

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



**Vliv genotypu a systému ustájení na koncentraci
cholesterolu ve vaječném žloutku**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Markéta Melšová

Vedoucí práce: Doc. Ing. Zdeněk Ledvinka, CSc.

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv genotypu a systému ustájení na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své diplomové práce Doc. Ing. Zdeňku Ledvinkovi, CSc. za odborné vedení, rady a ochotu při řešení všech problémů. Dále děkuji Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D. a Ing. Ludmile Klesalové za pomoc při zpracovávání této práce.

Vliv genotypu a systému ustájení na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku

Influence of Genotype and of the System of Livestock Stabling on Cholesterol Concentration in the Animal Egg Yolk

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv genotypu a systému ustájení na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku.

Do pokusu byla zařazena dvě plemena slepic patřící do genových zdrojů ČR – Česká slepice a Slovenska – Oravka. Ve věku 17. týdnu bylo naskladněno 66 kuřic plemene Česká slepice a 66 kuřic plemene Oravka do třítážového konvenčního klecového systému a 30 kuřic od každého plemene bylo ustájeno na podestýlce. Vejce pro laboratorní analýzu byla sbírána ve 28 denních intervalech.

Cholesterol je ve vztahu k lidskému zdraví často diskutovaným tématem. Na jedné straně je látkou, která je nezbytná pro zachování fyziologických funkcí. Na straně druhé je vysoký obsah cholesterolu v krvi zdravotně nebezpečným rizikem. Obavy z vysokého obsahu cholesterolu ve vejcích způsobují pokles jejich spotřeby na obyvatele, a to i přesto, že jsou vejce pro výživu lidí jednou z nejcennějších potravin.

V rámci pokusu byly zjišťovány tyto parametry: denní snáška vajec na nosnici, intenzita snášky na počáteční stav, denní spotřeba krmiva na nosnici, spotřeba krmné směsi na vejce, systém ustájení a věk nosnic.

Ze sledovaných parametrů užítkovosti byla plemennou příslušností, systémem ustájení i jejich vzájemnou interakcí ovlivněna pouze hodnota denní spotřeby krmiva.

Koncentrace cholesterolu byla prokazatelně ovlivněna genotypem nosnic i systémem ustájení. Nejvyšší průměrná koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku byla naměřena v chovu na podestýlce u plemene Oravka (11,64 mg/g) i Česká slepice (10,84 mg/g) v porovnání s klecovým systémem ustájení. Současně byl také na koncentraci žloutkového cholesterolu prokázán vliv věku nosnic i jeho vzájemná interakce se systémem ustájení. Největší hodnota byla zaznamenána ve 34. týdnu věku nosnic ustájených na podestýlce. Naopak nejnižší koncentrace byla zjištěna ve 42. týdnu věku od nosnic z klecí. Ostatní sledované parametry nebyly průkazné.

Z výsledku pokusu vyplývá, že výběrem vhodného plemene a systému ustájení lze ovlivnit koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku.

Klíčová slova: slepice, plemeno, snáška vajec, koncentrace cholesterolu

Summary

The objective of the thesis has been to evaluate how the type of hen housing systems and different genotypes influenced parameters of egg yolk cholesterol concentration.

The experiment has comprised two breeds of hens belonging to the gene sources in the Czech Republic – the Czech hen and in Slovakia – Oravka hen. A test group of 66 young egg – laying hens of the Czech hen aged 17 weeks and, 66 pieces of young Oravka hens of the same age have been placed into a three – level cage conventional housing system; in addition, 30 young hens of each of these two breeds have been kept on litter. Eggs for laboratory analysis were collected in 28 – day period cycles.

Cholesterol concentrations, especially in relation to the human health, are becoming a very often discussed issue. On the one hand this substance is necessary for proper physiological functions of the body. On the other hand, high cholesterol concentration in blood is a dangerous risk factor to health. Fears from high cholesterol content in hen eggs may cause a decrease of average egg consumption values per inhabitant, even despite the well – known fact that eggs represent one of the most valuable ingredients in the human nutrition.

In the frame of experimental testing, the following parameters were identified: average daily egg production per one laying hen, bird feeding stuff consumption per one egg, influence on egg yolk parameters caused by the different kinds of breed, by the housing system and by the age of egg laying birds.

Among the egg utility parameters under review, only the value of daily bird feeding stuff consumption was that being influenced by the kind of breed, type of housing and their mutual interaction.

Cholesterol concentration was indisputably influenced by the hen laying breed genotype, as well as by the housing system. The highest values of egg yolk cholesterol concentrations were measured in deep litter housing egg samples from both Oravka (11,64 mg/g) breed, and Czech hen (10,84 mg/g), as compared with the eggs of birds from the cage system of housing. In the same experimental measurements, the influence of age of the egg laying hens and a relation to the types of hen housing system resulting in egg yolk cholesterol concentrations were clearly demonstrated.

The highest cholesterol concentration values were recorded in the 34th week of age of the laying hens housed on the litter. On the contrary, the lowest cholesterol concentrations were measured in the egg yolk from the hens in their 42nd week of age housed in cages. Dependence characteristics of other recorded parameters have not been proven implicitly.

The results of the testing experiment show that by a selection of proper breed and of suitable hen laying housing system, the egg cholesterol concentration values can be positively influenced.

Key words: hen, breed, egg laying, cholesterol concentration

Obsah

1. ÚVOD	9
2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	11
3.1 VEJCE JAKO POTRAVINA	11
3.2 KVALITA VAJEC	13
3.3 JAKOST VAJEC	14
3.3.1 Změny vajec během stárnutí	14
3.3.1.1. Odpařování vody.....	14
3.3.1.2. Výška vzduchové komory	15
3.3.1.3. Změny pH	15
3.3.1.4. Řídnutí bílku	15
3.3.1.5. Vyrovnávání osmotického tlaku	15
3.3.1.6. Chemické změny.....	16
3.3.1.7. Skořápka	16
3.4 SLOŽENÍ VEJCE.....	17
3.4.1 Procentuální	17
3.4.2. Chemické	17
3.5 CHOLESTEROL	20
3.5.1. Cholesterol ve vaječném žloutku	23
3.6 POPIS PLEMEN.....	30
3.6.1. Česká slepice.....	30
3.6.2. Oravka.....	31

4. MATERIÁL A METODY	34
5. VÝSLEDKY	37
5.1 HODNOCENÍ UŽITKOVOSTI.....	37
5.2 HODNOCENÍ KONCENTRACE CHOLESTEROLU.....	38
6. DISKUSE	40
7. ZÁVĚR	43
8. SEZNAM LITERATURY	44
9. SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY	48

Seznam příloh

Obr. 1 – Kohout plemene Česká slepice

Obr. 2 – Slepice plemene Česká slepice

Obr. 3 – Detail hlavy kohouta plemene Česká slepice zlatě kropená

Obr. 4 – Detail hlavy slepice plemene Česká slepice zlatě kropená

Obr. 5 – Kohout plemene Oravka

Obr. 6 – Slepice plemene Oravka

Obr. 7 - Zdrobnělé oravky žlutohnědé

Obr. 8 – Bílé Oravky

1. Úvod

Slepičí vejce mají ve výživě člověka velmi důležitou roli. Obsahují všechny důležité výživové složky, které jsou nepostradatelné pro vývoj nového organismu a optimální pro výživu člověka všech věkových kategorií. Jsou řazena mezi potraviny s nejvyváženějším obsahem živin. Vaječné bílkoviny mají ideální poměr aminokyselin a dokáží jimi obohatit i jiné potraviny. Ve vejci je bohaté zastoupení vitamínů, a jsou také důležitým zdrojem fosforu, železa, mědi, zinku i dalších prvků. Pro vysoký obsah cholesterolu, který je obsažen ve vaječném žloutku je pro mnoho lidí vejce stále obávanou potravinou. Jsou přesvědčeni, že potraviny bohaté na cholesterol vedou k srdečním chorobám. Výzkumy ale dokazují, že cholesterol přijímaný potravou není přímým článkem v souvislosti s vysokým obsahem cholesterolu v krvi člověka, ale negativní vliv mají nasycené tuky. Z tohoto důvodu však někteří lidé stále vyřazují jídla s vysokým obsahem cholesterolu ze svého jídelníčku. Vzhledem pro vysokou nutriční hodnotu vajec by se však jejich konzumace neměla zavrňovat.

V průběhu posledních let se také zájmy spotřebitelů zaměřily na pohodu zvířat a podmínky, ve kterých žijí. V souvislosti se zvýšeným povědomím lidí, že slepice chované v klecích jsou omezovány ve svých přirozených projevech chování, byla snaha výzkumů zaměřena na vytvoření alternativních systémů ustájení, které jsou šetrnější a umožňují plně rozvinout přirozené chování slepic. Spotřebitelé také věří, že vejce z ekologických chovů jsou chutnější a bezpečnější s porovnáním s konvenčním chovem, ačkoli o tom nejsou žádné přesvědčivé důkazy. V důsledku toho, že normy pro ekologický chov byly často vyvinuty pod vlivem spotřebitelů, spíše než na potřebách zvířat, je sociální hodnocení v ekologické produkci složité a často výsledkem spíše kompromisů.

Pro vyšší produkci vajec byla vyšlechtěna tzv. nosná plemena slepic nebo vysokoužitkové hybridní kombinace. Nejde však zapomenout ani na původní plemena, která jejich vznik umožnila a jsou tak i předpokladem dalšího rozvoje a genetickým zdrojem jedinečných vlastností.

2. Vědecká hypotéza a cíl práce

Cílem práce bylo posoudit koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku u plemen Česká slepice a Oravka chovaných ve dvou odlišných systémech chovu.

Hypotéza: Plemenná příslušnost a použitý systém chovu ovlivňují hladinu cholesterolu ve vaječném žloutku.

3. Literární rešerše

3.1 Vejce jako potravina

Vejce lidem slouží jako potravina už od pradávna, kdy bylo relativně snadno dostupnou složkou výživy lidí i mnohých zvířat. Nejprve konzumovali lidé vejce divoce žijících ptáků a posléze došlo k domestikaci kura divokého. Dnes představují vejce důležitou nutričně hodnotnou potravinu.

Vejce, nebo jejich části se využívají také jako surovina v různých odvětvích jak potravinářského (pekařství, cukrářství, výroba těstovin apod.), tak i nepotravinářského průmyslu (farmaceutický, textilní, chemický aj.). Neméně významné je i využití vajec v humánní a veterinární medicíně (výroba očkovacích látek, léků apod.) (Míková, 2012 ; Prombergerová, 2012a).

Vejce se řadí mezi potraviny s nejvyváženějším obsahem živin a zároveň jsou i vysoce stravitelná. Základní význam vajec spočívá v první řadě zajistit reprodukci daného druhu. Proto vejce obsahují všechny důležité výživové složky nezbytné pro vývoj nového organismu, které jsou optimální i pro výživu člověka a také četné přirozené ochranné látky (Kalač, 2008 ; Míková, 2012).

Vejce tak tvoří velmi důležitou součást lidské výživy, protože ve svých bílkovinách, tucích a uhlovodících obsahuje látky, které se dostávají do stavebního a energetického metabolismu lidského organismu. Vitamíny, minerální i jiné látky z vejce regulují procesy výměny látkové. Při nich dochází nejen k tvorbě tělesné hmoty, ale i k jejímu odbourávání (Baumeister a Meyer, 1995).

Během první poloviny dvacátého století, kdy byla popsána většina vitamínů a byl identifikován přírodní výskyt aminokyselin, byla slepičí vejce označena za nejbohatší zdroj živin, které jsou nepostradatelné pro zachování lidského zdraví. Obsahuje látky, které chrání organismus před nemocemi z nedostatku některých živin (Skřivan et al., 2000).

Bílkoviny (i vaječné) jsou sestaveny z dvaceti různých aminokyselin. Lidské tělo je schopno si samo vytvořit pouze dvanáct z nich. Zbylých osm je nutné získat potravou. Záleží však nejen na tom, aby potrava obsahovala aminokyseliny, ale také na tom, v jakém poměru je obsahuje. Obecně jsou živočišné bílkoviny v poměru jednotlivých aminokyselin bližší lidskému organismu, než bílkoviny rostlinné, přičemž oba typy se mohou vzájemně

doplňovat, a tím dosáhnout optimálního účinku. Biologická plnohodnota vajec je v tomto smyslu velmi vysoká a zároveň doplňuje hodnotu jiných živin (Baumeister a Meyer, 1995).

Podle zdroje bílkovin se vejce řadí do stejné skupiny jako maso, drůbež či ryby. Vaječné bílkoviny mají ideální poměr aminokyselin a obohacují jimi i jiné potraviny. Vejce jsou taktéž výborným zdrojem mastných kyselin. Jsou vhodná pro dětskou výživu, stejně jako pro výživu dospělých a starších lidí (Skřivan et al., 2000).

Společně s bílkoviny dodávají vejce tělu i tuk. Pro hodnocení tuku má význam nejen ve složení, ale i v poměru k bílkovinám. Poměr tuku a bílkovin ve vejci je zhruba 2 : 1, což je téměř optimální pro lidské tělo. U většiny potravin je poměr tuků zpravidla vyšší.

Uhlovodíky mají ve vejci jen mizivý podíl. Vitamíny jsou ve vejci naopak obsaženy bohatě. Vejce patří obecně k potravinám na vitamíny nejbohatší. Ve vysoké míře jsou zastoupeny zejména vitamíny A, B₁, B₂, K a D (Baumeister a Meyer, 1995).

Podstatnými složkami slepičího vejce jsou lecitin a cholesterol. Lecitin tvoří 9 % žloutku, díky čemuž se vejce stává jedinou potravinou, ve které je lecitin obsažen v dostatečném množství pro lidský organismus. Lecitin je důležitý pro podporu správného průběhu mozkových a nervových procesů. Cholesterolu je ve vejci zhruba 280 mg. Je základní surovinou pro hormony nadledvinek, žlučové kyseliny a vitamíny A a E. Cholesterol si lidské tělo vytváří v podstatě samo a zhruba 10 % přijímá potravou (Baumeister a Meyer, 1995).

Energetická hodnota vejce se odvíjí podle jeho velikosti. Průměrné vejce (cca 60 g) má energetickou hodnotu 332 – 387 kJ. Hlavním zdrojem energie je žloutek, který tvoří asi 75 % využitelné energie.

Stravitelnost jednotlivých složek se pohybuje okolo 97 – 100 %. Na stravitelnost má vliv i způsob úpravy. Nejlépe stravitelná jsou vejce vařená „na měkko“, dále vejce syrová a nejhůře stravitelná jsou vejce vařená „na tvrdo“ a vejce připravovaná na tuku (Míková, 2012).

Během skladování a gastronomických úprav vajec se také mění jejich nutriční hodnota. Bílkoviny jsou relativně stabilní a jejich obsah zůstává neměnný, roste pouze množství volných aminokyselin. U lipidů však může při nevhodném skladování nebo úpravách docházet k oxidaci nenasycených mastných kyselin. Největší ztráty jsou u vitamínů, zejména thiaminu a kobalaminu. Při tepelných úpravách vajec se ničí 10 – 50 % vitamínů (Míková, 2012).

3.2 Kvalita vajec

Kvalita vajec kupovaných spotřebiteli je velice proměnlivá a závisí na řadě faktorů, jako je původ vajec, plemeno a věk nosnic, výživa nosnic, stáří vajec a způsob skladování i manipulace s vejci (Míková a Doležal, 2009).

Mezi vnější faktory je řazen systém ustájení, složení krmné směsi a vlivy prostředí. Počáteční kvalita čerstvě sneseného vejce se dále mění v závislosti na podmínkách skladování. Určující vliv má zde zvolená teplota a vlhkost. Na tom, jak je zacházeno s vejci během skladování, závisí jejich výsledná kvalita na konci skladovacího procesu. Pro snadné a rychlé zjištění jakosti vaječného obsahu slouží stanovení technologické hodnoty vajec. K významným ukazatelům patří Haughovy jednotky a indexy bílku a žloutku. Haughovy jednotky jsou užívány ke sledování kvality bílku. Jejich hodnota klesá v průběhu skladování, stejně jako indexy. Skladováním se tedy kvalita vajec zhoršuje, což se odráží na jejich dalším zpracování (Englmaierová a Tůmová, 2008). Dále mezi kvalitativní znaky patří defekty skořápky, zejména prasklé nebo zcela rozbité, skořápky znečištěné (trusem, peřím, podestýlkou apod.), výskyt plísní a poruchy při tvorbě skořápky. Kvalita skořápek a jejich čistota patří mezi nejčastější závady u konzumních vajec. Nečistoty a poškození skořápek přispívají ke zvýšení biologického (zejména mikrobiologického) rizika. Špatně vyvinutá a poškozená skořápka má negativní vliv na vnitřní jakost vajec.

Vnitřní kvalitativní znaky souvisejí zejména se stářím vajec nebo jejich nevhodným skladováním, především při vysokých teplotách. Dalšími vnitřními znaky jsou barva žloutku a výskyt cizích tělísek na žloutku nebo v bílku (krevní, masové skvrny). Znečištění skořápky a přítomnost krevních či masových skvrn zvyšují riziko mikrobiální kontaminace vajec, zejména salmonelami (Míková a Doležal, 2009).

Na kvalitu vajec má vliv i způsob chovu nosnic, jejich výživa a především způsob uchovávání vajec po snesení, tj. skladovací teplota a vlhkost prostředí. Mnohé z těchto uvedených znaků kvality si může spotřebitel vyhodnotit sám jednoduchým pozorováním. Další informace si získá spotřebitel ze značení na skořápce i z obalu. Týká se to především původu, způsobu chovu, krmením nebo složením vejce. Původ vejce a způsob chovu se pozná z kódů uvedených na skořápce (Míková, 2012).

Na obalu musí být uvedeno číslo balírny, nebo třídirny, jakostní třída, hmotnostní skupina (XL, L, M, S), datum minimální trvanlivosti (u třídy A 28 dní), údaj o podmínkách skladování a způsobu chovu. První „číslo“ říká, z jakého chovu vejce pochází.

Je – li prvním číslem **jednička**, pochází vejce od slepic, které jsou chovány **ve volném výběhu**, **dvojka** označuje nosnice **z halového chovu**, **trojka z klecového**. Je – li prvním číslem **nula**, jedná se o vejce od slepic **z ekologického chovu**. Další čísla a znaky uvedené na vejcích na základě nařízení EU č. 2002/4/ES jsou kód státu a poslední číslo je registrační číslo hospodářství (Prombergerová, 2012b).

Slepičí vejce se na základě smyslových a fyzikálních požadavků dělí do tříd jakosti, a to na I. třídu – čerstvá vejce EXTRA A, ta musí být tříděna druhý den po snášce s velikostí vzduchové komory 4 mm, dále na čerstvá vejce A, tříděna třetí den po snášce, velikost vzduchové komory je do 6 mm a na II. třídu, kde jsou řazena vejce B, ta nejsou tříděna podle hmotnosti, velikost vzduchové komory je do 9 mm (Prombergerová, 2012b).

3.3 Jakost vajec

Ve vejci probíhá po snesení řada dějů, které zhoršují jakost a jsou podporovány zejména vysokou teplotou při skladování. Jakost vajec tedy závisí na stáří vajec a na podmínkách, ve kterých jsou skladována. Mezi jakostní znaky vajec patří především smyslové vlastnosti, bezpečnost (zdravotní nezávadnost), nutriční hodnota a technologické vlastnosti, zejména schopnost tvořit gel, pěnu a emulzi (Míková, 2012).

Pokud se jedná o smyslové znaky, čerstvě snesené vejce nemá žádnou specifickou vůni. Po snesení však může získat vlivem prostředí, ve kterém je skladováno i nežádoucí pachy. Proto nesmí být vejce skladována s jinými aromatickými produkty. Chuť vajec je ovlivněna především krmivem a určuje ji více žloutek než bílek. Během stárnutí se tvoří řada nízkomolekulárních látek (amoniak, sirné látky, aldehydy, ketony), které tak negativně ovlivňují vůni i chuť. Mezi nejvýznamnější jakostní znaky patří barva žloutku. Je dána obsahem a profilem karotenoidů a má na ní zásadní vliv složení krmné směsi (Míková, 2012).

3.3.1 Změny vajec během stárnutí

3.3.1.1. Odpařování vody

V důsledku poréznosti skořápky dochází během skladování vajec k odpařování vody z vaječného obsahu, tím dochází i k poklesu hmotnosti vejce. Odpařování je tím vyšší, čím vyšší je skladovací teplota a nižší vlhkost prostředí (Míková, 2012).

3.3.1.2. Výška vzduchové komory

S odpařováním vody dochází i ke zvětšování vzduchové komory na tupém konci vejce. Vzduchová komora se vytváří při snesení vejce, kdy se vlivem teplotního šoku od sebe oddělí podskořápkové blány. U čerstvého vejce je vzduchová komora 1 – 2 mm, během stárnutí se zvyšuje. Se zvětšující se vzduchovou komorou klesá i měrná hmotnost vejce (Míková, 2012).

3.3.1.3. Změny pH

Hodnoty pH jsou pro bílek a žloutek odlišné. Bílek čerstvě sneseného vejce má pH 7,6 a pH žloutku je 6,0. Během stárnutí vajec se zvyšuje pH bílku až na 9,7. Čím více je prostředí nasyceno CO₂, tím více jsou potlačeny změny pH bílku. Mění se i pH žloutku, kdy dochází ke zvyšování pH na hodnotu 6,8 vlivem tvorby amoniaku, který vzniká rozkladem bílkovin (Nedomová a Simeonovová, 2010 ; Míková, 2012).

3.3.1.4. Řídnutí bílku

Vedle ztrát vody se také z vejce uvolňuje oxid uhličitý, který je rozpuštěn v bílku. V důsledku ztráty CO₂ se zvyšuje pH bílku až na hodnotu 9,6 a dochází tak ke změnám struktury hustého bílku. V průběhu stárnutí vajec se mění struktura chalázového bílku, klesá jeho pevnost a pružnost. Síťovitá struktura tvořena vlákny ovomucinu se rozpadá, uvolňuje se koloidně vázaná voda, což se projevuje řídnutím bílku. Tento jev se negativně projevuje na schopnosti tvořit pěnu a gel. Řídnutí hustého bílku se projevuje tzv. indexem bílku. Jde o poměr výšky hustého bílku k jeho průměrné šířce. Obdobně se pak měří i index žloutku. V průběhu stárnutí vajec oba indexy klesají. Na řídnutí hustého bílku je založena také používaná metoda hodnocení čerstvosti vajec pomocí Haughových jednotek (HU) (Nedomová a Simeonovová, 2010 ; Míková, 2012).

3.3.1.5. Vyrovnávání osmotického tlaku

Mezi bílkem a žloutkem je u čerstvě sneseného vejce po obou stranách žloutkové membrány rozdílný osmotický tlak. V průběhu stárnutí vejce se uplatňuje snaha o jeho vyrovnání. Voda v bílku difunduje do žloutku, tím se zvyšuje sušina bílku, což má např. příznivý vliv na jeho šlehatelnost. Zároveň se ale snižuje sušina žloutku, což může vést až k prasknutí žloutkové membrány a roztečení žloutku do bílku (Míková, 2012).

3.3.1.6. Chemické změny

Během stárnutí dochází i k chemickým změnám. Jde zejména o štěpení vysokomolekulárních látek na nízkomolekulární a difuzi minerálních látek mezi bílkem a žloutkem. V bílku se např. zvyšuje koncentrace fosforu a železa, které do bílku přecházejí ze žloutku. U bílkovin dochází ke změně struktury nejčastěji tvorbou disulfidových můstků. V bílku vznikají komplexy mezi jednotlivými proteiny. Dochází ke zvýšení obsahu volných aminokyselin a dalších nízkomolekulárních dusíkatých látek (močovina, amoniak). Z tuků dochází k uvolňování volných mastných kyselin. Ze sacharidů se vytváří organické kyseliny – mléčná, citronová, jablečná a další. K degradaci vysokomolekulárních látek dochází pomocí činností enzymů přirozeně se vyskytujících ve vejci. Stejně tak i mikrobiálních enzymů v důsledku mikrobiální kontaminace vajec (Míková, 2012).

3.3.1.7. Skořápka

Skořápka vajec patřících do jakostní třídy I. má být čistá, hladká a nepoškozená. Kvalita skořápky, její struktura a tloušťka významně ovlivňuje výše uvedené změny vajec. V případě poškozené nebo špatně vyvinuté skořápky probíhají tyto změny podstatně rychleji. Při stárnutí vajec dochází i ke změně vzhledu skořápky, např. nerovnoměrné rozložení vlhkosti se projeví jako skvrnitost skořápky (Míková, 2012).

Výsledky studie Nedomové a Simeonovové (2010) ukazují, že teplota a délka skladování významně ovlivňují zachování kvality vajec, která je dána již v okamžiku snesení vejce. Volbou vhodných podmínek při skladování lze změny, které ve vejci probíhají zpomalit, a tím prodloužit obchodní čerstvost vajec. Ze zjištěných výsledků a z hlediska zachování jakostních parametrů vyplývá jako nejvhodnější teplota pro skladování vajec 4 °C, kdy dochází k nejpomalejší intenzitě změn jakostních charakteristik vajec.

3.4 Složení vejce

3.4.1 Procentuální

Slepičí vejce se skládá z 11,6 % ze skořápky, a z 88,4 % z jeho obsahu. Obsah vejce tvoří zhruba 73,7 % vody, 12,6 % bílkovin, 12 % tuku, 0,7 % bezdusíkatých látek a 1,1 % látek minerálních (Baumeister a Meyer, 1995).

Vlastní bílek není pouze čistá bílkovina, ale skládá se z 86,7 % vody, 11,2 % dusíkatých látek (bílkovin), 0,5 % tuku, 0,9 % uhlovodíků a 0,5 % minerálních látek.

Žloutek tvoří 49 % vody, 21,6 % tuku, 9,1 % lecitinu, 15,7 % bílkovin, 0,4 % cholesterolu, 0,3 % cerebrinu, 3,3 % minerálních látek a 0,6 % ostatních látek (Baumeister a Meyer, 1995).

Tuláček (2002) uvádí, že žloutek tvoří na celkové hmotnosti vejce asi 30 %, bílek 60 % a 10 % připadá na skořápku. U vajec menších je podíl žloutku větší. Žloutek, který je nutričně nejcennější obsahuje kromě vody 16 % bílkovin, 21 % jemně rozptýleného tuku, 9 % lecitinu, 3,3 % minerálních látek, 0,4 % cholesterolu a vitamínů. Typická je žlutá barva v různých odstínech od sírově žluté až po sytě oranžovou. Způsobují ji karoteny a xantofyly, které jsou také provitamíny vitamínu A. To však platí pouze, pokud pocházejí z přirozených krmiv. Při vyšší snášce bývá žloutek světlejší.

Tabulka č. 1: Průměrné složení dvoudenních vajec vážících 62,5 g

Komponenta	Hmotnost v g	Podíl v %
Bílek	35,8	57,3
Žloutek	19,3	30,9
Skořápka	7,2	11,5
Ztráta při separaci	0,2	0,3

(Skřivan et al., 2000)

3.4.2. Chemické

Dominantními složkami v sušině vajec jsou bílkoviny obsažené v bílku i žloutku a lipidy obsažené pouze ve žloutku. Vaječné **bílkoviny** jsou biologicky hodnotnější, než bílkoviny masa nebo mléka. Jejich hlavním zdrojem je bílek, který tvoří prioritní složku sušiny a jejich obsah se v nativním bílku pohybuje mezi 10 – 12 %, z toho je až 60 % esenciálních aminokyselin. Ve žloutku se obsah bílkovin pohybuje kolem 16 % (Míková, 2012).

Z vaječných bílkovin je v bílku nejvíce zastoupen ovoalbumin, který je pokládán za nejhodnotnější bílkovinu. Ovotransferin, který váže kovové ionty, konkuruje bakteriálním enzymům a tudíž má i bakteriální účinek. Globulinů je v bílku obsaženo asi 8 %. Ovomucin se vyskytuje především v tuhém a chalázovém bílku a tvoří komplex s lysozymem, díky čemuž umožňuje stabilitu tuhého bílku. Flavoprotein tvoří s riboflavinem poměrně stabilní komplex a jeho biologická funkce zřejmě spočívá v transportu riboflavinu do embrya. Ovomakroglobulin má značné imunologické vlastnosti. Avidin váže biotin ve stabilní komplex s antibakteriálními účinky. Některé bílkoviny obsažené v bílku mají enzymové vlastnosti. Jsou to lysozym, katalázy, glykosidázy a další. Jiné naopak působí jako inhibitory enzymů. Patří sem ovomukoid, ovoinhibitor, inhibitor pepsinu a trypsinu. Ovomukoid slepičího vejce inhibuje pouze trypsin, zatímco z vajec jiných druhů také ještě, nebo pouze chymotrypsin (Skřivan et al., 2000).

Z bílkovin žloutku je nejznámější vitelin s obsahem železa a fosforu. Pravděpodobně se však nejedná o čistou bílkovinu, ale o komplex bílkoviny a lecitinu, protože z vitelinu lze získat až 30 % lecitinu (Baumeister a Meyer, 1995).

Skřivan et al. (2000) uvádí, že podle WHO (Světová zdravotnická organizace) mají vaječné bílkoviny nejvyšší stravitelnost ze všech potravinářských bílkovin. Biologická hodnota celého vejce je udávána jako absolutní (100). Je bílkovinou referenční při posuzování biologické hodnoty jiných bílkovin.

Vaječný **tuk** je téměř celý obsažen ve žloutku. Ten je důležitým zdrojem energie, protože více než 60 % jeho sušiny tvoří tuky. Žloutek obsahuje triacylglyceroly, fosfolipidy a steroly.

Slepičí vejce jsou také bohatým zdrojem esenciálních **mastných kyselin**, především kyseliny linolové a při cíleném složení krmné směsi také kyseliny alfa linolenové. Dále obsahuje hodně kyseliny olejové (18 : 1), která má významné postavení ve zdravé výživě a prevenci chorob. Celkově je skladba vaječného tuku s vyšším podílem nenasycených mastných kyselin a fosfolipidů lepší, než je u většiny živočišných tuků. Fosfatidylcholin žloutku je důležitým zdrojem cholinu, který je nezbytný pro vývoj mozku, správnou funkci jater a prevenci rakoviny (Skřivan et al., 2000).

Většina **sacharidů** ve vejcích je obsažena v bílku. Obsah sacharidů vejce je přibližně 1 % celého vejce. Žloutek obsahuje oligosacharidy s N – acetylneuraminovými kyselinami na neredukujícím konci. Sialyloligosacharidy mají důležitou roli např. při prevenci virových a bakteriálních infekcí a pro udržení správného růstu buněk (Skřivan et al., 2000).

Z **vitamínů** jsou ve vejcích zastoupeny všechny vitamíny. Výjimku tvoří pouze vitamín C. Ve žloutku je významný především vysoký obsah lipofilních vitamínů (A, D a E),

z hydrofilních vitamínů převládá kyselina pantothenová a riboflavin. V bílku jsou pouze hydrofilní vitamíny skupiny B (Míková, 2012).

Z **minerálních látek** se z větší části jako volné vyskytují sodík, draslík a chloridy, zatímco ostatní jsou převážně vázány na proteiny a fosfolipidy. Hlavní faktor, který ovlivňuje množství minerálních látek ve vejcích je krmivo, případně i pitná voda. Vejce jsou důležitým zdrojem železa, fosforu, mědi, zinku a dalších prvků (Skřivan et al., 2000).

Obsah vitamínů a minerálních látek lze ovlivňovat složením krmné směsi pro nosnice. Tímto způsobem se úspěšně zvyšuje koncentrace vitamínu E, jódu a selenu (Míková, 2012).

Přirozené složení slepičích vajec zajišťuje jejich přirozenou výživnou hodnotu. Navíc je možné pomocí výživy nosnic obohatit vejce o řadu zdravotně žádoucích látek. Jako výhodné se ukazují postupy obohacení více složkami současně. Taková vejce pak odpovídají zařazení mezi funkční potraviny. Navíc se některé bílkoviny vajec vyznačují příznivými zdravotními účinky a další škálu účinných peptidů je možné z nich připravit vhodným štěpením (Kalač, 2008).

Tabulka č. 2: Složení lipidů slepičích vajec

Lipidy	Celá vejce (g)	Žloutek (g)
Mastné kyseliny		
Nasyčené	1,67	1,67
Myristová 14 : 0	0,02	0,02
Palmitová 15 : 0	1,23	1,23
Stearová 18 : 0	0,43	0,43
Mononenasyčené	2,23	2,23
Palmitoolejová 16 : 0	0,19	0,19
Olejová 18 : 1	2,04	2,04
Polynenasycené	0,69	0,69
Linolová 18 : 2	0,62	0,62
Linolenová 18 : 3	0,02	0,02
Arachidonová 20 : 4	0,05	0,05
Cholesterol	0,225	0,219
Lecitin (fosfatidylcholin)	1,27	1,22
Kefalin (fosfatidyletanolamin)	0,253	0,241

(Skřivan et al., 2000)

3.5 Cholesterol

Cholesterol je poměrně komplikovaná molekula. Z chemického hlediska jde o lipid na bázi steroidního skeletu, jedná se o derivát cyklopentanperhydrofenanthrenu. Má povahu tukovou, takže se ve vodě a v tělesných tekutinách prakticky nerozpouští. Z hlediska fyzikálních vlastností se tedy jedná o krystalickou látku rozpustnou v organických rozpouštědlech, a je vždy nesen v komplexu s jinými tuky a bílkoviny, kterým se říká lipoproteiny.

Cholesterol je přítomen v každém savčím organismu. Nejen v každém organismu, ale je přítomen v každé buňce, protože je jedním ze základních kamenů její struktury. Z toho je zřejmé, že každá buňka potřebuje molekuly cholesterolu k zajištění normální funkce, a musí mít tedy zajištěn jejich trvalý přísun. Cholesterol je v zásadě životně důležitou sloučeninou, bez níž se živý organismus prakticky neobejde. Cholesterol je základní složkou biologických membrán, ve kterých slouží především jako stabilizátor. Kromě této nejčastější strukturální funkce je molekula cholesterolu součástí steroidních hormonů tvořených v kůře nadledvinek, také je součástí žlučových kyselin důležitých pro vstřebávání tuků ve střevě. Dále je také prekurzorem vitamínu D, který je nezastupitelný pro růst kostí (Poledne, 1993 ; Křemen, 2011).

V organismu se cholesterol vyskytuje volný i ve formě esterů s mastnými kyselinami. Volný cholesterol je součástí buněčných membrán. V plazmě se převážně vyskytují estery cholesterolu s kyselinou linolovou a linolenovou. Intracelulární, zásobní pak tvoří estery cholesterolu s kyselinou olejovou a palmitolejovou.

Do organismu se cholesterol dostává buď zvenčí, je vstřebáván ze zažívacího traktu, nebo je syntetizován z acetylkoenzymu – A, jež je konečným produktem beta – oxidace mastných kyselin. Syntéza cholesterolu je regulována zpětnovazebně změnou aktivity enzymu hydroxy – methyl – glutaakryl – koenzym A (HMG – CoA). Tento náročný a složitý řetězec více než 20 chemických reakcí je schopna realizovat většina buněk v organismu. Většina cholesterolu je syntetizována v játrech a v distální části tenkého střeva. Vlastní produkce je hlavním zdrojem cholesterolu, činí zhruba 50 – 70 % z celkového cca 1 gramu denní spotřeby cholesterolu.

Exogenní příjem cholesterolu potravou tvoří zhruba 300 mg/den.

Význam cholesterolu spočívá v tom, že je základním stavebním kamenem buněčné membrány. Dále je prekurzorem steroidních hormonů a prekurzorem pro syntézu žlučových kyselin (Češka, 1994 ; Křemen, 2011).

Cholesterol je ze střeva do jater, z jater do periferních tkání a z periferních tkání zpět do jater transportován převážně ve formě lipoproteinů, různě velkých částic, které obsahují fosfolipidovou membránu s proteinovou částí a lipidové jádro složené z esterů cholesterolu a triacylglycerolů. Jednotlivé lipoproteiny mají své specifické transportní funkce.

Transport cholesterolu je zajišťován přes lipoproteinový komplex, označený zkratkou **VLDL** (very low density lipoprotein ; lipoproteiny velmi nízké hustoty). Tento komplex vzniká v játrech a slouží k transportu triglyceridů určených pro udržování energetické rovnováhy a skladování energie a cholesterolu. Jaterní buňka je jedinou buňkou, která je schopna tvořit syntézou dostatek cholesterolu pro sebe i v přebytku. Tento přebytek se odvádí ve formě VLDL spolu s přebytečnými tuky k ostatním buňkám organismu. Jakmile komplex VLDL opustí játra, ztrácí v krevním řečišti na styku s vnitřní výstelkou arterií tuk. Takto uvolněné tuky se použijí pro tvorbu energie, nebo se uloží do energetické zásoby. Jak se množství tuku ve velkém nosiči postupně zmenšuje, stává se nosič menší a mění se na lipoprotein, označovaný **LDL** (low density lipoprotein ; lipoprotein nízké hustoty). Má tak daleko větší proporcii cholesterolu k nosným proteinům a je hlavním transportérem cholesterolových molekul do všech buněk. LDL tak slouží k transportu cholesterolu z jater do periferních tkání. Cílová hladina pro LDL - cholesterol je pod 3 mmol/l. LDL – cholesterol se ukládá především v cévách. V krevním řečišti jsou ještě mnohem menší lipoproteiny, označované **HDL** (high density lipoprotein ; lipoproteiny vysoké hustoty), které také obsahují cholesterol. Jsou však určeny k opačnému transportu cholesterolu ze tkání zpět do jater. V játrech je pak cholesterol odbouráván za tvorby žlučových kyselin, které jsou dále vylučovány. Hladina HDL by měla být vyšší než 1 mmol/l (Poledne, 1993 ; Křemen, 2011).

Základní funkcí LDL receptoru je poskytovat buňce dostatek cholesterolu, nutného k syntéze membrán a je také důležitým prekurzorem řady produktů buňky (steroidních hormonů, žlučových kyselin). Největší počet LDL receptorů, které lze prokázat ve všech buňkách se nachází v játrech, gonádách a nadledvinách.

Receptor HDL byl prokázán na fibroblastech i buňkách hladkých svalů. Dalším receptorem pro HDL je receptor v játrech (Češka, 1994).

Cholesterol je na jedné straně látkou, která pomáhá udržovat lidský život, protože je podstatným prvkem všech buněk a prekurzorem pohlavních hormonů, na straně druhé vysoký obsah cholesterolu v krvi je zdravotně rizikovým faktorem. Cholesterol v potravě však není přímým spojovacím článkem s cholesterolem v krvi člověka. Bylo prokázáno, že dietní

cholesterol nezvyšuje podstatně krevní cholesterol, ale negativní vliv mají nasycené tuky. Dnes je navíc jasné, že záleží i na množství tuku v potravě. I tuky s vyšším obsahem nasycených mastných kyselin, jako je vepřové sádlo, poměrně málo zvýší cholesterol v krvi, pokud je člověk přijímá v omezeném množství tuku.

Cholesterol tvoří součást buněčných membrán. Při vyšetření krve se stanovuje LDL („škodlivý cholesterol“) a HDL („užitečný cholesterol“). Zatímco se LDL usazuje na stěnách cév, HDL ho odstraňuje (Skřivan et al., 2000).

Polynenasycené mastné kyseliny v dobře vyvážené krmné směsi mohou snížit cholesterol ve vejci až o 15 %. Méně cholesterolu je ve vejcích od slepic s vysokou snáškou. V současné době tak mají vejce z velkochovů slepic běžně až o čtvrtinu méně cholesterolu (Skřivan et al., 2000).

Cílem studie autorů Song a Kerver (2000), bylo posoudit nutriční význam vajec v americké stravě a odhadnout míru asociace mezi spotřebou vajec a koncentrací sérového cholesterolu. Předmětem výzkumu byli účastníci, kteří se zúčastnili „Přehledu průzkumu národního zdraví a výživy“ (National Health and Nutritional Examination Survey – NHANES III, 1988 – 94). Údaje o příjmu potravy byly získány formou dotazníku od účastníků, co jedli v předchozích 24 hodinách. Laboratorní testy byly provedeny z celé krve i séra. Z výsledků vyplývá, že téměř 20 % všech účastníků nahlásilo konzumaci vajec v posledních 24 hodinách. Spotřeba vajec byla výrazně ovlivněna pohlavím, etnickým původem, věkem a úrovní vzdělání. Častěji konzumovali vejce starší občané, spíše muži a lidé s nižším vzděláním. Vejce byla konzumována nejčastěji jako omeleta či míchaná vejce, následně smažená nebo vařená vejce. Příjem cholesterolu byl v průměru 273 mg/den. Celková koncentrace sérového cholesterolu byla v negativním vztahu k frekvenci se spotřebou vajec. Lidem, kteří jedli čtyři nebo více vajec týdně se výrazně snížila koncentrace sérového cholesterolu než těm, kteří jedli jedno nebo žádné vejce za týden (193 mg/Dl vs 197 mg/Dl). Autoři dále uvádějí, že vejce má v americké stravě velmi důležitou roli. Obsahuje mnoho nutričně prospěšných látek a nebylo spojené s vysokou koncentrací cholesterolu.

3.5.1. Cholesterol ve vaječném žloutku

Obsah cholesterolu je polyfaktorový ukazatel a jeho sledování je velmi obtížné (Angelovičová et al., 2004).

Vejsce patří k nejhodnotnějším potravinám i přesto, že vaječný žloutek má vysoký obsah cholesterolu. Vlivem negativního postavení cholesterolu vedlo v posledních desetiletích k poklesu spotřeby vajec na obyvatele. Důvodem této situace je, že vaječný žloutek patří k nejbohatším zdrojům cholesterolu, který je zařazen do rizikových faktorů lidské výživy. Předpokládá se, že každé snížení cholesterolu ve vaječném žloutku zvýší spotřebu vajec a je žádoucí. Snížení obsahu cholesterolu ve vaječném žloutku je možné geneticky, tj. selekcí, výživou nosnic, případně kombinací obou postupů, tedy speciální výživou nosnic s geneticky fixovanou nižší koncentrací cholesterolu ve vaječném žloutku (Baumgartner a Benková, 2004).

Zemková et al. (2007) uvádějí jako průměrnou koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku 13,3 mg / g a průměrnou koncentraci cholesterolu ve vejci 228,3 mg.

Cílem studie autorů Oloyede a Ikuelogbon (2004) bylo oddělit vaječný žloutek do plazmy a granulí odstředěním, určit obsah cholesterolu a jeho funkční vlastnosti. Ve vodném roztoku s nízkým obsahem solí byl vaječný žloutek rozštěpen do bezlipidové frakce, plazmy a granulovaných frakcí za pomoci odstředění. U každé frakce byla určena emulzifikovaná aktivita a stabilita, pěnová kapacita a stabilita, index rozpustnosti proteinů, celkový cholesterol, lipidy a bílkoviny. Frakcionování vaječného žloutku vedlo až k pěti násobné redukci cholesterolu. Analýza produktů žloutků naznačuje použití plazmy a bezlipidového vaječného žloutku jako náhradu za celý vaječný žloutek, což může mít za následek snížení hladiny cholesterolu a zvýšení bílkovin. Kromě toho, emulzní a pěnová stabilita, vykazované plazmatem naznačují, že mohou být využívány jako stabilizátor disperzního systému.

Během posledních čtyř desetiletí směřuje úsilí v oblasti výzkumu ke snižování hladiny cholesterolu ve vaječném žloutku. Cíle výzkumu se soustředily na možnost genetického výběru nebo změny výživy nosnic s různými živinami, přírodními produkty nebo farmakologickými prostředky. Nicméně převážná většina těchto experimentálních přístupů vyvolala v lepším případě jen minimální změny (< 10 %), nebo v případě dietních azasterolů a tripanolu to vedlo k nepříjemné výměně cholesterolu za desmosterol, a dále až

k případnému zastavení snášení vajec. Proto obecný nedostatek úspěchu ve většině doposud zaměřených studií na snížení hladiny cholesterolu ve vaječném žloutku byl dán jednak relativní odolností vaječného žloutku k manipulaci pomocí genetického výběru, a také nedostatečnou dostupností farmakologických látek, které by mohly výrazně snížit jaterní biosyntézu cholesterolu a metabolismus, nebo sekreci a hromadění lipoproteinů, aniž by došlo k zastavení produkce vajec (Elkin, 2006).

Je zřejmé, že existuje celá řada proměnných, které mění ukládání cholesterolu ve vejci. Obsah cholesterolu může být změněn (25 % i víc) dietním cholesterolem a tuky. Vláknina a podávání několika léků mají pouze mírný účinek pro snížení koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku (běžně 5 – 10 %). Kromě toho použití různých farmakologických látek pro snížení cholesterolu vaječného žloutku je omezené, pokud tyto látky nebo jejich metabolity jsou do vejce vylučovány (Hargis, 1988).

Angelovičová et al. (2006) uvádějí na základě výsledků ze třech pokusů s finálním nosným typem slepic (Shaver Starcross 288), že obsah cholesterolu ve žloutku konzumních vajec není stejný a jeho obsah souvisí s výživou nosnic. Uvádí, že pokud se netuková krmná směs obohatí probiotickým premixem na bázi *Streptococcus faecium M – 74*, sníží se průkazně jeho obsah ve vaječném žloutku. Pokud se zkrmují tukovou krmnou směsí, jejich vejce obsahují průkazně vyšší obsah cholesterolu. V případě, že se tuková krmná směs obohatí probiotickým premixem, po jeho zkrmování se nesníží obsah cholesterolu ve vaječném žloutku.

Liu et al. (2010) zjišťovali účinek obohacené stravy s 0, 1,5, 1 a 2 % rostlinnými steroly na vstřebávání cholesterolu, syntézu a koncentraci žloutkového cholesterolu u nosnic. Koncentrace cholesterolu kolísala během celého pokusného období (6 týdnů). V 6. týdnu bylo pozorováno mírné snížení koncentrace vaječného cholesterolu u slepic s obohacenou stravou (1 a 2 %). Nicméně takové výsledky nedokázaly ovlivnit celkovou koncentraci vaječného cholesterolu.

Ansari et al. (2006) sledovali vliv různých úrovní lněného semínka a mědi na mastné kyseliny a cholesterol ve vaječném žloutku nosnic. Výsledky ukázaly, že odlišná úroveň lnu neměla významný vliv na cholesterol ve vaječném žloutku, ale přítomnost mědi a lnu na úrovni 5 a 10 % výrazně snížila cholesterol ve vaječném žloutku. Výrazně poklesl i ve skupině léčených 15 % lnem bez mědi. Nenasycené mastné kyseliny se výrazně zvýšily ve všech pokusných skupinách. Nejvyšší podíl omega – 3 a omega – 6 mastných kyselin byl

zaznamenán ve skupině, které byla podávána strava s přídatkem lnu 10 % a 15 %. Tento experiment ukázal, že krmení lněným semínkem u nosnic mohou zvýšit omega – 3 mastné kyseliny ve vaječném žloutku.

Akbarian et al. (2011) studovali vliv prášku z kořene zázvoru na produkci vajec, cholesterol, antioxidační vlastnosti a výkon nosnic. Ačkoli hmotnost vajec, příjem a konverze krmiva nebyly ovlivněny, produkce vajec byla vyšší a hladina cholesterolu nižší u slepic, které byly krmeny dietou s přídatkem 0,5 a 0,75 %. Usuzuje se, že použití 0,5 % kořene zázvoru ve stravě může pozitivně ovlivnit produkci vajec se sníženým obsahem cholesterolu bez jakéhokoliv nepříznivého vlivu na hmotnost vajec a konverzi krmiva.

Ačkoli studium selekce ukázalo dostatečnou genetickou variabilitu pro hladinu cholesterolu ve vaječném žloutku, selekce pro nižší hladinu cholesterolu nebyla úspěšná, neboť měla za následek pouze nepatrné snížení hladiny cholesterolu vaječného žloutku spojený s poklesem v produkci vajec. To by předpokládalo, že tato neschopnost dosáhnout snížení hladiny cholesterolu selekcí, je způsobena fyziologickým kontrolním mechanismem, který v konečném důsledku způsobí zastavení produkce vajec, kdy ukládání žloutkového cholesterolu je nedostatečné pro přežití embrya (Hargis, 1988).

Elkin (2006) uvádí, že plemeno nebo věk slepic může ovlivnit obsah vaječného cholesterolu. Rozdíly připisované těmto proměnným však byly v absolutním vyjádření minimální a neměly by tak praktický význam.

Gál a Ingr (1999) uvádějí jako průměrný obsah cholesterolu ve slepičím konzumním vejci 261 mg a u vejce japonské křepelky, nosného typu průměrný obsah 60 mg cholesterolu. Hmotnost křepelčího vejce je tak asi pětikrát nižší než u vejce slepičího. Pět křepelčími vejci přijmeme do organismu kolem 300 mg cholesterolu, zatímco průměrným slepičím vejcem jen asi 261 mg cholesterolu. Dále zjistili, že průměrné vejce z malochovu na vesnici obsahuje výrazně více cholesterolu než vejce z velkochovů.

Angelovičová et al. (2004) porovnávali obsah cholesterolu ve žloutku slepic Shaver Starcross 288 a Schaver Starcross 579. Vyšší hodnoty (1245 mg .100g⁻¹ vs 1619 mg .100g⁻¹) byly naměřeny u plemene Schaver Starcross 579. Dále uvádějí, že vyšší obsah cholesterolu, 1641 mg .100g⁻¹ byl naměřen ve žloutku u plemene Hempšírka v porovnání se Shaver

Starcross 288. Autoři dále zjistili průměrný obsah cholesterolu ve vaječném žloutku u plemene Arakauna 1274,83 mg $\cdot 100\text{g}^{-1}$, japonské křepelky 1340 mg $\cdot 100\text{g}^{-1}$ a pštrosa v hodnotách od 1200 do 1400 mg $\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Krawczyk (2009) zjišťoval obsah cholesterolu u komerčního hybrida (Messa 45) a šesti čistokrevných plemen slepic ve věku 32 a 52 týdnů. Ve věku 56. týdnů všechna vejce čistokrevných plemen měla nižší koncentraci cholesterolu v gramu žloutku ve srovnání s věkem 32 týdnů. V případě hybridní kombinace byl charakterizován inverzní vztah, protože tato vlastnost se zvýšila z 13,6 mg/g na 13,9 mg/g. Autor dále dodává, že ve srovnání s vysokoužitkovými hybridy zůstala čistokrevná plemena slepic chovaných mnoho let v uzavřených populacích geneticky odlišná.

Chung et al. (1991) prováděli průzkum na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku u plemene White Leghorn náhodně vybraných z farem po celé Kanadě. Průměrná koncentrace cholesterolu se pohybovala v rozmezí 12 – 15 mg/g žloutku a průměrná hodnota všech vajec byla 13 mg/g (221 mg/vejce).

Rozdíl mezi genotypem a systémem ustájení sledovali Basmacioğlu a Ergül (2005). Výzkum sledoval dva genotypy slepic, bílé (Babcock) a hnědé (IsaBrown) umístěné v různých systémech ustájení (chov na podestýlce, konvenční). Z výsledků vyplývá, že koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku bílých vajec byly výrazně nižší. Vejce od slepic chovaných v klecích také obsahovala více cholesterolu, než vejce snesená na podestýlce (13,36 mg/g vs 13,72 mg/g).

Rizzi a Chiericato (2010) porovnávali koncentraci žloutkového cholesterolu u dvou komerčních hybridů (Hy – Line Brown, Hy – Line White 36) a dvou čistokrevných italských plemen (Ermellinata di Rovigo a Robusta Maculata). Z výsledků je patrné, že vyšší koncentrace cholesterolu mají čistokrevná plemena než hybridní kombinace.

Výsledky studie Vorlové et al. (2001) ukázaly, že obsah cholesterolu z vajec je závislý nejen na hmotnosti žloutku, ale také na snáškovém období. Studií u nosného hybrida bylo zjištěno, že absolutní koncentrace cholesterolu na 100 g žloutku byla nejvyšší na počátku snášky, ačkoli hmotnost vajec byla nejnižší. Průměrné hodnoty koncentrace cholesterolu na 100 g se pohybovaly v rozmezí od 1 185,76 – 1 549,80 mg.

V posledních letech se bezpečnost potravin a „přirozenost“ stávají stále důležitějším požadavkem spotřebitelů. To vedlo ve vývoji různých výrobních metod schopných uspokojit spotřebitelské požadavky, týkající se kvality výrobků zároveň s ohledem na dobré životní podmínky zvířat a ochranu životního prostředí v celém výrobním řetězci. Alternativní systém ustájení představuje jasný důkaz o ustájení zvířat a chovatelský trend směrem k rozsáhlým metodám chovu. Spotřebitelská poptávka je zaměřena na zdravé potraviny nejen z hlediska bezpečnosti, ale také v rámci sociálního posouzení podmínek, ve kterých zvířata žijí.

Nařízení EU poukázala na důležitost dobrých životních podmínek zvířat v ekologické produkci, nicméně výrobní systém a související normy nejsou schopny automaticky se postarat o dobré životní podmínky zvířat. V důsledku toho, že normy pro ekologický chov často byly vyvinuty pod vlivem znepokojených spotřebitelů spíše než, aby byly založeny na potřebách zvířat. Sociální hodnocení v ekologické produkci vajec je složité. Na jedné straně jsou ptákům nabízeny podmínky pro možnost plného rozvinutí svého přirozeného chování alespoň při využití venkovního zařízení (mají přirozené světlo, jsou schopny využít hřadla, hnízda, bidýlka a mít dostatek prostoru), ale na druhé straně je potenciál pro nemoci jasně větší (Ferrante et al., 2009).

Přechod od konvenčních klecí buď na obohacené, nebo alternativní systémy ustájení mohou mít vliv na bezpečnost nebo kvalitu, příp. obojí. Bezpečnost vajec může být změněná buď mikrobiologicky prostřednictvím kontaminace vnitřního obsahu např. *Salmonella enterica* nebo jinými patogeny. Případně chemickou kontaminací vnitřního obsahu dioxiny, pesticidy nebo těžkými kovy. Kvalita může být ovlivněna změnami v integritě skořápky, žloutku nebo bílku spolu se změnami ve funkci nebo složení. Neexistuje obecný souhlas prokazující převahu jednoho systému týkající se bezpečnosti potravin a kvality vajec. I dalších mnoho proměnných ovlivňuje rozhodování týkající se systému ustájení např. klima, plemeno, hygiena, hlodavci, hmyz, stáří zařízení apod. (Holt et al., 2011)

Studie Charvátové a Tůmové (2010) porovnávala kvalitu vajec Českých slepic chovaných v konvenčních klecích a na podestýlce. Z výsledků vyplývá, že jsou zřejmé rozdíly v kvalitě vajec v závislosti na systému ustájení. Vyšší hmotnost vejce a vyšší kvalita skořápky byla zjištěna u vajec z podestýlky, zatímco ukazatele kvality bílku a žloutku byly vyšší u vajec z klecí. Vejce České slepice z podestýlky má pevnější a silnější skořápku než vejce z klecového chovu.

Küçükyilmaz et al. (2012) zkoumali účinky chovných systémů na vnitřní charakteristiky vajec u dvou komerčních hybridů, bílé (Lohman LSL) a hnědé (ATAK – S). Z výsledků vyplývá, že systém ustájení ani genotyp neovlivňují koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku. Ve srovnání s vejci z konvenčního systému ustájení byl obsah omega – 3 mastných kyselin nižší u vajec z ekologického chovu. Poměr omega – 6 : omega – 3 mastných kyselin byl vyšší u vajec z ekologického chovu.

Cílem studie Ferranta et al. (2009) bylo posoudit, zda různé systémy ustájení pro nosnice (ekologické, chov na podestýlce), které by mohly nahradit běžné klece v roce 2012, mohou ovlivnit produktivní reakce, výkonnost, strach, charakteristiku a kvalitu vajec.

Slepice v obou systémech začaly snášet ve věku 20. týdnů. Vrchol, kterého bylo dosaženo v obou systémech ustájení v 25. týdnu byl vyšší v ekologickém systému ustájení. Zde byl významný rozdíl v klasifikaci kvality skořápky. Četnost špinavých vajec byla vyšší v ekologickém chovu, pravděpodobně v důsledku kladení vajec ve volném výběhu. Vyšší počet popraskaných vajec byl v chovu na podestýlce, což může být způsobeno vzhledem k nižší vrstvě podestýlky. Hmotnost vajec vzrostla s věkem v obou systémech. Zvířata chovaná v ekologickém systému ustájení ukázala méně bázlivosti. Hodnocení kvality peří neukázalo žádné vážné poškození, slepice chované na podestýlce však ukázaly více agresivního chování.

Castellini et al. (2006) také zkoumali životní podmínky a produktivitu slepic chovaných v rámci konvenčního systému chovu a dvou ekologických metod s jinou dostupností pastvy (4 m – ekologické vs 10 m/slepici – ekologické plus). Výběh ekologické skupiny byl téměř bez trávy, což ukazuje, že 4 m/slepici není dostatečné, alespoň ve středomořském prostředí pro udržení travního výběhu. Naopak ve skupině ekologické plus vždy slepice měly nějakou travu k dispozici. Vliv systému chovu na pohodu zvířat byl významný. Nejvyšší výskyt agresivního klování byl v ekologické skupině, pravděpodobně kvůli konkurenci s omezeným množstvím trávy ve výběhu. Kvalita peří byla velmi špatná u slepic chovaných v klecích, krky měly téměř obnažené a ukázalo se i poškození v důsledku odřenin. Naopak stav peří byl velmi dobrý v obou ekologických skupinách. Zvířata, která trávila spoustu času sháněním potravy také ukázala velmi nízký výskyt ve vyklovávání peří. Nejlepší sociální chování bylo pozorováno u slepic ve skupině ekologické plus, zatímco nejhorší bylo zaznamenáno ve skupině konvenční. Slepice chované v klecích vykazovaly malý zájem, až strach z pozorovatelů, avšak snášely více vajec, i když jejich kvalitativní znaky (Hugovy jednotky, barva žloutku) byly horší ve srovnání se systémem ekologické plus. Intenzivní pohybová

aktivita u ekologických systému ustájení a souběžně i příjem trávy snížil jejich výrobní úroveň.

Wang et al. (2009) zjišťovali kvalitu vajec s modrou skořápkou (Dongxiang) ovlivněné různými systémy ustájení. Ze zjištěných výsledků vychází, že koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku byla nižší (cca 8,64 mg/g) v alternativním systému ustájení, než u vajec z klecového chovu (cca 10,32 mg/g). Výsledky také poukázaly na nižší produkci vajec ve venkovním systému ustájení oproti chovu v klecích. Vejce s modrou skořápkou mají nižší hmotnost, větší podíl žloutku a nižší obsah cholesterolu v porovnání s komerčními nosnicemi. V uvedení na trh by nižší produktivita mohla být vyvážena vyšší cenou za lepší kvalitu vajec s modrou skořápkou.

Zemková et al. (2007) sledovali vliv ustájení (konvenční, obohacený, chov na podestýlce, venkovní) na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku. Průměrná koncentrace cholesterolu ve žloutku byla nejnižší v obohacených klecích (12,5 mg/g žloutku). Nejvyšší koncentrace cholesterolu byla naměřena v chovu na podestýlce (14,1 mg/g žloutku). Vejce z konvenčních klecí měla průměrnou koncentraci žloutku 13,3 mg/g žloutku a vejce z venkovního systému obsahovala 13,4 mg/g žloutku. Autoři dodávají, že koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku z vajec ve venkovním systému ustájení může být ovlivněna příjmem píce.

Cílem studie Matta et al. (2009) bylo zjistit vliv systému ustájení (alternativní, konvenční) na kvalitu vajec. Průměrný obsah cholesterolu byl o 30 % větší v alternativním chovu v porovnání s konvenčním.

Podobnou studii prováděl i Minelli et al. (2007), porovnávali systém ustájení (alternativní, konvenční) na kvalitu vajec. Vyšší obsah žloutkového cholesterolu byl zjištěn ve vejci z alternativního chovu (1,26 % vs. 1,21 %). Tyto výsledky jsou v souladu s údaji Pištěkové et al. (2006), kteří též zjistili vyšší obsah cholesterolu v chovu na hluboké podestýlce.

3.6 Popis plemen

3.6.1. Česká slepice

Původ: Čechy

Česká slepice zlatě kropenatá je řazena mezi plemena nosného užitkového typu. Od roku 1992 je zařazena do genetických zdrojů České republiky (Gardiánová a Mátlová, 2006).

Národní plemeno s množstvím užitečných vlastností, jako např. živý temperament, otužilost, odolnost a nenáročnost, které České slepice předurčují zejména pro extenzivní chovy. Do rejstříku hospodářských plemen se České slepice dostaly jako naše jediné plemeno drůbeže již před první světovou válkou (Prombergerová, 2011).

České slepice zlatě kropenaté, jsou naším původním plemenem, ale téměř u nás vymizely. Těsně před první světovou válkou byly regenerovány ze zbytků zachovaných na Českomoravské vrchovině. Obnoveny byly v základním zbarvení zlatě kropenatém. Tento atraktivní, a u jiných plemen nevídaný ráz, měl také svůj podíl na vzrůstající oblibě v poválečných letech. Později se šlechtily i v dalších rázech, jako zbarvení koroptví, bílé, stříbrné kropenaté, černobílé a černé. Jejich chov je dnes finančně podporován Ministerstvem zemědělství jako genová rezerva (Tuláček, 2002 ; Bukovský a Bukovská, 2010a).

Regenerace plemene byla sice úspěšná, ale dnes jsou České slepice chovány pouze ve své domovině, zatímco v zahraničí jsou vzácnou raritou. Své kouzlo mají hlavně pro mnoho českých emigrantů s chovatelskou zálibou, pro které jsou České slepice symbolem jejich původní vlasti (Vašák, 2008 ; Bukovský a Bukovská, 2010b).

Nejvyšší početnost České zlaté kropenky byla zaznamenána v roce 2007, kdy bylo chovaných 385 jedinců. Nejnižší hodnota početnosti byla zjištěna v roce 2000, s počtem 211 kusů drůbeže. Efektivní velikost populace České zlaté kropenky byla v letech 2000 – 2009 v rozmezí od 63 ks (rok 2001) do 103 ks (rok 2002). Plemeno bylo během sledovaného období zařazeno jako ohrožené (Hrnčár et al., 2011).

Jsou velmi dobře přizpůsobeny našim klimatickým podmínkám. Jsou otužilé, odolné a nenáročné. Zbarvením jsou podobné vlašským koroptvím, kresba je ale jiná. Běháky i zobák jsou břidlicovitě modré a ušnice červené (Tuláček, 2002).

Hmotnost kohouta se pohybuje v rozmezí 2,1 – 2,5 kg. U slepic 1,8 – 2,2 kg. Roční snáška čítá 170 vajec se smetanově nažloutlou skořápkou. Snáška je pravidelná od časného jara do konce léta. Po pelichání se snáška na několik týdnů obnoví na podzim, ale v zimě bývá značně nepravidelná a nosnice vynechá třeba několik týdnů (Vašák, 2008).

Minimální hmotnost násadových vajec je 55 g. U zdrobnělých se snáška pohybuje od 100 do 120 vajec s minimální hmotností 40 g.

Kohoutci se dají použít k jatečným účelům v 8 – 10 týdnech (Prombergerová, 2011).

Maso má vynikající kvalitu, je jemné a šťavnaté. V masné užitkovosti však nemůže konkurovat masným hybridům, nebo těžším plemenům slepic, ale maso kohoutů je využitelné pro potřeby chovatele. Slepice mají vyvinutý mateřský pud. Jsou dobrými kvočnami, které nejen vodí kuřata, ale také je vysedí (Gardiánová a Mátlová, 2006).

Vzhledem ke svému temperamentu dobře odolávají predátorům a zanedbatelná není ani přirozená rezistence vůči nemocem.

Při klidném zacházení a pravidelné manipulaci se dají docela dobře „ochočit“.

Díky svým vlastnostem jsou vhodné k extenzivním a tzv. ekologickým chovům. Hodí se i do drsnějších poloh s delší zimou, na samoty i do blízkosti lesů. Pokud mají možnost, rády hřadují na stromech nebo jiných vyvýšených místech (Prombergerová, 2011).

3.6.2. Oravka

Původ: Slovensko

Plemeno Oravka je řazeno mezi středně těžká plemena drůbeže. Od roku 1995 je zařazeno mezi genové rezervy Slovenska (Prombergerová, 2012c).

Národní plemeno Oravka vzniklo kombinačním křížením původních slepic z oblasti Oravy, s Rodajlendkou mahagonovou, Wyandotkou bílou a později i s Hempšírkou zlatohnědou.

Cílem šlechtění bylo vytvořit plemeno přizpůsobivé drsnějším chovným podmínkám horských a podhorských oblastí Slovenska, které by dokázalo využít možnosti vydatnějšího pohybu a pastevních schopností v těchto oblastech. Vytvořilo se plemeno vhodné na produkci masa a vajec, otužilé a schopné odolávat horším klimatickým podmínkám (Hrnčár a Weis, 2007).

Z výsledků studie týkající se pozorování růstové intenzity Oravky s vybranými plemeny slepic s kombinovanou užitkovostí (Hempšírka, Rodajlendka, Plymutka) Hrnčár et al. (2010) uvádějí, že růstová schopnost Oravky byla podobná s plemenem Plymutka a vyšší než u plemene Rodajlendka. V porovnání s plemenem Hempšírka však dosáhla nižší růstové schopnosti. V tomto případě se však jedná o plemeno, které bylo cíleně šlechtěné na produkci masa.

Celkový tělesný rámec je obdélníkový. Živá hmotnost kohouta se pohybuje od 2,8 – 3,3 kg. U slepic 2,2 – 2,7 kg. Snáška představuje 180 – 200 vajec ročně s hnědou skořápkou a průměrnou hmotností vejce 55 g.

Plemeno Oravka se chová i ve zdobnělé formě (Hanusová et al., 2010).

Zdobnělá oravka představuje utvářením zevnějšku tvar velké Oravky ve všech znacích včetně barvy opeření, které je o něco sytější a v lesku intenzivnější. Živá hmotnost u kohouta se pohybuje v rozmezí 1,0 – 1,2 kg, u slepic 0,8 – 1,0 kg. Snáška je na úrovni 140 vajec s hnědou skořápkou a hmotností vejce 40 g.

Oravka společně se Zdobnělou oravkou byla za čistokrevné plemeno uznána 28. září 1990 (Hrnčár a Weis, 2007).

K vlastnostem Oravky patří odolnost, snášenlivost, rychle opeřují i rostou a uvádí se i dobrá zimní snáška vajec (Prombergerová, 2012c).

Sledováním základních ukazatelů a snášky u plemene Oravka, který se uskutečnil v letech 2009 – 2010 uvádějí Hanusová et al. (2010) jako průměrnou hmotnost slepic ve věku 9 týdnů 835 g, u kohoutů cca 1047 g. Za 262 dní evidované snášky snesly 3515 vajec, což představuje průměrnou snášku zhruba 103 vajec na slepici. Nejintenzivnější snáška byla v jarních měsících. Na začátku snášky byla průměrná hmotnost vejce cca 47 g. Ke konci sledovaného snáškového období (květen, červen), byla průměrná hmotnost vejce vyšší, cca 54 g. Průkazné rozdíly v hmotnosti vejce byly zaznamenány mezi průměrnou hmotností vejce na začátku snášky (listopad, prosinec) a v ostatních měsících.

Negativní stránkou chovu Oravek je především menší početnost chovů na území Slovenska a lokalizace chovů do teplejších oblastí. Protože Oravka je plemeno šlechtěné do drsnějších klimatických podmínek podhorských a horských oblastí, takovéto rozmístění chovů může změnit jednu ze základních užitkových vlastností Oravky – odolnost vůči nepříznivým klimatickým podmínkám. Nižší početnost populace Oravky i Zdobnělé oravky klade zvýšený důraz na zabezpečení nepřibuzného páření v chovech, což se projevilo poklesem počtů

v chovech. Držitelé kontrolovaných chovů Oravky i Zdrobnělé oravky, kteří každoročně vystavují zvířata na celostátní výstavě, jsou podporováni Ministerstvem zemědělství Slovenské republiky v rámci dotací na zachování genofondu čistokrevných plemen drůbeže (Hrnčár a Weis, 2007).

Nejvyšší početnost plemene Oravka byla zaznamenána v letech 2005 (734ks) a 2006 (714ks). Naopak nejnižší početnost v registrovaných chovech na území Slovenska byla zaznamenána v letech 2010 a 2011 (shodně 344 ks). Hodnoty efektivní velikosti se v období let 2003 – 2011 pohybovaly v rozmezí od 119 ks (rok 2010) do 266 ks (rok 2005). V důsledku vyššího počtu v registrovaných chovech v letech 2005 – 2007 byla populace Oravky hodnocena jako monitorovaná. Následný pokles počtu chovů se však negativně promítl do číselných hodnot velikosti populace a plemeno bylo zařazené mezi ohrožené (Hrnčár et al., 2011).

Genetické zdroje jsou významnou součástí biodiverzity. Mohou přispět k rozšíření rozmanitosti pro lidskou výživu, ale mohou také přispět ke zlepšení kvality produktu (Charvátová a Tůmová 2010).

V chovu drůbeže se v důsledku intenzivní šlechtitelské práce ztrácí různé geny, které v budoucnosti mohou chybět. Zvláště výrazné to je při nosných a masných typech drůbeže, kde se selekce na produkci vajec a drůbežního masa soustředila do několika šlechtitelských center. Vznikají tak hybridní kombinace s extrémní užitkovostí zaměřenou na produkci masa, nebo snášku vajec (Hrnčár et al., 2011).

Původní slovenská a česká plemena drůbeže nemohou svými nižšími užitkovými parametry konkurovat výkonnějším plemenům i hybridům. V jejich genotypech se však ukrývají geny, které šlechtitelskou prací vymizely u kulturních plemen, nebo vysoko výkonných hybridů. Tato plemena jsou na našem území šlechtěna po mnoho generací, přizpůsobila se specifickým podmínkám prostředí a představují nesmírně cenné a nenahraditelné genetické a kulturně – historické dědictví (Hrnčár et al., 2011).

4. Materiál a metody

V pokusu se dvěma plemeny zařazenými do genových zdrojů ČR – Česká slepice (ČS) a na Slovensku – Oravka (OR) bylo cílem posoudit koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku v závislosti na systému ustájení a věku. Ve věku 17. týdnů bylo naskladněno 66 kuřic plemene Česká slepice a 66 kuřic plemene Oravka do třítážového konvenčního klecového systému Eurovent po 3 kusech (min. 550 cm²/ks) a 30 kuřic každého plemene bylo ustájeno na podestýlce po 10 kusech (7ks/m²). Podmínky prostředí odpovídaly běžným požadavkům pro chov nosnic v těchto systémech ustájení. Od naskladnění byly kuřice krmeny ad libitum krmnou směsí pro kuřice. Od 20. týdne byly slepice krmeny krmnou směsí pro nosnice v první fázi snáškového cyklu N₁. Od 42. týdne věku až do konce snášky krmnou směsí N₂. Krmení i napájení bylo zajištěno ad libitum. Složení krmných směsí je uvedeno v následující tabulce č. 3. Ve věku 20. týdnů se nosnicím svítilo 14 hodin, světelný režim se dále prodlužoval až na konečných 16 hodin světla ve 28 týdnech věku nosnice a tato délka světla se udržovala do konce pokusu.

Tabulka č. 3: Složení krmných směsí

Komponenta (%)	N1	N2
Pšenice	34,38	35,50
Kukuřice	28,30	30,30
Sojový extrahovaný šrot	17,50	15,50
Rybí moučka	1,50	1,50
Kvasnice	1,50	-
Pšeničné otruby	2,00	2,50
Sušená vojtěška	2,00	2,00
Řepkový olej	3,00	3,00
Mletý vápenec	8,00	8,00
Dikalciumpfosfát	1,00	1,00
Krmná sůl	0,20	0,20
Aminovitan SK	0,50	0,50
Methionin 50	0,12	-

Tabulka č. 4: Obsah živin ve směsích

Obsah živin	N1	N2
NL (%)	16,66	15,37
ME (MJ)	11,4	11,48
MET (%)	0,32	0,27
LYS (%)	0,8	0,77
Ca (%)	3,48	3,48
P (celkový v %)	0,56	0,56

Během pokusného období byla sledována snáška vajec, intenzita snášky, spotřeba krmiva a krmné směsi, plemeno, systém ustájení a věk nosnic. Vejce pro laboratorní analýzu byla sbírána ve 28 denních intervalech.

Tabulka č. 5: Schéma odběrů vzorků (vždy 5 žloutků v jedné nádobce)

Ustájení	Plemeno	Datum odběru/počet vzorků					Počet vzorků
		16.3.	13.4.	11.5.	8.6.	7.7.	
		Věk 34 týdnů	Věk 38 týdnů	Věk 42 týdnů	Věk 46 týdnů	Věk 50 týdnů	
Klece	Česká slepice	1	13	25	37	49	5
	Česká slepice	2	14	26	38	50	5
	Česká slepice	3	15	27	39	51	5
	Oravka	4	16	28	40	52	5
	Oravka	5	17	29	41	53	5
	Oravka	6	18	30	42	54	5
Podestýlka	Česká slepice	7	19	31	43	55	5
	Česká slepice	8	20	32	44	56	5
	Česká slepice	9	21	33	45	57	5
	Oravka	10	22	34	46	58	5
	Oravka	11	23	35	47	59	5
	Oravka	12	24	36	48	60	5
Počet vzorků celkem		12	12	12	12	12	60

Stanovení cholesterolu bylo provedeno metodou kapilární plynové chromatografie s využitím hmotnostně – spektrometrického a plameno – ionizačního detektoru.

Tato metoda je určena pro stanovení cholesterolu v potravinách živočišného i rostlinného původu. Umožňuje jednoznačnou identifikaci a přesnou kvantifikaci cholesterolu pomocí vysokorozlišovací kapilární plynové chromatografie (HRGC) s využitím hmotnostně – spektrometrického (MSD) a plameno – ionizačního (FID) detektoru.

Princip metody:

Cholesterol se po zmýdelnění a extrakci stanoví kapilární plynovou chromatografií s plameno – ionizační detekcí a hmotnostně – spektrometrickým potvrzením.

Měřicí zařízení a instrumentální sestavy:

- * plynový chromatograf Agilent Technologies 6890 s MS (5973) a FI detektorem
- * plynový chromatograf Hewlett – Packard HP 5890 série II s automatickým dávkovačem ALS, HP 7673, FI detektorem
- * křemenné kapilární kolony

Tabulka č. 6: Křemenné kapilární kolony používané pro stanovení cholesterolu GC/FID, GC/MS

Výrobce	Typ	Délka	Vnitřní průměr	Tloušťka filmu	Stacionární fáze
Hewlett - Packard	HP - 5MS	L (m) 30	ID (mm) 0,25	(μ m) 0,25	5% fenylmethylsilikon

Původ metody:

Clemente, R. E.: Gas Chromatography, Biochemical, Biomedical & Clinical Applications, John Wiley & Sons, 1990,

Seillan, C.: Lipids, 1992, 270

Fleming, J., Albus, H., Neidhart, B., Wegscheider, W.: Glossary of analytical terms, Accred. Qual. Assur., Springer – Verlag, 1997

Luňák, J., Baudyš, P.: Statistické výpočty v analytické laboratoři, ČZPI Hradec Králové, 1994

Výsledky pokusu byly zhodnoceny programem SAS, metoda ANOVA (SAS Institute Inc., 2010), vícenásobnou analýzou rozptylu s interakcí plemeno x systém ustájení a věk. Za průkazné byly považovány hodnoty $P \leq 0,05$.

5. Výsledky

5.1 Hodnocení užítkovosti

Při hodnocení vybraných parametrů užítkovosti byla sledována snáška vajec, intenzita snášky na počáteční stav, spotřeba krmiva na nosnici a spotřeba krmné směsi na vejce. Výsledky pokusu jsou uvedeny v tabulce 7.

Průměrná snáška na nosnici nebyla ovlivněna vlivem genotypu a ani systémem ustájení. Také v interakci mezi plemenem a systémem ustájení nebyl prokázán významný vliv na zvolený parametr.

Zjišťovaný parametr intenzity snášky na počáteční stav nebyl významně ovlivněn plemenem, ani systémem ustájení. Současně ani vztah plemene a systému ustájení nebyl statisticky průkazný.

Tabulka č. 7: Parametry užítkovosti

Parametr	Plemeno	Systém ustájení		Průkaznost			SEM
				Plemeno	systém ustájení	Plemeno/ustájení	
Snáška/ks	ČS	Klece	82,97	NS	NS	NS	6,188
		Podestýlka	103,43				
	OR	Klece	125,53				
		Podestýlka	94,83				
Intenzita snášky na počáteční stav (%)	ČS	Klece	24,69	NS	NS	NS	1,842
		Podestýlka	30,78				
	OR	Klece	37,38				
		Podestýlka	28,22				
Spotřeba krmiva na (g) ks/den	ČS	Klece	67,99	*	***	***	4,390
		Podestýlka	127,54				
	OR	Klece	100,84				
		Podestýlka	118,81				
Spotřeba KS na vejce	ČS	Klece	300,28	NS	NS	NS	19,732
		Podestýlka	411,11				
	OR	Klece	272,28				
		Podestýlka	310,12				

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$ NS = neprůkazné (nesignifikantní)

Denní spotřeba krmiva na nosnici byla významně ($P \leq 0,05$) ovlivněna vybraným plemenem. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u plemene Česká slepice. Současně byl na tento

parametr prokázán vliv systému ustájení ($P \leq 0,001$), kdy nejnižší hodnoty u obou plemen byly naměřeny v klecovém systému chovu. Statisticky významná ($P \leq 0,001$) byla zjištěna vzájemná interakce mezi genotypem a systémem ustájení. Nejvyšší spotřeba krmiva na jednu nosnici byla zaznamenána u plemene Česká slepice v chovu na podestýlce.

Spotřeba krmné směsi na jedno vejce nebyla významně ovlivněna plemenem ani systémem ustájení. Současně nebyl prokázán ani vztah mezi plemenem a systémem ustájení na zvolený parametr.

Při hodnocení parametrů užitkovosti se statisticky průkazné difference projevily pouze v případě denní spotřeby krmiva na nosnici. Ostatní vlivy nebyly statisticky průkazné.

5.2 Hodnocení koncentrace cholesterolu

Při hodnocení koncentrace cholesterolu byly sledovány tyto ukazatele: plemeno, systém ustájení a věk nosnic. Zjištěné výsledky jsou uvedeny v tabulce č 8.

Koncentrace cholesterolu byla průkazně ($P \leq 0,01$) ovlivněna plemenem, a zároveň systémem ustájení ($P \leq 0,01$) i věkem nosnic ($P \leq 0,001$). Nejnižší hodnoty byly naměřeny u plemene Česká slepice ve 42. týdnu věku v klecovém systému ustájení. Naopak nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u plemene Oravka ve věku 34. týdnů v chovu na podestýlce.

Vztah mezi plemenem a systémem ustájení nebyl u koncentrace cholesterolu statisticky významný.

Statisticky průkazná ($P \leq 0,05$) byla zjištěna interakce mezi systémem ustájení a věkem nosnic. Nejnižší hodnota byla zjištěna ve věku 42. týdnů v klecovém systému ustájení, naopak nejvyšší hodnota byla naměřena v chovu na podestýlce u nosnic ve věku 34. týdnů.

Vzájemná interakce mezi plemenem a věkem nosnic nebyla statisticky významná. Současně nebyl zjištěn ani vztah mezi plemenem, věkem a systémem ustájení.

Při hodnocení ukazatelů koncentrace cholesterolu se statisticky průkazné difference projevily pouze v případě plemene, systému ustájení, věku a při vzájemném vztahu věku nosnic se systémem ustájení. Ostatní vlivy nebyly statisticky průkazné.

Závěrem lze shrnout, že nejvyšší průměrná koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku byla naměřena v chovu na podestýlce u plemene Oravka (11,64 mg/g) i Česká slepice (10,84 mg/g) v porovnání s klecovým systémem ustájení. Vzájemná interakce těchto parametrů však nebyla prokázána.

Tabulka č. 8: Koncentrace cholesterolu

Plemeno	Systém ustájení	Věk nosnic (týdny)	Koncentrace cholesterolu (mg/g)		
ČS	Podestýlka	34	11,91		
		38	10,28		
		42	10,61		
		46	10,74		
		50	10,65		
	Klece	34	11,58		
		38	10,42		
		42	9,76		
		46	10,55		
		50	9,88		
OR	Podestýlka	34	13,22		
		38	10,89		
		42	12,09		
		46	10,77		
		50	11,22		
	Klece	34	11,19		
		38	11,45		
		42	10,39		
		46	11,03		
		50	9,88		
Průkaznost		Plemeno	**		
		Systém ustájení	**		
		Věk	***		
		Plemeno x Systém ustájení	NS		
		Systém ustájení x Věk	*		
		Plemeno x Věk	NS		
		Plemeno x ustájení x Věk	NS		
Plemeno	Systém ustájení	cholesterol	průkaznost		
			plemeno	ustájení	plemeno/ustájení
ČS	Podestýlka	10,84	*	*	NS
	Klece	10,44			
OR	Podestýlka	11,64			
	Klece	10,79			

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$ NS = neprůkazné (nesignifikantní)

6. Diskuse

V této studii nebyl prokázán vliv genotypu, systému ustájení ani možná interakce mezi těmito parametry na snášku nosnic (viz tab. 7). Tyto výsledky jsou však v částečném rozporu se zjištěním autorů Basmacioğlu a Ergül (2005), kteří prokázali vliv genotypu na produkci vajec i možnou interakci mezi genotypem a systémem ustájení. Taktéž ale vyvrací vliv systému ustájení.

Rizzi a Chiericato (2010) uvádějí, že hybridní kombinace mají vyšší produkci vajec v porovnání s čistokrevnými plemeny. Stejně výsledky uvádí i Krawczyk (2009), který dodává, že čistokrevná plemena nebyla šlechtěna na zlepšení produkčních vlastností a zůstala geneticky odlišná.

Küçükyilmaz et al. (2012) shodně s výsledky uváděnými v tabulce 7 neprokázali vliv systému ustájení na produkci vajec. Tactacan et al. (2009), kteří hodnotili klece konvenční a obohacené také nezjistili významný rozdíl v produkci vajec.

Wang et al. (2009) však v rozporu s těmito závěry uvádějí vyšší produktivitu vajec v klecovém systému ustájení oproti chovu alternativnímu.

Z výsledků uvedených v tabulce 7 vyplývá, že vliv genotypu, systému ustájení ani jejich vzájemná interakce neovlivnila parametr intenzity snášky na počáteční stav.

Machander (2011) uvádí srovnání snáškových testů v konvenčních klecích a na podestýlce v testační stanici. Nejvyšší snáška na počáteční stav v konvenčních klecích byla zjištěna u hybrida Hisex Brown – 353 ks. V chovu na podestýlce měl nejvyšší snášku na počáteční stav hybrid H & N Brown Nick – 337 ks. Stejný test byl proveden i v následujícím roce s rozdílným výsledkem. Machander (2012) uvádí, že nejvyšší snáška na počáteční stav v konvenčních klecích byla zjištěna u hybrida Isa Brown – 353 ks. V chovu na podestýlce měl nejvyšší hodnotu hybrid Lohmann Brown Lite s počtem 332 ks.

Basmacioğlu a Ergül (2005) uvádějí, že slepice chované v klecových systémech mají nižší denní spotřebu krmiva, než slepice ustájené na podestýlce. Autoři dále uvádějí vliv genotypu a vzájemnou interakci systému ustájení a plemene na tento parametr. Tyto výsledky jsou v souladu s údaji uvedenými v tabulce 7. Ferrante et al. (2009) uvádějí možnou vyšší konverzi krmiva v důsledku možností většího pohybu ptáků a také vzhledem k míře tepelných ztrát ve vztahu k tělesnému pokryvu a teplotě okolního prostředí.

Spotřeba krmné směsi nebyla ovlivněna genotypem (viz tab. 7). Basmacioğlu a Ergül (2005) také uvádějí téměř totožnou konverzi krmiva mezi genotypy. Autoři dále uvádějí i lepší konverzi krmiva v klecovém systému ustájení, než v chovu na podestýlce, což je však v rozporu se zjištěnými výsledky uvedenými v tabulce 7.

Rizzi a Chiericato (2010) uvádějí, že vyšší koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku je obsažena ve vejcích od čistokrevných plemen oproti hybridním kombinacím. Basmacioğlu a Ergül (2005) také prokázali vliv genotypu na koncentraci žloutkového cholesterolu, což je v souladu s výsledky uvedenými v tabulce 8.

Küçükyilmaz et al. (2012) však v rozporu s těmito závěry uvádějí, že systém ustájení nemá vliv na koncentraci žloutkového cholesterolu.

Pišťková et al. (2006) uvádějí, že vyšší koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku je obsažena ve vejcích snesených na podestýlce oproti chovu v klecích, což potvrzují výsledky uvedené v tabulce 8. Minelli et al. (2007) i Matt et al. (2009) shodně uvádějí vyšší koncentraci žloutkového cholesterolu v alternativním systému ustájení. Zemková et al. (2007) také zjistili významný vliv systému ustájení na koncentraci cholesterolu. Nejnižší obsah uvádějí v obohacených klecích (12,5 mg/g), zatímco v klecích konvenčních o něco vyšší (13,3 mg/g). V klecích však byl obsah cholesterolu nižší oproti chovu na podestýlce i výběhovém systému. Autoři dále dodávají, že koncentrace cholesterolu ve žloutku vajec z alternativního systému ustájení může být ovlivněna příjmem píče.

V rozporu s těmito závěry Wang et al. (2009) i Basmacioğlu a Ergül (2005) uvádějí vyšší koncentraci cholesterolu ve žloutku od nosnic z klecového systému ustájení oproti chovu alternativnímu.

Chung et al. (1991) zjišťovali koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku u nosnic náhodně vybraných z farem po celé Kanadě. Uvádějí, že vliv hospodářství na koncentraci žloutkového cholesterolu byl významný, a ve většině případů byl rozdíl nalezen na každé farmě. Küçükyilmaz et al. (2012) však v rozporu s těmito výsledky uvádějí, že systém ustájení koncentraci žloutkového cholesterolu neovlivňuje.

Zemková et al. (2007) a Minelli et al. (2007) uvádějí významný vliv věku nosnic na koncentraci cholesterolu, což odpovídá výsledkům uvedených v tabulce 8.

Hussein et al. (2012) uvádějí, že vejce od nosnic ve věku 66 týdnů měla významně vyšší koncentraci cholesterolu oproti vejcům od nosnic starých 20 a 42 týdnů.

Vorlová et al. (2001) uvádějí, že nejvyšší koncentrace byla zjištěna na počátku snášky.

Basmacioğlu a Ergül (2005) také uvádějí vzájemnou interakci genotypu a systému ustájení, což nesouhlasí s výsledky uvedenými v tab. 8, kde vzájemný vztah nebyl prokázán.

Zemková et al. (2007) shodně s výsledky uvedenými v tabulce 8 prokázali vzájemnou interakci mezi věkem a systémem ustájení na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku.

Z hodnot uvedených v tabulce 8 lze vyčíst, že nebyla nalezena vzájemná interakce mezi plemennou příslušností a věkem nosnic. Tento výsledek je však v rozporu s Krawczykem (2009), který sledoval vliv cholesterolu ve žloutku vajec u komerčního hybrida a šesti čistokrevných plemen slepic. Uvádí, že ve věku 56. týdnů měla vejce od čistokrevných plemen nižší koncentraci žloutkového cholesterolu ve srovnání s věkem 32 týdnů. V případě hybridní kombinace byl charakterizován inverzní vztah.

S ohledem na malé množství doposud publikovaných vědeckých článků o vlivu genotypu a systému ustájení na koncentraci cholesterolu ve žloutku je však obtížné srovnávat výsledky se závěry jiných autorů.

7. Závěr

Cílem práce bylo posoudit koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku u dvou plemen slepic zařazených do genových zdrojů ČR – Česká slepice a Slovenska – Oravka chovaných ve dvou odlišných systémech chovu.

V pokusu byly sledovány tyto parametry: průměrná snáška na nosnici, intenzita snášky na počáteční stav, denní spotřeba krmiva na slepici, spotřeba krmné směsi na vejce, plemeno, systém ustájení a věk.

Z výsledků vyplývá, že vliv plemene, systému ustájení ani jejich vzájemná interakce nemají vliv na průměrnou snášku nosnic, intenzitu snášky vzhledem k počátečnímu stavu ani na spotřebu krmné směsi na vejce. Naproti tomu bylo prokázáno působení těchto parametrů na hodnotu denní spotřeby krmiva na nosnici, kdy nejvyšší hodnota byla zaznamenána u plemene Česká slepice v chovu na podestýlce.

Na koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku prokazatelně působí vliv plemene i systému ustájení. Současně byl zjištěn i významný vliv věku nosnic. Nejnižší hodnota byla zaznamenána v klecovém systému ustájení u plemene Česká slepice ve věku 42 týdnů.

Z porovnávání vzájemných interakcí na koncentraci žloutkového cholesterolu bylo prokázáno vzájemné působení věku nosnic a systému ustájení. Ostatní parametry nebyly průkazné.

Na závěr lze říci, že koncentrace cholesterolu ve vaječném žloutku je ovlivněna mnohými faktory. Ze zjištěných výsledků tohoto pokusu i práce jiných autorů vyplývá, že výběrem vhodného plemene a systému ustájení lze prokazatelně ovlivnit koncentraci cholesterolu ve vaječném žloutku slepic.

8. Seznam literatury

- Akbarian, A., Golian, A., Ahmadi, A. S., Moravej, H.** 2011. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on egg yolk cholesterol, antioxidant status and performance of laying hens. *Journal of Applied Animal Research*. 39 (1). 19 – 21.
- Angelovičová, M., Angelovič, M., Turjanica, I.** 2004. Obsah cholesterolu v slepačích, prepeličích a pštrosích vajíčcích. Rizikové faktory potravinového řetězce. Slovenská poľnohospodárska univerzita. Nitra. 15 – 18.
- Angelovičová, M., Kačániová, M., Mellen, M., Angelovič, M.** 2006. Vzťah medzi kŕmными doplnkami vo výžive produkčných nosníc a obsahom cholesterolu v ich vajíčcích. Zborník z medzinárodnej konferencie. Rizikové faktory potravinového řetězce. Nitra. 24 – 28.
- Ansari, R., Azarbajejani, A., Ansari, S., Asgari, S., Gheisari, A.** 2006. Production of egg enriched with omega – 3 fatty acids in laying hens. *ARYA Journal*. 1 (4). 242 – 246.
- Basmacioğlu, H., Ergül, M.** 2005. Research on the Factors Affecting Cholesterol Content and Some Other Characteristics of Eggs in Laying Hens. The effects of genotype and rearing system. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 29. 157 – 164.
- Baumeister, M., Meyer, H.** 1995. Chov drůbeže jako hobby. Blesk. Ostrava. 184 s. ISBN: 8085606720.
- Baumgartner, J., Benková, J.** 2004. Vajíčko jako funkční potravina. *Slovenský chov*. 9 (6). 48.
- Bukovský, A., Bukovská, D.** 2010a. Česká zlatá kroupka včera a dnes. *Chovatel*. 49 (6). 22 – 24.
- Bukovský, A., Bukovská, D.** 2010b. Česká slepice v zahraničí. *Chovatel*. 49 (8). 26.
- Castellini, C., Perella, F., Mugnai, C., Dal Bosco, A.** 2006. Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII European Poultry Conference 10 – 14 September. Verona. Italy.
- Clemente, R. E.** 1990. Gas Chromatography, Biochemical, Biomedical and Clinical Applications. John Wiley and Sons. 393 p. ISBN: 0471010480
- Češka, R.** 1994. Cholesterol a ateroskleróza. ALBERTA. Praha. 113 s. ISBN: 8085792044.
- Elkin, R. G.** 2006. Reducing shell egg cholesterol content. I. Overview, genetic approaches, and nutritional strategies. *World's Poultry Science Journal*. 62 (4). 665 – 687.
- Englmaierová, M., Tůmová, E.** 2008. Kvalita vajec v závislosti na systému ustájení, kvalitě skořápky a skladování. *Drůbežář*. 2 (1). 9 – 11.

- Ferrante, V., Lolli, S., Vezzoli, G., Cavalchini, L. G.** 2009. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*. 8. 165 – 174.
- Fleming, J., Albus, H., Neidhard, B., Wegscheider, W.** 1997. Glossary of analytical terms. *Accreditation and Quality Assurance*. Springer – Verlag.
- Gál, R., Ingr, I.** 1999. Porovnání obsahu cholesterolu ve slepičích a křepelčích konzumních vejcích. *MendelNET 1999. Sborník z odborného semináře posluchačů postgraduálního doktorandského studia*. Brno. 47 – 48.
- Gardiánová, I., Mátlová, V.** 2006. Status of the poultry genetic resource of the Czech republic from 1996 to 2005 – Czech gold brindled hen. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 50 – 52.
- Hanusová, E., Oravcová, M., Benková, J., Hanus, A., Krupa, E.** 2010. Basic characteristics of the Slovak chicken breed Oravka. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 90 – 93.
- Hargis, P. S.** 1988. Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl – a review. *World's Poultry Science Journal*. 44 (1). 17 – 29.
- Holt, P. S., Davies, R. H., Dewulf, J., Gast, R. K., Huwe, J. K., Jones, D. R., Waltman, D., Willian, K. R.** 2011. The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*. 90. 251 – 262.
- Hrnčár, C., Weis, J.** 2007. The biodiversity of poultry breeds Oravka and Bantam Oravka in Slovakia. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 1. 26 – 28.
- Hrnčár, C., Weis, J., Pál, G., Baraňska, B., Bujko, J., Mindek, S.** 2010. The Comparison of Growth Ability Breed Oravka with Other Dual Purpose Breeds of Hens. *Animal Science and Biotechnologies*. 43 (2). 287 – 289.
- Hrnčár, C., Gardiánová, I., Mindek, S., Weis, J., Jebavý, L.** 2011. Analýza českých a slovenských národných plemien kúr. *Náš chov*. 9. 29 – 31.
- Hussein, A. A., Idris, A. A., Eljack. B. H., Ibrahim, M. T.** 2012. Effect of age, season and housing system on cholesterol and fatty acids contents of table eggs. *Research opinions in animal and veterinary sciences*. 2 (1). 35 – 39.
- Charvátová, V., Tůmová, E.** 2010. Quality of eggs of Czech hen. *Acta fytotechnica et zootechnica*. Mimoridne číslo. 83 – 85.
- Chung, S. L., Ferrier, L. K., Squires, E. J.** 1991. Survey of cholesterol level of commercial eggs produced on Canadian farms. *Canadian Journal of Animal Science*. 71. 205 – 209.
- Kalač, P.** 2008. Vejce jako funkční potravina. *Výživa a potraviny*. 63 (5). 135 – 138.

- Krawczyk, J.** 2009. Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids. *Annals of Animal Science*. 9 (2). 185 – 193.
- Křemen, J.** 2011. Cholesterol všude kolem nás. *Potravinářská Revue*. 7 (4). 23 -25.
- Küçükyılmaz, K., Bozkurt, M., Herken, E. N., Çınar, M., Çatlı, A. U., Bintaş, E., Çöven, F.** 2012. Effects of Rearing Systems on Performance, Egg Characteristics and Immune Response in Two Layer Hen Genotype. *Asian – Australasian Journal of Animal Science*. 25 (4). 559 – 568.
- Liu, X., Zhao, H. L., Thiessen, S., House, J. D., Jones, P. J. H.** 2010. Effect of plant sterol – enriched diets on plasma and egg yolk cholesterol concentrations and cholesterol metabolism in laying hens. *Poultry Science*. 89. 270 – 275.
- Luňák, J., Baudyš, P.** 1994. *Statistické výpočty v analytické laboratoři*. ČZPI. Hradec Králové.
- Machander, V.** 2011. Výsledky testů kontroly užitkovosti drůbeže v roce 2010. *Náš chov*. 7. 55 – 58.
- Machander, V.** 2012. Výsledky testů kontroly užitkovosti drůbeže v roce 2011. *Náš chov*. 7. 54 – 56.
- Matt, D., Veromann, E., Luik, A.** 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*. 7 (2). 662 – 667.
- Míková, K., Doležal, M.** 2009. Hodnocení kvality vajec na českém trhu. *Výživa a potraviny*. 64 (1). 12 – 14.
- Míková, K.** 2012. Hodnocení kvality slepičích konzumních vajec. *Výživa a potraviny*. 67 (3). 62 – 64.
- Minelli, G., Sirri, F., Folegatti, E., Meluzzi, A., Franchini, A.** 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal of Animal Science*. 6 (1). 728 – 730.
- Nedomová, Š., Simeonovová, J.** 2010. Vliv délky a teploty skladování na jakostní parametry vajec. *Potravinářstvo*. 4. 196 – 203.
- Oloyede, O. I., Ikuelogbon, A. O.** 2004. Cholesterol content and functional properties of products fractionated from egg yolk. *Biokemistri*. 16 (1). 43 – 48.
- Pišťeková, V., Hovorka, M., Večerek, V., Štraková, E., Suchý, P.** 2006. The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech Journal of Animal Science*. 51 (7). 318 – 325.
- Poledne, R.** 1993. *Vražedný cholesterol*. Grada Avicenum. Praha. 96 s. ISBN: 8071690015.

- Prombergerová, I.** 2011. České slepice. Fauna. 8. 24 – 26.
- Prombergerová, I.** 2012a. O vejcích. Fauna. 7. 28 – 29.
- Prombergerová, I.** 2012b. Vejce nad zlato. Fauna. 8. 24 – 26.
- Prombergerová, I.** 2012c. Oravky. Fauna. 23. 27 – 28.
- Rizzi, C., Chiericato, G. M.** 2010. Chemical composition of meat and egg yolk of hybrid and Italian breed hens reared using an organic production system. Poultry Science. 89. 1239 – 1251.
- Seillan, C.** 1992. Lipids. 270.
- Skřivan, M., Tůmová, E., Vondrka, K., Dousek, J., Lancová, B., Ouředník, J., Oplt, J.** 2000. Drůbežnictví 2000. Agrospoj. Praha. 203 s.
- Song, W. O., Kerver, J. M.** 2000. Nutritional Contribution of Eggs to American Diets. Journal of the American College of Nutrition. 19 (5). 556 – 562.
- Tactacan, G. B., Guenter, W., Lewis, N. J., Rodriguez – Lecompte, J. C., House, J. D.** 2009. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. Poultry Science. 88. 698 – 707.
- Tuláček, F.** 2002. Chov hrabavé drůbeže. Brázda. Praha. 164 s. ISBN: 8020903097.
- Vašák, P.** 2008. Drůbež a její chov v ilustracích Pavla Procházky. Aventinum. Praha. 264 s. ISBN: 8086858869.
- Vorlová, L., Siegllová, E., Karpíšková, R., Kopřiva, V.** 2001. Cholesterol content in eggs during the laying period. Acta Veterinaria Brno. 70. 387 – 390.
- Wang, X. L., Zheng, J. X., Ning, Z. H., Qu, L. J., Xu, G. Y., Yang, N.** 2009. Laying performance and egg quality of blue – shelled layers as affected by different housing systems. Poultry Science. 88. 1485 – 1492.
- Zemková, L., Simeonovová, J., Lichovníková, M., Somerlíková, K.** 2007. The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. Czech Journal of Animal Science. 52 (4). 110 – 115.

9. Samostatné přílohy



Obr. 1 – Kohout plemene Česká slepice
(www.zoofarma.cz)



Obr. 2 – Slepice plemene Česká slepice
(www.zoofarma.cz)



**Obr. 3 – Detail hlavy kohouta plemene Česká slepice zlatě kropenatá
(www.ifauna.cz)**



**Obr. 4 – Detail hlavy slepice plemene Česká slepice zlatě kropenatá
(www.ifauna.cz)**



Obr. 5 – Kohout plemene Oravka
(www.ifauna.cz)



Obr. 6 – Slepice plemene Oravka
(www.ifauna.cz)



Obr. 7 - Zdrobnělé oravky žlutohnědé
(www.ifauna.cz)



Obr. 8 – Bílé Oravky
(www.ifauna.cz)