Lyv X, Wang L, He H. 2018. Ulvan extracted from green seaweeds as new natural additives in diets for laying hens. *Journal of Applied phycology* **30**:2017-2027.
- Loetscher Y, Kreuzer M, Messikommer RE. 2013. Utility of nettle (*Urtica dioica*) in layer diets as a natural yellow colorant for egg yolk. *Anim. Feed. Sci. Technol.* **186**:156-168.
- Lordelo M, Fernandes E, Bessa RJB, Alves SP. 2017. Quality of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. *Poultry Science* **96**:1485–1491.
- Lorenz C, Kany T, Grashorn MA. 2013. Method to estimate feed intake from pasture in broilers and laying hens. *Arch. Für Geflügelkunde* **77**:160-165.
- Mann K. 2008. Proteomic analysis of the chicken egg vitelline membrane. *Proteomics* **8**:2322-2332.
- Mareček E, Klecker D, Lichovníková M, Zeman L. 2005. The effect of composition feed mixtures on curve of hens laying intensity. *Acta univ. Agric, et silvic. Mendel. Brun* **4**:75-80.

- Mazaheri A, Lierz M, Hafez HM. 2005. Investigation on the pathogenicity of *Erysipelothrix rhusiopathiae* in laying hens. *Avian Dis.* **49**:574-576.
- McCulloch SP. 2013. A critique of FAWC's five freedoms as a Framework for the analysis of animal welfare. *J. Agric. Environ, Ethics* **26**:959-975.
- McGraw KJ. 2005. Interspecific variation in dietary carotenoid assimilation in birds: Links to phylogeny and color ornamentation. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* **142**:245–250.
- Mellor DJ. 2016. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the „Five Freedoms“ towards „A Life Worth Living“. *Animals* **6**:1-20.
- Mench J, Keeling LJ. 2001. *The Social Behaviour of Domestic Birds*. CABI Publishing, UK.
- Mine Y. 2008. *Egg bioscience and biotechnology*. John Wiley & Sons. New Jersey.
- Ministerstvo zemědělství. 2018. eAgri. Available from <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/aktualni-temata/nove-narizeni-pro-ekologickou-produkci.html> (accessed 2009).
- Molnár A, Maertens L, Ampe B, Buyse J, Kempen I, Zoons J, Delezie E. 2016. Changes in egg quality traits during the last phase of production: is there potential for an extended laying cycle? *British Poultry Science* **57(6)**:842-847.
- Molnár A, Maertens L, Ampe B, buyse J, Zoons J, Delezie E. 2018. Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens. *Poultry Science* **97**:88-101.
- Mostert BE, Bowes JC, van der Walt JC. 1995. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. *S. Afr. J. Anim. Sci.* **25(3)**:80-86.
- Mugnai C, Sossidou EN, Bosco AD, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C. 2014. The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive characteristics of laying hens. *J. Sci Food Agric* **94**:459-467.
- Murakami FS, Rodrigues PO, Campos CMTD, Silva MAS. 2007. Physicochemical study of CaCO<sub>3</sub> from eggs shells. *Food Science and Technology (Campinas)* **27**:658-662.
- Nakamori T, Maekawa F, Sato K, Tanaka K, Ohki-Hamazaki H. 2013. Neural basis of imprinting behaviour in chicks. *Development, Growth & Differentiation* **55**:198-206.
- Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu.
- Nařízení rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2090/91.
- Nedomová Š, Simeonová J. 2010. Vliv délky a teploty skladování na jakostní parametry vajec. *Potravinářstvo* **4**:196-203.



- Nicol CJ, Pötzsch C, Lewis K, Green LE. 2003. Matched concurrent case-control study of risk factors for feather pecking in hens on free-range commercial farms in the UK. *British Poultry Science* **44**:515-523.
- Nishiyama Y. 2012. The mathematics of eggs shape. *International Journal of Pure and Applied Mathematics* **78**:679-689.
- Nys Y. 2000. Dietary carotenoids and egg yolk coloration – a review. *Arch. für Geflügelkunde* **64**:45-54.
- Nys Y. 2017. Laying hen nutrition: optimizing energy intake, egg size and weight. *Animal welfare and sustainability* **2**:3-28.
- Nys Y, Gautron J, Garcia-Ruiz JM, Hincke MT. 2004. Avian eggshell mineralization: biochemical and function characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol* **3**:549-562.
- Nys Y, Guyot N. Egg formation and chemistry. *Egg Chemistry, Production and Consumption* **1**:83-126.
- Nys Y, Hincke MT, Arias JL, Garcia-Ruiz JM, Solomon SE. 1999. Avian eggshell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews* **10**(3):143-166.
- Nys Y, Zawadzki J, Gautron J, Mills AD. 1991. Whitening of brown-shelled eggs: mineral composition of uterine fluid and rate of protoporphyrin deposition. *Poult. Sci.* **70**:136-1245.
- Pavlík A, Pokludová M, Zapletal D, Jelínek P. 2007. Effects of Housing Systems on Biochemical Indicators of Blood Plasma in Laying Hens. *Acta Vet. Brno* **76**:339-347.
- Pavlovic Z, Miletic I, Jokic Z, Pavlovski Z, Skrbic Z, Sobajic S. 2009. Effect of level and source of dietary selenium supplementation on eggshell quality. *Biol Trace Elem Res* **133**(2):197-202.
- Pavlovski Z, Hopic S, Lukic M. 2001. Housing systems for layers and egg quality. *Biotechnol Anim. Husb.* **17**:197-201.
- Pohle K, Cheng HW. 2009. Comparative effects of furnished and battery cages of egg production and physiological parameters in White Leghorn hens. *Poultry Science* **88**:2042-2051.
- Pottguetter R. 2015. Nutrition of hens in extended production cycles – as a practical approach. *Proceeding of 16th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Nantes.*
- Příkryl M. 2012. Chov nosnic pro produkci konzumních vajec: technologické systémy uplatňující standardy pro ochranu nosnic. *Česká zemědělská univerzita, Praha.*
- Radu-Rusu RM, Usturoi MG, Leahu A, Amariei S, Radu-Rusu CG, Vacaru-Opris I. 2014. Chemical features, cholesterol and energy content of table hen eggs from conventional and alternative farming systems. *South African Journal of Animal Science* **44**(1):33-42.

- Ren Z, Sun W, Liu Y, Li Z, Han D, Cheng X, Yan J, Yang X. 2019. Dynamics of serum phosphorus, calcium and hormones during egg laying cycle in Hy-Line Brown laying hens. *Poultry Science* **98(5)**:2193-2200.
- Rizzi L, Simioli G, Martelli G, Paganelli R, Sardi L. 2006. Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. XII. European Poultry Conference.
- Rodeburg TB, Komen H, Ellen ED, Uitdehaag KA, Van Arendonk JAM. 2008. Selection method and early-life history affect behavioural development, feather pecking and cannibalism in laying hens : A review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **110**:217-228.
- Rodenburg TB, Tuytens FA, Sonck B, De Reu K, Herman L, Zoons J. 2005. Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science* **8(3)**:11-226.
- Rose MLH, Hincke MT. 2009. Protein constituents of the eggshell: eggshell-specific matrix proteins. *Cell. Mol. Life Sci.* **66**:2707-2719.
- Ruis MAW, Coene E, Van Harn J, Lenskens P, Rodenburg TB. 2004. Effect of an outdoor run and natural light on welfare of fast growing broilers. Proceedings 38th ISAE-congress. Helsinki, Finland.
- Ruth S, Alewijn M, Rogers K, Newton-Smith E, Tena N, Bollen M, Koot A. 2010. Authentication of organic and conventional eggs by carotenoid profiling. *Food Chemistry* **126**:1299–1305.
- Sainsbury D. 2000. Poultry health and management. Blackwell Science **18**:191-196.
- Samiullah S, Omar AS, Roberts J, Chousalkar K. 2017. Effect of production system and flock age on eggshell and egg internal quality measurements. *Poultry Science* **96(1)**:246-258.
- Samiullah S, Roberts JR, Chousalkar KK. 2014. Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. *Poultry Science Association, Inc.* **23**:2566-2575.
- Sarica M, Erensyin C. 2004. Poultry Products. Bey-Ofset Press, Ankara, Turkey.
- Schade R, Chacana PA. 2007. Livetin Fractions (IgY). 25-32 in Huopalahti R, López-Fandino R, Anton M, Schade R, editors. *Bioactive Egg Compounds*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- Sinn-Hanlon J. 1998. Chickscope. University of Illinois, Urbana-Champaign. Available from <http://chickscope.beckman.illinois.edu/explore/embryology/day01/incubation.html> (accessed 1998).
- Sekeroglu A, Sarica M, Demir E, Ulutas Z, Tilki M, Saatci M, Omed H. 2010. Effects of different housing systems on some performance traits and egg qualities of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **9(12)**:1739-1744.
- Sherwin CM, Richards GJ, Nicol CJ. 2010. Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *British Poultry Science* **51**:488-499.
- Shirley HV. 1965. An Observed Blood Spot Formation. *Poultry Science* **44**:1139.

- Simeonová J, Míková K, Kubišová S, Ingr I. 2001. Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno.
- Simons P. 2017. Egg signals a practical guide to improving egg quality. Roodbont Publishers B. V. The Netherlands.
- Smith DP, Musgrove MT. 2008. Effect of Blood Spots in Table Egg Albumen on Salmonella Growth. *Poultry Science* **87**:1659-1661.
- Sokolowicz Z, Krawczyk J, Dykiel M. 2018a. The effect of the type of alternative housing system, genotype and age of laying hens on egg quality. *Ann. Anim. Sci.* **2**:541–555.
- Sokolowicz Z, Krawczyk J, Dykiel M. 2018b. Effect of alternative housing system and hen genotype on egg quality characteristics. *Emirates Journal of Food and Agriculture* **30(8)**:695-703.
- Stanciuc N, Cretu AA, Banu I, Aprodu I. 2018. Advances on the impact of thermal processing on structure and antigenicity of chicken ovomucoid. *J. Sci. Food Agric.* **98**:3119-3128.
- Steinhausová I, Simeonová J, Nápravníková E, Tremlová B. 2003. Produkce a zpracování drůže, vajc, medu. Veterinární a farmaceutická fakulta, Brno.
- Svobodová J, Tůmová E, Popelářová E, Chodová D. 2015. Effect of light colour on egg production and egg contamination. *Czech Journal of Animal Science* **60(12)**:550-556.
- Sýkora V, Šustová K. 2016. Barevná spektrofotometrie v mlékárenství. *Mlékařské listy* **27**:4-7.
- Szymanek E, Andreszek K, Banaszewska D, Drabik K, Batkowska J. 2019. Content of selected inorganic compounds in the eggs of hens kept in two different systems: organic and battery cage. *Arcives Animal Breeding* **62(2)**: 431-436
- Šarapatka B, Urban J, et al. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk.
- Tavares BO, Pereira DF, Salgado DA, Mac-Lean PAB. 2018. Mortality, production and quality of eggs of different rearing system. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal* **4**:478-485.
- Tefera M. 2012. Acoustic signals in domestic chicken (*Gallus gallus*): a tool for teaching veterinary ethology and implication for Language learning. *Ethiopian Veterinary Journal* **16**:77-84.
- Terčič D, Žlender B, Holcman A. 2012. External, internal and sensory qualities of table eggs as influenced by two different production system. *Agro-knowledge J. University of Banjaluka, Faculty of Agriculture* **13**:555-562.
- Tůmová E. 2007. Vliv systému ustájení a výživy na kvalitu masa a vajec drůbeže. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha.
- Tůmová E, Zita L, Hubený M, Skřivan M, Ledvinka Z. 2007. The effect of oviposition time and genotype on egg quality characteristics in egg type hens. *Czech J Anim Sci* **52**:26-30.
- Václavoský J, Kernerová N, Matoušek V, Schacherlová A. 2000. Chov drůbeže. Jihočeská univerzita. České Budějovice.

- Van den Brand H, Permentier 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.
- Vandermeulen J, Bahr C, Tullo E, Fontana I, Ott S, Kashiha M, Guarino M, Moons CPH, Tuytens FAM, Niewold TA, Berckmans D. 2015. Discerning Pig Screams in Production Environments. *PLoS One* 10 (e0123111) DOI: 10.1371/journal.phone.0123111.
- Van Krimpen MM, Kwakkel RP, Reuvekamp BFJ, Van Der Peet-Schwering CMC, Den Hartog LA, Versteegen MWA. 2005. *World. Poult. Sci. J.* **61**:663-686.
- Villegas M, Sommarin M, Brodelius PE. 2000. Effects of sodium orthovanadate on benzophenanthridine alkaloid formation and distribution in cell suspension cultures of *Eschscholtzia californica*. *Plant Physiology and Biochemistry* **38**:233-241.
- Vits A, Weitzenburger D, Hamann H, Distl O. 2005. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poult. Sci.* **84**:1511-1519.
- Vyhláška č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, ve znění pozdějších předpisů.
- Walters M. 2007. Ptačí vejce. Euromedia Group, k. s. – Knižní klub, Praha.
- Wang G, Ekstrand C, Svedberg J. 1998. Wet litter and perches as risk factors for the development of foot-pad dermatitis in floor housed hens. *Br. Poult. Sci.* **39**:191-197.
- Webster J. 2005. *Animal Welfare: Limping Towards Eden*. Wiley-Blackwell, Chichester UK.
- Weitzenbürger D, Vits A, Hamann H, Hexwicker-Trautwein M, Distl O. 2006. Macroscopic and histopathological alterations of foot pads of laying hens kept in small group housing systems and furnished cages. *Br. Poult. Sci.* **47**:533-543.
- Yang L, Tong Q, Shi H, Shi Z, Li B. 2017. Adaptability of Yang Layers in a Large Cage Aviary Unit System during Initial Settling-in Period. *Int. Symp. On Animal Environ. & Welfare*. China Agriculture Press 268-275.
- Yenice G, Kaynar O, Hira F, Perez SYA, Ileriturk M, Ibrahimagaoglu HN, Hayirli A. 2015. Husbandry system effects on egg quality parameters. *Scientific Papers. Series D. Animal Science* **58**:2393-2260.
- 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.
- Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.
- Zelenka J. 2015. *Základy chovu drůbeže*. Společnost mladých agrárníků České republiky, Praha.
- Zelenka J, Heger J, Kráčmar S, Mrkvicová E. 2011. Allometric growth of protein, amino acids, fat and minerals in slow- and fast-growing young chickens. *Czech J. Anim. Sci.* **56**:127-135.

- Zeltner E, Maurer V. 2009. Welfare of organic poultry. Poultry Welfare Symposium Ceriva, Italy.
- Zhao Y, Shepherd TA, Swanson JC, Mench JA, Karcher DM, Xin H. 2015. Comparative evaluation of three egg production systems: Housing characteristics and management practices. *Poultry Science* **94(3)**:475-484.
- Zita L, Tůmová E, Štolc L. 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno* **78**:85-91.
- Zita L, Ledvinka Z, Melšová M, Klesalová L. 2014. Vliv genotypu a systému ustájení na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku. *Journal of Central European Agriculture* **15(3)**:315-321.
- Zloch A, Kuchling S, Hess M, Hess C. 2018. Influence of alternative husbandry systems on postmortem findings and prevalence of important bacteria and parasites in layers monitored from end of rearing until slaughter. *Veterinary Record* **182(12)**:350.



