



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Bakalářská práce

Porovnání kvalitativních ukazatelů slepičích vajec z různých druhů chovu

Autor práce: Stanislav Štěpán

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Jan Bedrníček, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této bakalářské práce, kterou jsem vypracoval pouze s využitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu použité literatury a informačních zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Stanislav Štěpán

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se zabývala porovnáním kvalitativních ukazatelů slepičích vajec z různých druhů chovu. K porovnání byly využity vzorky z klecového, halového a volného (domácího) chovu. Z každého chovu bylo použito 10 vajec.

Hodnoceny a porovnány byly následující kvalitativní ukazatele – hmotnost vajec, neporušenost skořápky, výška vzduchové bubliny, tvarové indexy (index tvaru a index vejčitosti), výskyt krevních a masových skvrn, index tuhého bílku a žloutku, jakost vajec vyjádřena v Haughových jednotkách a tloušťka skořápky.

Vejce z jednotlivých chovů byla podobná tvarem, ale nejvíce se lišila velikostí a hmotností, hmotnost byla naměřena od 49 do 91 g. Poškozenou skořápku měly dva vzorky. Výška vzduchové bubliny se pohybovala mezi 2 až 4 mm. Hodnoty indexu tuhého bílku se nacházely v rozmezí 0,06-0,16 a indexu žloutku mezi 0,39-0,51. Haughovy jednotky dosáhly hodnot 74-107. Tloušťka skořápky se nacházela v rozmezí 0,37-0,47 mm. Všechny zjištěné výsledky se pohybovaly v průměrných hodnotách nebo v jejich blízkosti.

Klíčová slova: slepice, typ chovu, vejce, kvalita

Abstract

The presented bachelor thesis dealt with the comparison of qualitative indicators of hen's eggs from different types of breeding. Samples from cage farming production system, indoor housing system and free-range home breeding were used for comparison. Ten eggs from each type were used.

The following qualitative indicators were evaluated and compared – egg weight, shell integrity, air cell height, shape indices (shape index and egg index), occurrence of blood and meat spots, solid egg white and yolk index, egg quality expressed in Haugh units and shell thickness.

The eggs from the individual types of breeding were similar in shape, but differed the most in size and weight, the weight was measured from 49 to 91 g. Two samples had a damaged shell. The height of the air cell ranged from 2 to 4 mm. The values of the solid protein index ranged from 0.061 to 0.156 and the yolk index ranged from 0.39 to 0.51. Haugh units ranged from 74 to 107. The shell thickness was between 0.37 and 0.47 mm. All results were in or near the average.

Keywords: hen, type of breeding, egg, quality

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, cenné a profesionální rady i připomínky, které mi poskytoval v celém průběhu zpracovávání této práce.

Rovněž děkuji své rodině za podporu nejen při zpracovávání této práce, ale především v celém průběhu studia.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Význam chovu kura domácího.....	9
1.2 Historie chovu kura domácího.....	9
1.3 Charakteristika typů chovu.....	9
1.3.1 Klecový chov	10
1.3.2 Halový chov	11
1.3.3 Volný chov	12
1.3.4 Ekologický chov.....	12
1.3.5 Domácí chov	12
1.4 Charakteristika slepičích vajec	13
1.4.1 Chemické složení	14
1.4.2 Morfologické složení	15
1.5 Kvalita slepičích vajec.....	16
1.5.1 Hodnocení jakosti konzumních vajec a normy	17
1.5.2 Vady	19
1.5.3 Složení bílku.....	20
1.5.4 Složení žloutku.....	20
2 Cíl práce	22
3 Materiál a metodika.....	23
4 Výsledky a diskuse.....	24
4.1 Kvalitativní ukazatele vajec – volný (domácí) chov	26
4.2 Kvalitativní ukazatele vajec – halový chov.....	28
4.3 Kvalitativní ukazatele vajec – obohacené klece.....	30
4.4 Rozdíly v jednotlivých metodách a porovnání se standardy jakosti	32
4.4.1 Hmotnost vajec.....	32

4.4.2	Neporušenost skořápky	33
4.4.3	Výška vzduchové bubliny	34
4.4.4	Tvarové indexy vajec	35
4.4.5	Výskyt masových a krevních skvrn	36
4.4.6	Index tuhého bílku a žloutku, Haughovy jednotky	37
4.4.7	Tloušťka skořápky	39
	Závěr	40
	Seznam použité literatury	41
	Seznam obrázků	46
	Seznam tabulek	47
	Seznam grafů	48
	Seznam použitých zkratk	49
	Přílohy	50

Úvod

Kur domácí je celosvětově chován pro produkci masa a vajec. Pochází pravděpodobně z Asie, kde začala i jeho domestikace. Následně se jeho chov rozšířil po celém světě. První intenzivní chovy jsou datovány od 19. stol. V současnosti jsou využívána vejce nosných hybridů, dosahujících velmi vysokou průměrnou snášku.

Vejce jsou pro svoji vynikající nutriční hodnotu a vysokou stravitelnost označována za ideální konzervovanou potravinu. Jsou bohatým zdrojem živin, hlavně proteinů (bílkoviny) a lipidů (tuky), ale také vitamínů a minerálních látek.

Chov nosnic je povolen v obohacených klecích a alternativních systémech (halový, volný a ekologický). Všechny typy musejí splňovat požadavky a nařízení pro chov. V klecových chovech mají nosnice nižší welfare a menší možnost projevu svého přirozeného chování. Na druhou stranu je zde vyšší užitkovost, menší riziko přenosu nemocí a znečištění vajec. Také jsou finančně efektivnější než systémy alternativní.

V České republice (ČR) je podle údajů z roku 2020 chováno přes 9 mil. kusů nosnic a celková snáška byla přes 2 300 mil. kusů vajec. Celková spotřeba činila kolem 2 700 mil. kusů. V ČR má silnou tradici domácí chov, jehož účelem je zejména samozásobování domácími vejci. Důkazem toho je, že z celkového stavu nosnic je takto chováno přes 43 % a podíl vajec v tržní síti se pohybuje přibližně na úrovni 30 %.

1 Literární přehled

1.1 Význam chovu kura domácího

Kur domácí je nejvýznamnějším chovaným druhem drůbeže. Jedním z nejdůležitějších ukazatelů užitkovosti je nosnost, která představuje schopnost nosnic snášet vejce. Kur je chován užitkově i zájmově pro produkci masa a vajec. Užitkové chovy jsou vysoce intenzivní, díky vysoké reprodukční schopnosti slepic, a zaměřené na produkci. Zájmově je chován pro samozásobení. Jeho smysl je u zásobení vejci, jelikož přibližně třetina konzumních vajec pochází z malých chovů. Dalším významem je chov genetických zdrojů, díky kterému jsou zachována naše původní plemena (Tůmová, 2020).

1.2 Historie chovu kura domácího

Za předka současných slepic se považuje kur bankivský, z čeledi bažantovitých, který má podobné zbarvení jako kulturní plemena a dobře se s nimi kříží. Důležitou roli v evoluci hrály i další divoce žijící poddruhy, kur cejlonský, kur zelený a kur Sonneratův. Na průběhu vývoje se podílely domestikální vlivy, křížení a s nejvyšší pravděpodobností i mutace (Tůmová, 2020). Domestikace začala v Asii asi před 8000 lety (Hata *et al.*, 2021). Jednalo se o zdlouhavý a složitý proces (Slepičář.cz).

Původně se kur choval z náboženských důvodů. V některých kulturách byl lidmi považován za posvátné zvíře, boha slunce, světla a života (Slepičář.cz). Poté domestikace probíhala přes Mezopotámii a Řím do Anglie a Španělska. Díky tomu vznikaly první chovy pro produkci vajec v Evropě a posléze v Americe (Pokorný, 2019).

V současnosti jsou chována plemena šlechtěná pro daný směr produkce. Jedná se o hybridy šlechtěné pro výrobu vajec – nosné hybridy, nebo pro výkrm – masné hybridy, brojlerů. Základem těchto hybridů jsou výchozí plemena. Pro produkci vajec bělovaječného typu se využívá hybridů, jejichž základem je plemeno Leghorna bílá. Rodajlendka červená je základem pro tvorbu hybridů hnědovaječného typu (Výmola, 1994).

1.3 Charakteristika typů chovu

Technologie chovu nosnic se dělí na klecové a alternativní. Do alternativních se řadí halový chov na podestýlce, volný chov a ekologický chov. (Kaluža a Konvalinová,

2019) V zemích EU je možné chovat nosnice v tzv. obohacených klecích, na podestýlce, ve voliérách, výběžích a v ekologických chovech (Matoušek *et al.*, 2013).

Podle Vyhlášky č. 208/2004 Sb. musí mít nosnice v chovu hnízdo pro bezpečnou snášku. Jako stelivo lze použít jakýkoliv drobný materiál. Hluk je nutné minimalizovat. Osvětlení by mělo být na takové úrovni, aby se nosnice mohly orientovat, vzájemně se vidět a být pozorovány.

1.3.1 Klecový chov

Tento způsob je z ekonomického hlediska nejvýhodnější. Od 1. 1. 2012 je povolen chov nosnic pouze v tzv. obohacených klecích, do té doby bylo možné je chovat i v klecích neobohacených (Kaluža a Konvalinová, 2019).

V tabulce 1.1 jsou shrnuty minimální požadavky pro chov nosnic v obohacených klecích.

Tabulka 1.1: Minimální standardy pro ochranu nosnic (Kaluža a Konvalinová, 2019)

Požadavky	Obohacené klece
Podlahová plocha/1 nosnice	min 750 cm ²
Celková plocha	min 2000 cm ²
Výška klece	min 20 cm
Žlabové krmítko/1 nosnice	min 12 cm
Napájení	2 napáječky v dosahu nosnice
Prostředky pro zkracování drápků	ano
Hnízdo	ano
Stelivo	ano
Hřady/1 nosnice	min. 15 cm

Krmení a napájení probíhá v současné době způsobem, kdy jsou oba systémy pevnou součástí klece. Při krmení se používá řetězového nebo pásového krmítka a k napájení se využívají kapkové napáječky. Pro udržování čistoty, k odklizení trusu, slouží shrnovače. Sběr vajec může být řešen ručně, ale spíše uplatňuje mechanizovaný způsob, při kterém se vejce vykulí na sběrací žlab s dopravníkem (Kudělka *et al.*, 2012).

Mezi hlavní výhody klecových chovů se řadí především snížení rizika přenosu infekcí a chorob, poměrně snadné udržování zoohygieny (Duncan, 2001). Dále vysoká produktivita výroby vajec na plochu, nižší riziko znečištění vajec, nosnice nemohou nikam zanašet. Zásadou automatizace a vysoké intenzitě chovu jsou náklady na výrobu 1 vejce v tomto typu chovu nejnižší (Košář *et al.*, 2004).

Nevýhodou je zejména omezený životní prostor nosnice a nemožnost kontaktu s přirozeným prostředím. Nosnice jsou vystavené vyšší prašnosti a koncentracím stájových plynů (Kaluža a Konvalinová, 2019). Košař *et al.* (2004) zmiňují, že může docházet ke zvýšenému výskytu vajec s porušenou skořápkou.

1.3.2 Halový chov

Při tomto způsobu jsou nosnice chovány v halách na podestýlce, po které mají volný pohyb. Stelivem nejčastěji bývají dřevěné piliny nebo řezaná sláma ve vrstvě 10-15 cm. Podestýlkou by měla být pokryta minimálně 1/3 plochy podlahy (Matoušek *et al.*, 2013).

Vyhláška č. 208/2004 Sb. upravuje minimální standardy pro halový chov nosnic následovně:

- minimálně 250 cm² prostoru se stelivem pro 1 nosnici;
- krmítko žlábkové poskytující min 10 cm délky pro 1 nosnici, nebo kruhové poskytující min. 4 cm délky pro 1 nosnici;
- nepřetržitou žlábkovou, kruhovou, kapátkovou nebo kalíškovou napáječku;
- nejméně jedno hnízdo pro 7 nosnic, nebo skupinové s min. 1 m² prostoru pro nosnici;
- přiměřené hřady, nejméně 15 cm pro 1 nosnici;
- hustota osazení nemůže přesáhnout 9 nosnic na 1 m² využití plochy.

Pro krmení se využívají řetězová žlábková krmítka nebo misková krmítka. Napájení je řešeno podélnými ventilovými, kapkovitými nebo miskovými napáječkami. Pro sběr vajec jsou snášková hnízda upravena tak, aby došlo k vykulení vajec a nedocházelo k jejich poškozování (Kudělka *et al.*, 2012).

Výhodou tohoto typu chovu je bezesporu volný pohyb po prostoru, tím pádem mají nosnice lepší tělesnou konstituci a projevuje se jejich přirozené chování. Nosnice jsou chráněné před predátory (Dunkley, 2010).

V tomto typu chovu se snadno roznášejí různé infekce, choroby a parazité. Může se zhoršovat zdravotní stav nosnic (Matoušek *et al.*, 2013). Ve skupině se mohou objevit různé vzájemné souboje. Také dochází k častějšímu znečištění vajec. Oproti klecovému chovu je nižší snáška a jsou vyšší náklady na výrobu 1 vejce (Kaluža a Konvalinová, 2019).

1.3.3 Volný chov

Jedná se o podobný typ chovu jako halový, ovšem ve volném systému mají přístup do venkovních výběhů (Kaluža a Konvalinová, 2019).

V hale mají nosnice nejen přístup ke krmítkům, napáječkám a snáškovým hnízdům, ale zároveň jim nabízí úkryt. Venkovní výběhy jsou nejlepší dobře oplocené, travnaté, s úkryty před sluncem a nepřízní počasí (Košar *et al.*, 2004). Skřivan (2000) dodává, že je vhodné mít více výběhů a střídát je.

V tomto typu chovu mají nosnice umožněn volný pohyb a plně se projevuje jejich přirozené chování (Matoušek *et al.*, 2013).

Na druhou stranu jsou z alternativních chovů nejnáročnější. Snáška bývá nízká a vejce jsou častěji znečištěná. Nosnice mají velkou spotřebu krmiva (Matoušek *et al.*, 2013). Kaluža a Konvalinová (2019) navíc zmiňují, že trus volně žijících ptáků může kontaminovat venkovní výběhy a tím roznášet infekce a nemoci.

1.3.4 Ekologický chov

Ekologický chov musí splňovat podmínky pro ekologické zemědělství (Zákon č. 242/2000 Sb.). Nosnicím nabízí podobné podmínky jako volný typ (Kaluža a Konvalinová, 2019). Je zaměřen na produkci bio vajec nebo bio masa (Lichovníková, 2015).

Haly mají stejné vybavení jako ve volném systému a výběhy musejí být travnaté. Ke krmení se používají krmné směsi z komponentů, které jsou produkty ekologického zemědělství (Matoušek *et al.*, 2013).

Požadavky pro ekologický chov jsou následující:

- nosnice nesmějí být v klecích;
- max. 3000 nosnic v hale;
- max. 6 nosnic/1 m² v hale, ve venkovním výběhu min. 4 m²/1 nosnice;
- min. 1/3 podlahy kryta podestýlkou;
- venkovní výběh (Lichovníková, 2015).

1.3.5 Domácí chov

Domácí chov slepic má v naší republice velkou tradici a v současné době se opět začíná více rozmáhat (Kaluža a Konvalinová, 2019). Z celkové snášky vajec v ČR, zaujímají zhruba 30 % produkce vajec z domácích chovů (Leiblová, 2021).

Pro chov je nutné opatřit slepicím kurník, výběh, kvalitní krmivo a čistou vodu. Odpovídají welfare a zoohygienu chovu má významný vliv na zdraví nosnic, snášku a kvalitu vajec (Kaluža a Konvalinová, 2019).

Výběh by měl být ideálně travnatý a dostatečně velký, doporučuje se minimálně 4 m² na jednu slepici. Důležité je oplocení, aby slepice nemohly utíkat, a zároveň slouží jako ochrana před predátory (SlepiceVNouzi.cz).

V kurníku jsou slepice ustájeny a poskytuje jim zázemí a ochranu. Měl by být tepelně izolovaný a větraný, aby se cítily komfortně. Musí obsahovat následující prvky:

- být dostatečně prostorný;
- podlaha pokryta podestýlkou;
- hřady;
- snáškové hnízdo;
- korýtka, misky pro krmení;
- zdroj vody (Pokorný, 2012).

1.4 Charakteristika slepičích vajec

Slepičí vejce jsou produkována po celém světě hlavně proto, že jsou zdrojem značného množství nepostradatelných živin pro náš život (Duman *et al.*, 2016). V produkci i spotřebě se ČR řadí mezi světovou špičku (Kadlec *et al.*, 2012). Využití vajec spočívá především ve výživě a jako technologie v potravinářství (např. bílek a lecitin), ale požívají se i v kosmetice, v průmyslu barev a kožedělném průmyslu (Samková *et al.*, 2020).

Vejce obsahují látky, které jsou potřebné pro vznik a později vývoj zárodku. Vznikají v těle nosnice z oplozeného, i neoplozeného vajíčka. Ve vaječniku se nejprve vyvinou žloutkové folikuly, které později uvolní žloutek. V nálevce vejcovodu dojde k zachycení žloutku. Během jeho postupu vejcovodem se kolem něj utvářejí ostatní vrstvy – bílek, vnitřní a vnější papírová blána a skořápka (Boháčková, 2014).

Velikost, tvar a hmotnost vajec jsou rozdílné. Hmotnost se pohybuje v rozmezí 35-90 g. Zhruba 60 % hmotnosti je tvořeno bílkem, 30 % žloutkem a 10 % skořápkou (Boháčková, 2014).

1.4.1 Chemické složení

Průměrné chemické složení základních složek slepičích vajec je popsáno v tabulce 1.2.

Tabulka 1.2: Průměrné chemické složení základních složek v anatomických částech slepičích vajec v % (Míková, 2010)

Složka	Celé vejce	Skořápka	Bílek	Žloutek
Voda	65,6	1,6	87,9	48,7
Sušina	34,4	98,4	12,1	51,3
Proteiny	12,1	3,3	10,6	16,6
Lipidy	10,5	stopy	stopy	32,6
Sacharidy	0,9	stopy	0,9	1,0
Minerální látky	10,9	95,1	0,6	1,1

Vejce je tvořeno vodou – cca 65 %, která je obsažena především v bílku a sušinou – cca 35 % (Sugino, 2018).

Míková (2010) konstatuje, že vejce mají vyvážený obsah nutričních látek, které jsou dobře stravitelné (až z 95 %). Hlavními složkami sušiny jsou bílkoviny (proteiny) a tuky (lipidy). Dále jsou v nich zastoupeny cukry, minerální látky a vitamíny (Samková *et al.*, 2020).

Vaječné proteiny (bílkoviny) jsou nutričně hodnotnější než proteiny masa či mléka. Jsou stravitelné z 98-100 %. Jejich hlavní zásobárnou je žloutek (Míková, 2010). Obsahují všechny aminokyseliny ve vysoké míře. Hlavními vaječnými bílkovinami jsou ovoalbumin, konalbumin, livetin, vitelin a lipoproteiny (Samková *et al.*, 2020).

Zdrojem lipidů (tuků) je žloutek. Důležité jsou fosfolipidy, které jsou významné pro činnost nervové soustavy a lecitiny (Rhodes a Lea, 1957). Míková (2010) upozorňuje, že s lipidy je spojován cholesterol. Cholesterol je esenciální nutrient nezbytný pro vývoj embrya i pro správnou funkci lidského organismu. S lipidy souvisejí také nenasycené mastné kyseliny, zejména polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) řady n-3 a n-6 (Boháčková, 2014).

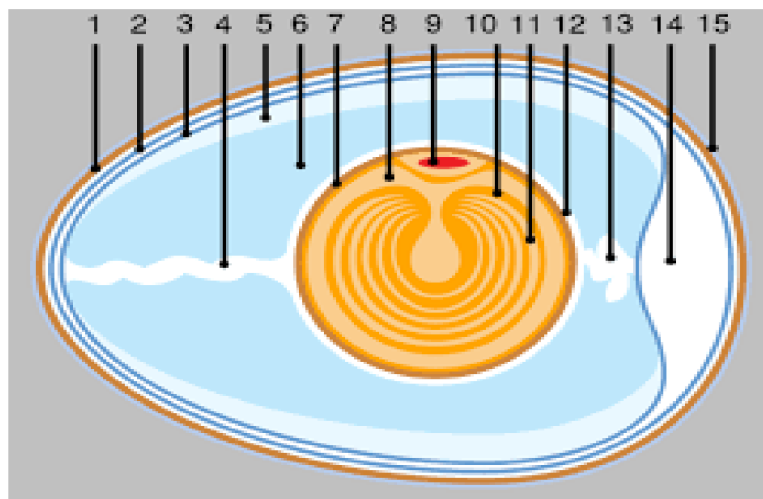
Vejce jsou také zdrojem vitamínů a minerálních látek. Jediná výjimka je vitamín C, který není ve vejcích obsažen. Z minerálních látek má nejvyšší zastoupení železo, fosfor, draslík a zinek. Ze stopových prvků je důležitý např. selen (Míková, 2010).

Většina sacharidů je vázána jako glykoproteiny, pouze nepatrné množství je ve formě volné glukózy (Sugino, 2018).

1.4.2 Morfologické složení

Struktura slepičích vajec je totožná s vejci ostatních ptáků. Vejce, jak je možné vidět na obrázku 1.1, je složeno ze žloutkové koule, bílku (tuhého a řídkého), chaláz, dvou podskořápečných blan, skořápky a kutikuly (Samková *et al.*, 2020).

Obrázek 1.1: Morfologická stavba slepičího vejce – podélný řez (MENDELU.cz)



Legenda

1. skořápka;
2. vnější podskořápečná blána;
3. vnitřní podskořápečná blána;
4. chalázový bílek (poutka);
5. vnější řídký bílek;
6. vnější hustý bílek;
7. žloutková membrána;
8. disk latebry;
9. zárodečný terčík;
10. tmavý žloutek;
11. světlý žloutek;
12. vnitřní řídký žloutek;
13. chalázový bílek (poutka);
14. vzduchová komůrka;
15. kutikula.

Na povrchu skořápky se nachází kutikula, která po snesení vysychá (Samková *et al.*, 2020). Jedná se o tenkou, průsvitnou, jemnou blánu, tvořenou proteiny (mucin), lipidy a polysacharidy. Funguje jako přirozená ochrana před mikroorganismy, umožňuje odpar vody z vejce a výměnu plynů (Václavovský *et al.*, 2000).

Skořápka je hnědý nebo bílý obal vejce (záleží na plemeni nosnice), který plní ochrannou funkci. Její tloušťka se průměrně pohybuje v rozmezí 0,30-0,38 mm. Skládá se ze dvou vrstev – mamilární a spongiózní. Mamilární vrstva je organická, tvořena zejména sirnými proteiny a je obklopena nepravidelnými anorganickými krystaly. Spongiózní vrstva je formována uhličitanem vápenatým, jehož krystaly vytvářejí palisády (Samková *et al.*, 2020). Póry procházející všemi vrstvami, umožňují výměnu plynů a vypařování vody (Wangensteen, 1970). Steinhauserová *et al.* (2003) doplňují, že důležitou vlastností je pevnost skořápky, která souvisí právě s tloušťkou a strukturou skořápky.

Pod skořápkou jsou dvě podskořápečné blány – vnější a vnitřní. Tyto blány obalují a chrání vnitřek vejce (Mendelu.cz). Skládají se z mucinových vláken, keratinových vláken a vápníku (Matoušek *et al.*, 2013). Po snesení mezi nimi, vlivem ochlazení a zmenšování vaječného obsahu, vzniká vzduchová bublina (Samková *et al.*, 2020).

Prostor mezi podskořápečnými blanami a žloutkem vyplňuje bílek. Funkcí bílku je zásobování zárodku vodou a díky mikrobiálnímu působení některých proteinů zabraňuje proniknutí mikroorganismů do žloutku (Steinhauserová *et al.*, 2003). Nemá jednotnou strukturu. Je složen z vnějšího hustého, vnějšího řídkého, vnitřního řídkého a vnitřního hustého bílku. Vnitřní hustý bílek (chalázový bílek) je obal žloutkové koule. Tvoří chalázy (poutka), která se napojují na podskořápečné blány, což způsobuje fixaci žloutku (Samková *et al.*, 2020). Vnější hustý bílek (bílkový vak) chrání žloutek proti mechanickému poškození (Mendelu.cz).

Žloutková koule je složena ze dvou vrstev, jedná se o světlý (střed) a tmavý žloutek. Obal je tvořen dvouvrstevnou vitelinní membránou (Samková *et al.*, 2020). Václavovský *et al.*, (2000) doplňují, že pod touto membránou se vyskytuje zárodečný terčík.

1.5 Kvalita slepičích vajec

S kvalitou slepičích vajec souvisí jejich akceptace spotřebiteli a několik dalších vlastností a charakteristik, souvisejících zejména se skořápkou, bílkem a žloutkem.

Mezi ně se řadí čistota, čerstvost, hmotnost vajec, kvalita skořápky, index bílku, index žloutku, Haughovy jednotky, šlehatelnost a chemické vlastnosti (Duman *et al.*, 2016).

Podle Steinhauserové *et al.* (2003) musí být skořápka dostatečně pevná, aby nedošlo k poškození. Index bílku (poměr šířky a výšky hustého bílku) určuje jeho množství a kvalitu. Měl by mít hodnotu 90 a více procent. Index žloutku se pohybuje v rozmezí 32-58 %.

1.5.1 Hodnocení jakosti konzumních vajec a normy

Každé vejce, které je uvedeno na trh, musí být označeno rozlišovacím číslem na skořápce. Označení probíhá už v drůbežárně, třídění v třídírnách (Ledvinka *et al.*, 2009). Značení se řídí podle Směrnice Komise 2002/4/ES. První číslo představuje, z jakého typu chovu vejce pochází (tabulka 1.3), následuje kód země producenta a poslední čtyřčíslí jsou údaje o chovu.

Tabulka 1.3: Označení typu chovu, ze kterého vejce pochází (Směrnice Komise 2002/4/ES)

Typ chovu	Označení
Volný	1
Halový	2
Klecový	3
Ekologický	0

Konzumní vejce musejí obstát v hodnocení jakosti konzumních vajec. Při tomto hodnocení procházejí zkouškami a výsledky musejí odpovídat platným normám. Při nákupu lze dle normy ČSN 57 2109 nakupovat slepičí vejce od výrobců v jednom tržním druhu a dvou třídách jakosti. Chovy musejí vyhovovat platným veterinárním předpisům a hygienickým požadavkům. Vykupovat nelze vejce s poškozenou skořápkou, znečištěná, mytá, vyřazená či jinak nepoživatelná vejce (ČSN 57 2109).

Podle ČSN 57 0116 se ke kontrole odebírají kontrolní vzorky z každé dodávky. Jednotkou vzorku je jedna proložka s 30 ks vajec a jeho velikost závisí na velikosti dodávky. Vzorky musejí být z různých vrstev a být řádně označené. Do protokolu se zaznamenávají základní údaje (výrobce, název, velikost dodávky, datum snášky a odběru, jméno pracovníka, který má kontrolu na starost). Následně se vejce třídí ve schválených třídírnách. Vejce se dle fyzikálních a smyslových požadavků rozdělí do jakostních (tabulka 1.4) a hmotnostních tříd (tabulka 1.5).

Tabulka 1.4: Požadavky na slepičí vejce pro jednotlivé třídy jakosti (ČSN 57 2109)

	I. třída jakosti		II. třída jakosti
	čerstvá vejce EXTRA A	čerstvá vejce A	vejce B
Skořápka	čistá nepoškozená, normálního tvaru		normálního tvaru, nepoškozená, slabé znečištění a deformace jsou přípustné
Vzduchová bublina	méně než 4 mm vysoká	méně než 6 mm Vysoká	nejvýše 9 mm vysoká pohyblivá nejvýše do poloviny délky vejce
Žloutek	nezřetelně viditelný, kulatý, ve středové poloze, při otáčení mírně pohyblivý a vracející se do středové polohy		viditelný, slabě zploštělý
Bílek	průhledný		průhledný
Zárodek	vývoj zárodku nepostřehnutelný		vývoj zárodku nepostřehnutelný
Cizí tělíska	nepřípustná		nepřípustná
Vaječný obsah	bez cizího pachu		bez cizího pachu
Přípustné odchyly jakosti vajec	7 % vajec neodpovídajících požadavkům pro tuto třídu, avšak nejvýše: 1 % vajec s cizími tělisky, 4 % prasklých vajec		7 % vajec neodpovídajících požadavkům pro tuto třídu

Tabulka 1.5: Hmotnostní třídění vajec (Nařízení Komise (ES) č. 589/2008)

Hmotnostní skupina	Hmotnost 1 vejce (g)	Minimální hmotnost 100 kusů (kg)
XL velmi velká	73 a více	7,3
L velká	63 - 73	6,3
M střední	53 - 63	5,4
S malá	méně než 53	4,5

Poté probíhá zkoušení slepičích vajec podle normy ČSN 57 0116 a výsledky se porovnají s požadavky, které jsou stanoveny normou ČSN 57 2109. Metody zkoušení jsou následující:

- posouzení čistoty skořápky;
- zjištění neporušenosti skořápky;
- zjištění deformace tvaru vejce, barvy a struktury povrchu skořápky;
- důkaz čištění a umytí vaječné skořápky;

-
- stanovení hmotnosti vajec;
 - stanovení objemu a plochy vejce;
 - zjištění povrchového pachu vejce;
 - určení velikosti vzduchové bubliny;
 - určení pohybu a stálosti vzduchové bubliny;
 - zjištění průhlednosti a tuhosti bílku;
 - zjištění viditelnosti a nepohyblivosti žloutku a viditelnost zárodku;
 - stanovení tvarových indexů vajec;
 - posouzení výskytu masových a krevních skvrn;
 - smyslové posouzení vaječného obsahu;
 - zjištění pachu vaječného obsahu v syrovém stavu a po uvaření;
 - zjištění chuti vaječného obsahu;
 - stanovení indexu žloutku a tuhého bílku;
 - stanovení pevnosti a tloušťky skořápky;
 - stanovení kyselosti bílku;
 - stanovení šlehatelnosti bílku a trvanlivost pěny.

1.5.2 Vady

Vady slepičích vajec lze dělit do tří kategorií – biologické, mechanické a mikrobiální.

Biologické vady ve většině případů vznikají ještě před snesením, během tvorby vejce ve vejcovodu, dále při špatném skladování nebo manipulaci s vejci. Obvykle se zjistí během strojního vybavení nebo prosvěcování. Některé z těchto vad znemožní další zpracování vajec jako potravina pro lidskou výživu. Jedná se o masové skvrny (vyskytují se hlavně v bílku a jedná se částičky z výstelky vejcovodu), krevní skvrny (vznikající krvácením při ovulaci), vejce s krvavým kroužkem (už se vyvíjí zárodek), vejce s cizím tělískem – např. zrnko písku nebo krmiva, může nahradit žloutek (Samková *et al.*, 2020).

Mechanické vady způsobuje především špatná manipulace, snesení, sběr a doprava. Nejčastější vady jsou: nepatrně porušená skořápka (mikroskopická trhlinka), světelná trhlinka ve skořápce, prasklá skořápka, tekoucí vejce (skořápka a podskořápečné blány jsou významně poškozeny), pohyblivá bublina a žloutek (Mazzuco *et al.*, 2014).

Mikrobiální vady jsou poslední kategorií vad a jsou vyvolané bakteriemi nebo plísněmi. Bakterie způsobují hniloby (černou, zelenou, bílou) nebo zakalené bílky.

Obsah vajec je tmavý, bílek zředěný, žloutek pohyblivý, v pozdějších stádiích obsah smíchaný a neprůhledný. Napadení plísněmi se projevuje tmavými skvrnami při prosvětlení. Tyto vady jsou zpočátku skryté a pak zjevné. Zjišťují se prosvícením vajec (Samková *et al.*, 2020).

1.5.3 Složení bílku

Bílek je tvořen z největší části vodou a bílkovinami, v malém množství jsou zastoupeny sacharidy, lipidy, minerální látky a vitamíny (Dong a Zhang, 2021).

Obsah bílkovin v bílku se pohybuje v rozmezí 10-12 % (Míková, 2010). V bílku se nachází přes 40 různých bílkovin. Nejvýznamnější je ovoalbumin, který představuje 54 % procent sušiny. Obsahuje všechny esenciální aminokyseliny a působí na fyzikální vlastnosti bílku – šlehatelnost, koagulační vlastnosti (Stevens, 1991). Konalbumin je významný pro svoji antimikrobiální vlastnost a obsah sacharidů (Samková *et al.*, 2020). Díky bílkovině ovomukoid má bílek gelovitou konzistenci (Steinhauserová *et al.*, 2003).

Téměř všechny sacharidy se v bílku nacházejí ve vázané formě v glykoproteinech. Jedná se o kovalentně vázané polypeptidové řetězce v různých kombinacích a množstvích. Řadí se sem D-galaktóza, D-manosa, D-glukosamin, D-galaktosamin a kyselina sialová (Kadlec *et al.*, 2012). Volné glukózy je pouze malé množství – 0,4 % (Samková *et al.*, 2020).

Z minerálních látek se v bílku volně vyskytují chloridy, sodík a draslík a zbytek je vázán na bílkoviny a fosfolipidy, např. vápník, fosfor, železo a síra (Skřivan, 2000). Bílek je zdrojem vitamínů rozpustných ve vodě. Vitamíny B1, B3, B5, B6, B9, B12 a riboflavin podporují lidský metabolismus a vyživují ostatní tkáň. Dále obsahuje i cholin (Tremblay, 2018).

1.5.4 Složení žloutku

Hmota žloutku je tvořena granulemi a plazmou. Granule obsahují více bílkovin (asi 64 %) než tuků (asi 34 %). U plazmy je to obráceně, ta obsahuje hlavně tuky (asi 75 %) a zbytek bílkoviny (Kadlec *et al.*, 2012).

Bílkoviny ve žloutku jsou převážně lipoproteiny, obsahující albumin. Ty jsou významné jako komplexy s cholesterolem (Samková *et al.*, 2020). Ve žloutku je z těchto látek obsažen lipovitellin a lipovitelin. Dalšími proteiny jsou livetin, fosvitin a imunoglobulin (Matoušek *et al.*, 2013).

Lipidy jsou především ve formě lipoproteinových komplexů. Ty lze rozdělit na fosfolipidy (asi 60 %), triglyceridy (asi 36 %) a cholesterol (asi 4 %). Z fosfolipidů se zde nachází lecitin (emulgátor), kefalín, sfingomyelin, kyselina olejová a kyselina palmitová. Triglyceridy obsahují nenasycené mastné kyseliny (olejová, arachidonová a linolová), nasycené mastné kyseliny (palmitová, stearová) a polynenasycené mastné kyseliny (linolenová). Cholesterol převažuje ve volné formě (Kuksis, 1992).

Žloutek obsahuje minimální množství sacharidů (kolem 1 %). Jedná se o oligosacharidy navázané na bílkoviny a volnou glukózu (Václavovský *et al.*, 2000).

Dále je dobrým zdrojem fosforu (vázán ve fosfolipidech), železa, vápníku, síry, manganu, jódu a selenu. Z vitamínů jsou ve žloutku obsaženy lipofilní vitamíny (A, D, E, K) i hydrofilní, z nich především vitamíny skupiny B a kyselina pantotenová (Zdrojewicz *et al.*, 2016).

2 Cíl práce

Cílem práce je stanovit kvalitativní ukazatele slepičích vajec z různých typů chovu dostupných v tržní síti v České republice a porovnat jejich případné rozdíly. Získané výsledky posoudit a statisticky vyhodnotit.

3 Materiál a metodika

Pro stanovení kvalitativních ukazatelů byly použity vzorky ze tří typů chovů slepic:

- volný (domácí);
- halový;
- obohacené klece.

V každém vzorku bylo 10 vajec. Datum snášky jednotlivých vzorků bylo následující:

- volný chov: 16. a 17. 10. 2021;
- halový chov: 12. 10. 2021;
- klecový chov: 10. 10. 2021.

Hodnocení proběhlo 19. 10. a 20. 10. 2021 v laboratoři Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů Fakulty zemědělské a technologické Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. K hodnocení byly použity váhy Kern PCB (Kern, Německo), ovoskop ON-10 (Magikon, Rusko), kyselina octová 99% (PENTA Chemicals, ČR), posuvné měřítko, mikrometrický šroub, Petriho misky, hodinové sklíčko, odměrný válec 1000 ml (Fisher, Německo).

Metody zkoušení proběhly podle normy ČSN 57 0116 a získané výsledky byly porovnány s požadavky normy ČSN 57 2109.

Získané údaje byly zaznamenány a vyhodnoceny v programu MS EXCEL (Microsoft, USA).

4 Výsledky a diskuse

Podklady pro výpočty, porovnání výsledků a rozdílů mezi chovy byly stanovené na základě provádění jednotlivých metod zkoušení jakosti. Naměřené hodnoty pro výpočty tvarových indexů, indexu tuhého bílku, žloutku, Haughových jednotek a tloušťky skořápky jsou zaznamenány v tabulkách v příloze.

Pro identifikaci byla jednotlivá vejce označena černým permanentním fixem:

- volný chov: A1-A10;
- halový chov: B1-B9;
- klecový chov: C1-C10.

Před hodnocením došlo k prasknutí jednoho vejce z halového chovu a bylo vyřazeno. Během hodnocení se roztekl žloutek u vzorků A7 a C2.

Prováděny byly následující metody zkoušení:

Stanovení hmotnosti vajec

Podstata: zjistit hmotnost vajec a rozdíly v hmotnosti.

Každé vejce se zvážilo pomocí elektronické váhy s přesností na 3 desetinná místa.

Zjištění neporušenosti skořápky

Podstata: zjistit celistvost nebo poškození skořápky.

Posuzovalo se vizuálně při prosvícení vejce prosvětlovačem a sluchem při poklepu.

Určení velikosti vzduchové bubliny

Podstata: změřit výšku vzduchové bubliny.

Při prosvícení se pomocí speciálního měřidla změřila výška vzduchové bubliny.

Stanovení tvarových indexů

Podstata: na základě změření délky os a jejich částí se stanoví index tvaru a index vejčitosti.

Pomocí posuvného měřidla se změřila osa délky a osa šířky, naměřené hodnoty byly přeneseny na papír a byl vyznačen průsečík, hodnoty byly následně dosazeny do vzorečků.

Index tvaru I_t : (v %, resp. relativní hodnotě)

$$I_t = \frac{\check{s}}{d} \cdot 100 \qquad I_t = \frac{d}{\check{s}}$$

\check{s} – délka krátké osy [mm];

d – délka dlouhé osy [mm].

Index vejčitosti I_v :

$$I_v = \frac{a}{d}$$

a – délka části dlouhé osy od tupého konce po průsečík s krátkou osou [mm];

d – délka dlouhé osy [mm].

Posouzení výskytu masových a krevních skvrn

Podstata: u vyklepnutého vejce se vizuálně posoudí přítomnost krevních a masových skvrn.

Stanovení indexu tuhého bílku, indexu žloutku a Haughovy jednotky

Podstata: na základě změření poměrů plochy a výšky tuhého bílku a totéž u žloutku, po jeho oddělení.

Pomocí posuvného měřidla se změřila plocha tuhého bílku a jeho výška zařizovaným mikrometrickým šroubem. Po oddělení žloutku proběhlo stejné měření i u něj. Změřené hodnoty se dosadily do vzorečků pro výpočet indexu tuhého bílku, žloutku a Haughových jednotek.

Index tuhého bílku:

$$I_b = \frac{v}{\xi}$$

v – výška vrstvy tuhého bílku [mm];

ξ – průměrný délkový rozměr plochy tuhého bílku [mm].

Index žloutku:

$$I_z = \frac{v}{\xi}$$

v – výška kulového vrchlíku žloutku [mm];

ξ – průměrný délkový rozměr plochy žloutku [mm].

Haughovy jednotky: udávají jakost vajec na základě vztahu mezi výškou tuhého bílku a hmotností vejce.

$$100 \log (v + 7,6 - 1,7 \cdot h^{0,37})$$

v – výška vrstvy tuhého bílku [mm];

h – hmotnost vejce [g].

Stanovení tloušťky skořápky

Podstata: změřit tloušťku skořápky.

Pomocí digitálního posuvného měřidla se změřila tloušťka skořápky ve třech místech, výsledkem je průměr těchto měření.

4.1 Kvalitativní ukazatele vajec – volný (domácí) chov

V tabulce 4.1 jsou zaznamenány kvalitativní ukazatele vajec z volného (domácího) typu chovu, stanovené před rozklepnutím (hmotnost, neporušenost skořápky, velikost vzduchové bubliny, index tvaru a index vejčitosti) a v tabulce 4.2 po rozklepnutí (výskyt masových a krevních skvrn, index tuhého bílku, index žloutku, Haughovy jednotky a tloušťka skořápky).

Tabulka 4.1: Kvalitativní ukazatele vajec z volného chovu (domácí) před rozklepnutím

Vzorek	Hmotnost [g]	Neporušenost skořápky	Výška vzduch. bubliny [mm]	Index tvaru	Index vejčitosti
A1	55,763	Neporušená	2	67,27 % 1,49	0,42
A2	51,430	Neporušená	2	76,92 % 1,30	0,38
A3	62,104	Neporušená	3	69,09 % 1,45	0,35
A4	55,160	Neporušená	1	73,58 % 1,36	0,45
A5	59,219	Neporušená	3	77,36 % 1,29	0,45
A6	58,958	Neporušená	2	75,93 % 1,32	0,41
A7	53,594	Neporušená	3	75,00 % 1,33	0,40
A8	49,549	Neporušená	3	74,51 % 1,34	0,37
A9	58,093	Neporušená	3	74,47 % 1,33	0,34
A10	49,781	Neporušená	3	78,00 % 1,28	0,38

Steinhauserová *et al.* (2003) uvádí, že hmotnost vajec je proměnlivá (30-80 g), za standardní se považuje hmotnost 58-62 g. Z tabulky 4.1 vyplývá, že se jednalo o menší vejce, jejichž hmotnost se pohybovala v rozmezí 49,549-62,104 g.

Skořápka nebyla porušena u žádného vzorku.

Výška vzduchové bubliny by dle Matouška *et al.* (2013) i Steinhauserové *et al.* (2003) měla být pro zařazení do I. třídy jakosti maximálně 6 mm vysoká. Z tabulky je zřejmé, že byla poměrně stálá u všech vzorků (2 nebo 3 mm), u jednoho vzorku (A4) byla menší (1 mm). Vzorky splnily požadavky I. třídy jakosti.

Index tvaru se, dle většiny autorů, v ideálních hodnotách pohybuje v rozmezí 1,3-1,4 (74-75 %). Naměřené hodnoty byly v rozpětí 1,28-1,49, což nepředstavuje významný rozdíl od referenčních hodnot tvaru. Dva vzorky (A5 a A10) byly těsně pod hranicí a dva (A1 a A3) nad hranicí typických vajec.

Optimální hodnota indexu vejčitosti je 0,38. Této hodnoty dosáhly dva vzorky (A2 a A10), ostatní vzorky se pohybují v její blízkosti. Naměřené rozmezí činilo 0,34-0,45.

Tabulka 4.2: Kvalitativní ukazatele vajec z volného chovu (domácí) po rozklepnutí

Vzorek	Krevní a masové skvrny	Index TB	Index Ž	Haughovy jednotky	Tloušťka skořápky [mm]
A1	Ne	0,067	0,41	84,96	0,45
A2	Ne	0,117	0,51	96,83	0,47
A3	Ne	0,080	0,51	83,04	0,45
A4	Ne	0,090	0,47	85,15	0,43
A5	2	0,131	0,48	99,58	0,45
A6	Ne	0,156	0,49	107,62	0,45
A7	Ne	0,125	žloutek vytekl	96,30	0,37
A8	Ne	0,153	0,52	101,68	0,45
A9	1	0,121	0,49	95,22	0,47
A10	Ne	0,154	0,48	101,63	0,46

Ve vejcích by neměly být zjištěny žádné krevní ani masové skvrny. To pro téměř všechny vzorky platilo. Ve dvou případech (A5 a A9) bylo zjištěno nepatrné množství krevních skvrn.

Index tuhého bílku, podle kterého posuzujeme jeho kvalitu, se podle některých autorů ideálně pohybuje v rozmezí 0,012-0,150. Ledvinka *et al.* (2009) stanovují referenční hodnoty indexu tuhého bílku (TB) mezi 0,05-0,12. Z tabulky plyne, že mezi jednotlivými vzorky byly zjištěny rozdíly. Většina hodnot se pohybovala v horní polovině optimálního rozmezí. Dva vzorky (A6 a A10) těsně překročily horní hranici.

Optimální index žloutku se podle Ledvinky *et al.* (2009) pohybuje v rozmezí 0,35-0,45, Steinhauserová *et al.* (2003) toto referenční rozmezí rozšiřují na 0,30-0,58. Mezi jednotlivými vzorky nebyly patrné velké rozdíly (0,47-0,52), pouze vzorek A1 dosáhl výrazněji nižší hodnoty (0,41). Všechna vejce dosahovala zjištěnými parametry do oblasti referenčních hodnot.

Haughovy jednotky by měly ideálně oscilovat poblíž hodnoty 80, starší vejce mohou mít hodnotu nižší (Václavovský *et al.*, 2000). Tuto hodnotu přesáhly všechny vzorky, tři vzorky (A1, A3 a A4) měly hodnotu mezi 80-90, čtyři vzorky (A2, A5, A7 a A9) mezi 90-100 a tři vzorky (A6, A7 a A8) dokonce vyšší než 100.

Skořápka slepičích vajec by měla mít optimální tloušťku 0,30-0,42 mm (Steinhauserová *et al.*, 2003). Naměřené hodnoty ukázaly relativně tlustou skořápku (v průměru 0,45 mm) oproti normovaným veličinám, výrazněji se odlišuje pouze vzorek A7.

4.2 Kvalitativní ukazatele vajec – halový chov

V tabulce 4.3 jsou zaznamenány kvalitativní ukazatele vajec z halového typu chovu, stanovené před rozklepnutím (hmotnost, neporušenost skořápky, velikost vzduchové bubliny, index tvaru a index vejčitosti) a v tabulce 4.4 po rozklepnutí (výskyt masových a krevních skvrn, index tuhého bílku, index žloutku, Haughovy jednotky a tloušťka skořápky).

Tabulka 4.3: Kvalitativní ukazatele vajec z halového chovu před rozklepnutím

Vzorek	Hmotnost [g]	Neporušenost skořápky	Výška vzduch. bubliny [mm]	Index tvaru	Index vejčitosti
B1	82,624	Malá prasklinka	4	73,02 % 1,37	0,38
B2	91,010	Neporušená	4	72,31 % 1,38	0,38
B3	84,846	Neporušená	3	73,02 % 1,37	0,41
B4	72,416	Neporušená	3	81,82 % 1,22	0,45
B5	89,499	Neporušená	4	68,18 % 1,47	0,36
B6	84,497	Neporušená	3	76,67 % 1,30	0,42
B7	89,762	Neporušená	3	78,69 % 1,27	0,46
B8	77,709	Neporušená	4	73,78 % 1,36	0,43
B9	71,691	Naprasklá	4	73,77 % 1,36	0,44

Steinhauserová *et al.* (2003) uvádí, že hmotnost vajec je proměnlivá (30-80 g), za standardní se považuje hmotnost 58-62 g. Tato vejce byla nadprůměrně velká a hmotnostně nevyrovnaná, jejich hmotnost se pohybovala mezi 71,691-91,010 g.

Skořápka by měla být neporušená. U vzorku B9 se objevila naprasklá skořápka, podskořápečné blány poškozené nebyly. Na skořápce vzorku B1 byla zjištěna malá prasklinka. V obou případech se jednalo o mikročrap. Ostatní skořápky byly neporušené.

Výška vzduchové bubliny by dle Matouška *et al.* (2013) i Steinhauserové *et al.* (2003) měla být pro zařazení do I. třídy jakosti maximálně 6 mm vysoká. Výška vzduchové bubliny se u jednotlivých vzorků příliš nelišila. Naměřené hodnoty byly 2 nebo 3 mm, takže vejce odpovídala požadavkům pro I. třídu jakosti.

Index tvaru se, dle většiny autorů, v ideálních hodnotách pohybuje v rozmezí 1,3-1,4 (74-75 %). Z tabulky je patrné, že tento parametr se u většiny vajec nacházel v oblasti ideálních hodnot. Dva vzorky (B4 a B7) vykazovaly hodnotu lehce nižší, vzorek B5 naopak vyšší.

Optimální hodnota indexu vejčitosti je 0,38. Vzorky B1 a B2 měly ideální hodnotu, vzorek B5 se přiblížil (0,36). Některé vzorky (B4 a B7) měly od této hodnoty výraznější rozdíl.

Tabulka 4.4: Kvalitativní ukazatele vajec z halového chovu po rozklepnutí

Vzorek	Krevní a masové skvrny	Index TB	Index Ž	Haughovy jednotky	Tloušťka skořápky [mm]
B1	2	0,089	0,39;0,44	77,05	0,38
B2	3	0,075	0,43	74,65	0,42
B3	Ne	0,062	0,40	76,81	0,43
B4	1	0,061	0,45	80,00	0,42
B5	Ne	0,072	0,44	82,20	0,45
B6	2	0,088	0,46	83,39	0,43
B7	Ne	0,086	0,36	82,11	0,45
B8	Ne	0,086	0,46	85,06	0,41
B9	1	0,065	0,40	125,00	0,44

Ve vejcích by neměly být zjištěny žádné krevní ani masové skvrny. V těchto vzorcích se objevily nejčastěji malé krevní skvrny. Nejvíce skvrnek bylo ve vzorku B2, naopak ve vzorcích B3, B5, B7 a B8 nebyly žádné.

Index tuhého bílku, podle kterého posuzujeme jeho kvalitu, se podle některých autorů ideálně pohybuje v rozmezí 0,012-0,150. Ledvinka *et al.* (2009) stanovují referenční hodnoty indexu TB mezi 0,05-0,12. Z tabulky je patrné, že všechny vzorky dosáhly hodnoty ve spodní polovině a středu toho rozpětí (0,061-0,089).

Optimální index žloutku se podle Ledvinky *et al.* (2009) pohybuje v rozmezí 0,35-0,45, Steinhauserová *et al.* (2003) toto referenční rozmezí rozšiřují od 0,30-0,58. Ve vzorku B1 byly obsaženy 2 žloutky. S výjimkou vzorku B7 (0,36) se všechny hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,40-0,46.

Haughovy jednotky by měly ideálně dosahovat hodnot okolo 80, starší vejce mohou mít hodnotu nižší (Václavovský *et al.*, 2000). Tři vzorky (B1, B1 a B3) měly hodnotu nižší, ale ještě v toleranci. Vzorek B9 měl hodnotu 125. Ostatní vzorky se pohybovaly mezi 80,00-85,06.

Skořápka slepičích vajec by měla mít optimální tloušťku 0,30-0,42 mm (Steinhauserová *et al.*, 2003). Všechny vzorky se pohybovaly na horní hranici nebo těsně nad ní – v rozmezí 0,38-0,45 mm.

4.3 Kvalitativní ukazatele vajec – obohacené klece

V tabulce 4.5 jsou zaznamenány kvalitativní ukazatele vajec z chovu v obohacených klecích, stanovené před rozklepnutím (hmotnost, neporušenost skořápky, velikost vzduchové bubliny, index tvaru a index vejčitosti) a v tabulce 4.6 po rozklepnutí (výskyt masových a krevních skvrn, index tuhého bílku, index žloutku, Haughovy jednotky a tloušťka skořápky).

Tabulka 4.5: Kvalitativní ukazatele vajec z chovu v obohacených klecích před rozklepnutím

Vzorek	Hmotnost [g]	Neporušenost skořápky	Výška vzduch. bubliny [mm]	Index tvaru	Index vejčitosti
C1	61,783	Neporušená	2	78,18 % 1,28	0,44
C2	70,626	Neporušená	3	77,19 % 1,30	0,42
C3	63,759	Neporušená	3	79,63 % 1,26	0,41
C4	63,334	Neporušená	2	73,21 % 1,37	0,41
C5	62,716	Neporušená	2	81,13 % 1,23	0,42
C6	61,537	Neporušená	2	81,48 % 1,23	0,44
C7	65,841	Neporušená	2	75,00 % 1,33	0,45
C8	61,299	Neporušená	3	74,55 % 1,34	0,42
C9	68,895	Neporušená	3	75,44 % 1,33	0,32
C10	70,030	Neporušená	1	78,57 % 1,27	0,43

Steinhauserová *et al.* (2003) uvádí, že hmotnost vajec je proměnlivá (30-80 g), za standardní se považuje hmotnost 58-62 g. Hmotnost vajec z chovu v obohacených klecích se pohybovala v rozmezí 61,299-70,626 g. Většina vzorků se pohybovala při spodní hranici naměřených hodnot.

Skořápka by měla být neporušená. Z tabulky 4.5 je patrné, že žádný vzorek porušenou skořápku neměl.

Výška vzduchové bubliny by dle Matouška *et al.* (2013) i Steinhauserové *et al.* (2003) měla být pro zařazení do I. třídy jakosti maximálně 6 mm vysoká. Naměřené výšky vzduchové bubliny u vajec z chovu v obohacených klecích byly v rozmezí 1-3 mm.

Index tvaru se, dle většiny autorů, v ideálních hodnotách pohybuje v rozmezí 1,3-1,4 (74-75 %). Polovina vzorků se v tomto rozmezí pohybovala (C2, C4, C7, C8, C9) druhá polovina (C1, C3, C5, C6, C10) měla hodnoty těsně nižší, což nepředstavuje výrazný rozdíl v tvaru.

Optimální hodnota indexu vejčitosti je 0,38. S výjimkou vzorku C9, který dosáhl výrazněji nižší hodnoty (0,32), se ostatní pohybovaly v rozmezí 0,41-0,45.

Tabulka 4.6: Kvalitativní ukazatele vajec z chovu v obohacených klecích po rozklepnutí

Vzorek	Krevní a masové skvrny	Index TB	Index Ž	Haughovy jednotky	Tloušťka skořápky [mm]
C1	Pár malých	0,080	0,50	83,14	0,42
C2	Ne		rozteklo se		0,39
C3	Ne	0,103	0,45	88,60	0,40
C4	Ne	0,071	0,45	82,67	0,42
C5	4	0,118	0,45	94,15	0,39
C6	Několik	0,118	0,46	94,42	0,41
C7	Ne	0,089	0,43	88,06	0,41
C8	Ne	0,086	0,44	89,24	0,40
C9	Ne	0,103	0,51	92,74	0,43
C10	1	0,081	0,44	80,70	0,40

Ve vejcích by neměly být zjištěny žádné krevní ani masové skvrny. U čtyř vzorků (C1, C5, C6 a C10) se ovšem objevily malé krevní skvrnky.

Index tuhého bílku, podle kterého posuzujeme jeho kvalitu, se podle některých autorů ideálně pohybuje v rozmezí 0,012-0,150. Ledvinka *et al.* (2009) stanovují referenční hodnoty indexu TB mezi 0,05 až 0,12. Všechny vzorky dosáhly výsledků v horní polovině tohoto rozpětí. Naměřené hodnoty se pohybovaly mezi 0,071-0,118.

Optimální index žloutku se podle Ledvinky *et al.* (2009) pohybuje v rozmezí 0,35-0,45, Steinhauserová *et al.* (2003) toto referenční rozmezí rozšiřují od 0,30 do 0,58. Z tabulky 4.6 vyplývá, že se index žloutku pohyboval na podobných hodnotách (0,43-0,46) u téměř všech vzorků, kolem horní hranice referenčního rozmezí. Vzorky C1 a C9 měly vyšší hodnoty – 0,50, resp. 0,51.

Haughovy jednotky by měly ideálně dosahovat hodnoty 80, starší vejce mohou mít hodnotu nižší (Václavovský *et al.*, 2000). Tuto hranici překročily všechny vzorky, naměřené veličiny se pohybovaly v rozmezí 80,70-94,42.

Optimum tloušťky skořápky slepičích vajec činí 0,30-0,42 mm (Steinhauserová *et al.*, 2003). Naměřené hodnoty se nacházely v intervalu 0,39-0,43 mm. Vyplývá z toho, že všechny vzorky z tohoto typu chovu mají ideální tloušťku skořápky.

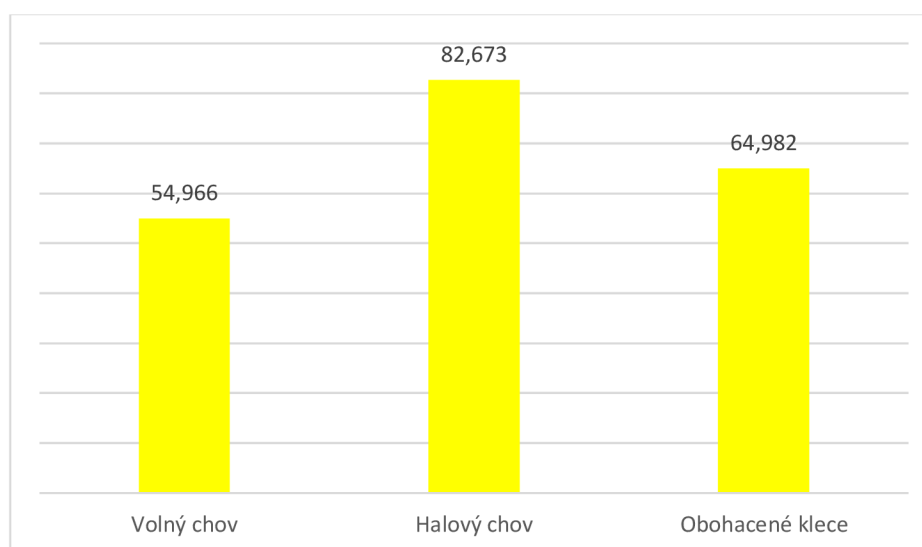
4.4 Rozdíly v jednotlivých metodách a porovnání se standardy jakosti

V některých metodách se výsledky jednotlivých druhů chovu příliš nelišily. Rozdíly byly patrné nikoliv výrazné. Vliv na rozdíly má kromě způsobu chovu zejména plemeno, věk nosnice, snáška a výživa. Pro porovnání rozdílů byly využity průměrné hodnoty vzorků z jednotlivých typů chovu.

4.4.1 Hmotnost vajec

Graf 4.1 zobrazuje porovnání průměrné hmotnosti vzorků z jednotlivých druhů chovu. Hmotnost je měřena v gramech.

Graf 4.1: Průměrná hmotnost vajec v jednotlivých chovech [g]



Z grafu je jednoznačně vidět, že vejce z domácího chovu byla nejmenší a nejlehčí, naopak vejce z chovu halového byla výrazně hmotnostně nadprůměrná.

Jestliže porovnáme průměrnou hmotnost, vejce z domácího chovu by patřila ke spodní hranici hmotnostní skupiny M, vejce z halového chovu do hmotnostní skupiny XL a z klecového chovu do spodní poloviny hmotnostní skupiny L.

4.4.2 Neporušenost skořápky

V tabulce 4.7 jsou zaznamenána porušení skořápky jednotlivých vzorků (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece).

Tabulka 4.7: Zjištění neporušenosti skořápky (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece)

Vzorek	Skořápka	Vzorek	Skořápka
A1	Neporušená	A6	Neporušená
A2	Neporušená	A7	Neporušená
A3	Neporušená	A8	Neporušená
A4	Neporušená	A9	Neporušená
A5	Neporušená	A10	Neporušená
B1	Malá prasklinka	B6	Neporušená
B2	Neporušená	B7	Neporušená
B3	Neporušená	B8	Neporušená
B4	Neporušená	B9	Naprasklá
B5	Neporušená		
C1	Neporušená	C6	Neporušená
C2	Neporušená	C7	Neporušená
C3	Neporušená	C8	Neporušená
C4	Neporušená	C9	Neporušená
C5	Neporušená	C10	Neporušená

Jak z tabulky 4.7 vyplývá, porušenou skořápku měly pouze dva vzorky z halového chovu. U obou vzorků se jednalo o mikročrap. Ani v jednom případě nebyly porušené podskořápečné blány.

4.4.3 Výška vzduchové bubliny

V tabulce 4.8 jsou zaznamenány hodnoty výšky vzduchové bubliny u jednotlivých vzorků (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece).

Tabulka 4.8: Výška vzduchové bubliny (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece) [mm]

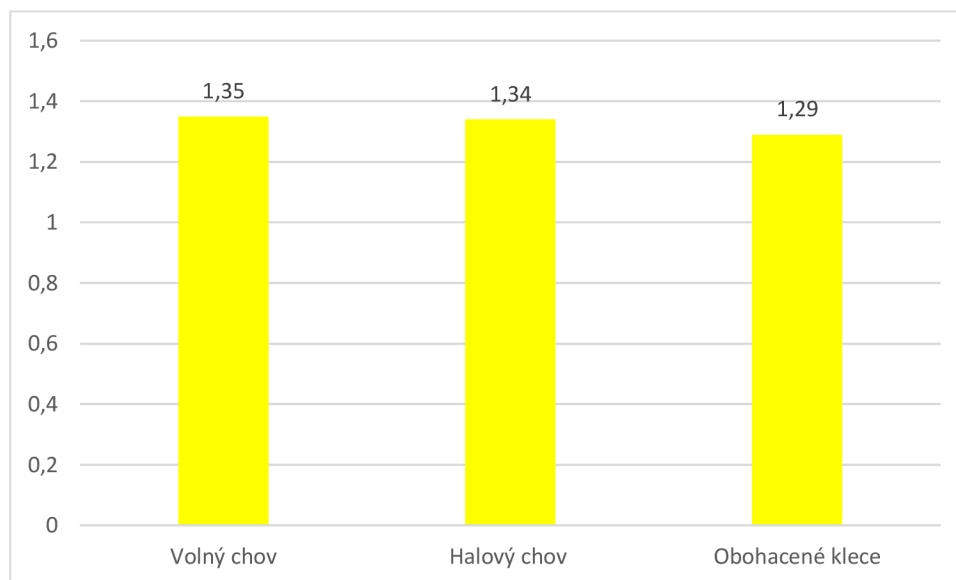
Vzorek	Výška	Vzorek	Výška
A1	2	A6	2
A2	2	A7	3
A3	3	A8	3
A4	1	A9	3
A5	3	A10	3
B1	4	B6	3
B2	4	B7	3
B3	3	B8	4
B4	3	B9	4
B5	4		
C1	2	C6	2
C2	3	C7	2
C3	3	C8	3
C4	2	C9	3
C5	2	C10	1

U tohoto údaje nebyly patrné viditelné rozdíly mezi volným (průměr 2,5 mm) a klecovým chovem (průměr 2,4 mm). Vejce z halového chovu měly v průměru o 1 mm vyšší vzduchovou bublinu. Vejce ze všech typů chovu v této metodě by podle Matouška *et al.* (2013) i Steinhäuserové *et al.* (2003) patřila do I. třídy jakosti.

4.4.4 Tvarové indexy vajec

Graf 4.2 zobrazuje porovnání průměrné hodnoty indexu tvaru vzorků z jednotlivých typů chovu.

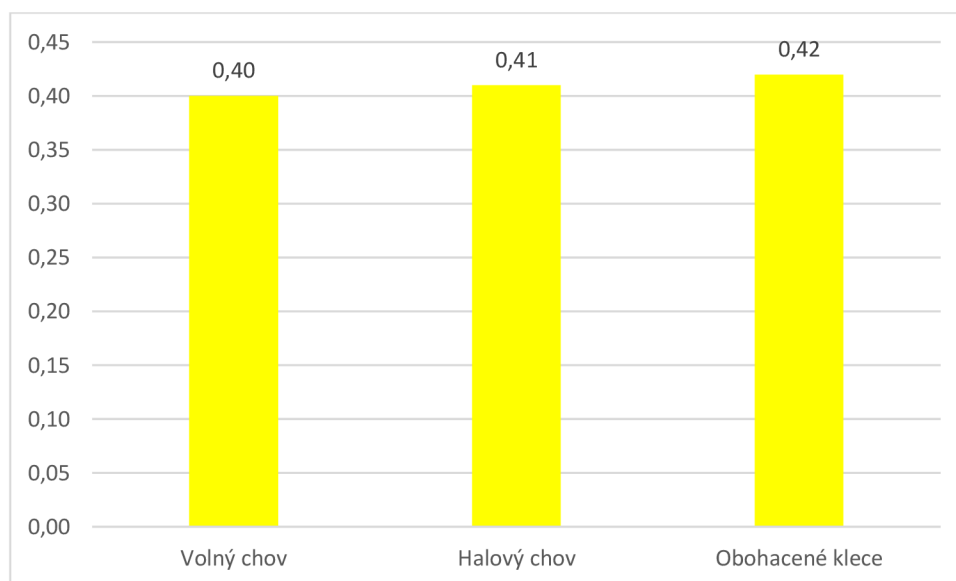
Graf 4.2: Průměr indexu tvaru v jednotlivých typech chovu



Mezi průměrnými vejci z jednotlivých chovů nebyl výrazný tvarový rozdíl.

Graf 4.3 zobrazuje porovnání průměrné hodnoty indexu vejčitosti vzorků z jednotlivých druhů chovu.

Graf 4.3: Průměr indexu vejčitosti v jednotlivých typech chovu



Z hlediska indexu vejčitosti se k hodnotě pro typické vejce nejvíce přiblížila vejce z domácího chovu (průměr 0,40). Ovšem ani v této metodě, jak je možné vyčíst z grafu 4.3, nebyly zjevné rozdíly mezi jednotlivými typy chovů.

4.4.5 Výskyt masových a krevních skvrn

V tabulce 4.9 je zaznamenán výskyt masových a krevních skvrn u jednotlivých vzorků (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece).

Tabulka 4.9: Posouzení výskytu masových a krevních skvrn (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece).

Vzorek	Skvrny	Vzorek	Skvrny
A1	Ne	A6	Ne
A2	Ne	A7	Ne
A3	Ne	A8	Ne
A4	Ne	A9	1
A5	2	A10	Ne
B1	2	B6	2
B2	3	B7	Ne
B3	Ne	B8	Ne
B4	1	B9	1
B5	Ne		
C1	Pár malých	C6	Několik
C2	Ne	C7	Ne
C3	Ne	C8	Ne
C4	Ne	C9	Ne
C5	1	C10	1

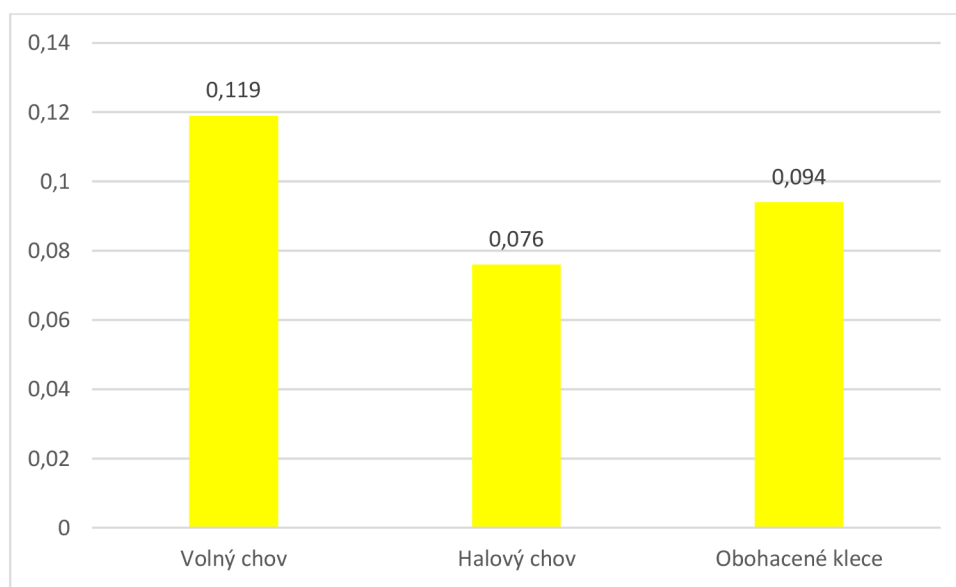
Z tabulky 4.9 plyne, že k výskytu skvrn došlo u 2 a více vzorků z každého typu chovu. Nejvíce jich bylo ve vzorcích z halového typu chovu (B1, B2, B4, B6, B9). Ve všech případech se jednalo o krevní skvrny.

4.4.6 Index tuhého bílku a žloutku, Haughovy jednotky

Největší rozdíly mezi jednotlivými typy chovů byly patrné v hodnotách indexu tuhého bílku.

Graf 4.4 zobrazuje porovnání průměrné hodnoty indexu tuhého bílku vzorků z jednotlivých druhů chovu.

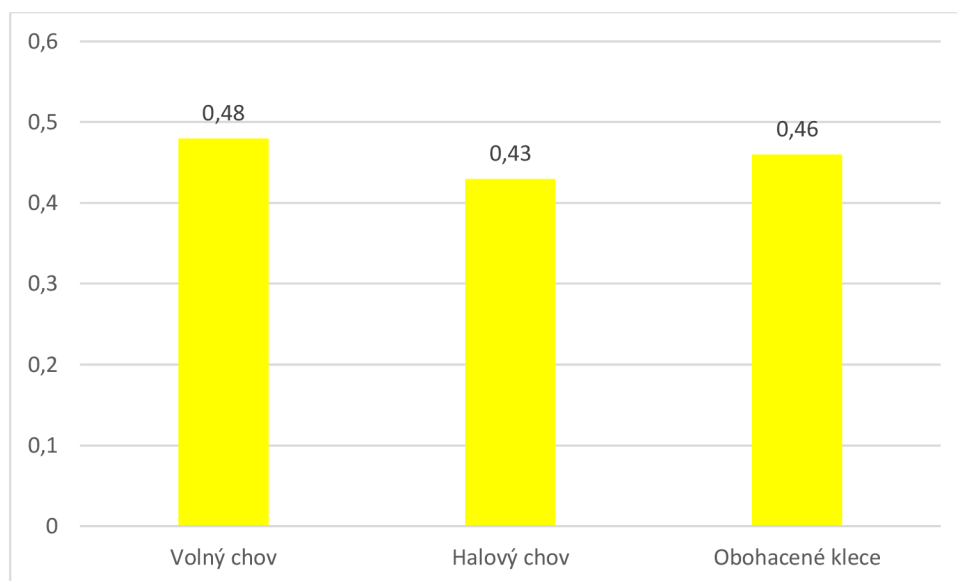
Graf 4.4: Průměrná hodnota indexu tuhého bílku v jednotlivých chovech



Nejvyšších hodnot dosáhla vejce z volného chovu. Naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny u vajec z halového chovu, avšak stále s dobrou kvalitou.

Graf 4.5 zobrazuje porovnání průměrné hodnoty indexu žloutku vzorků z jednotlivých druhů chovu.

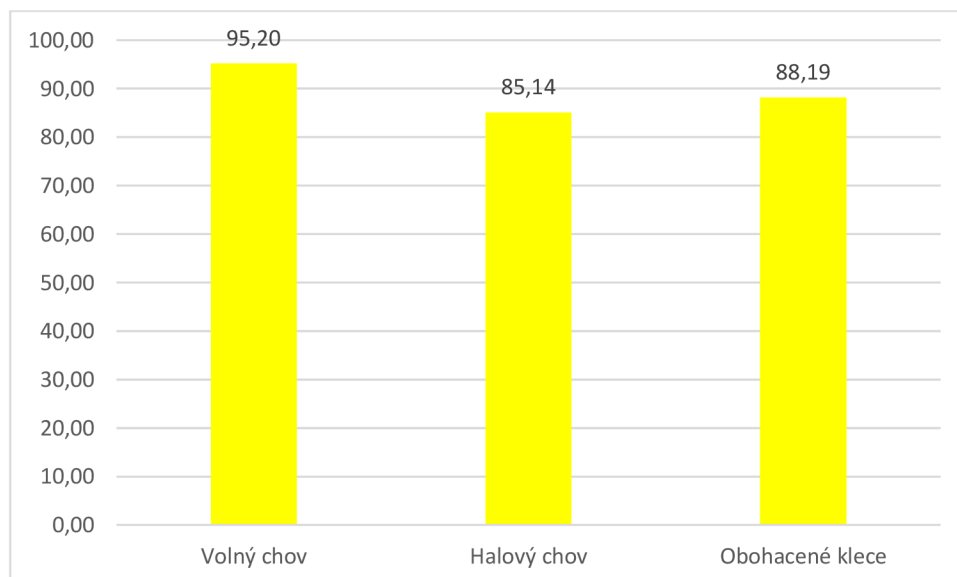
Graf 4.5: Průměrná hodnota indexu žloutku v jednotlivých chovech



Jak vyplývá z grafu, co se týče indexu žloutku, nejsou výrazné rozdíly. Vzorky ze všech tří typů chovu se pohybovaly na horní hranici optimálního rozmezí. Nejlépe vycházela vejce z volného chovu.

Graf 4.6 zobrazuje porovnání průměrné hodnoty jakosti vajec, udávané v Haughových jednotkách, u vzorků z jednotlivých druhů chovu.

Graf 4.6: Průměrná hodnota Haughových jednotek vajec v jednotlivých chovech

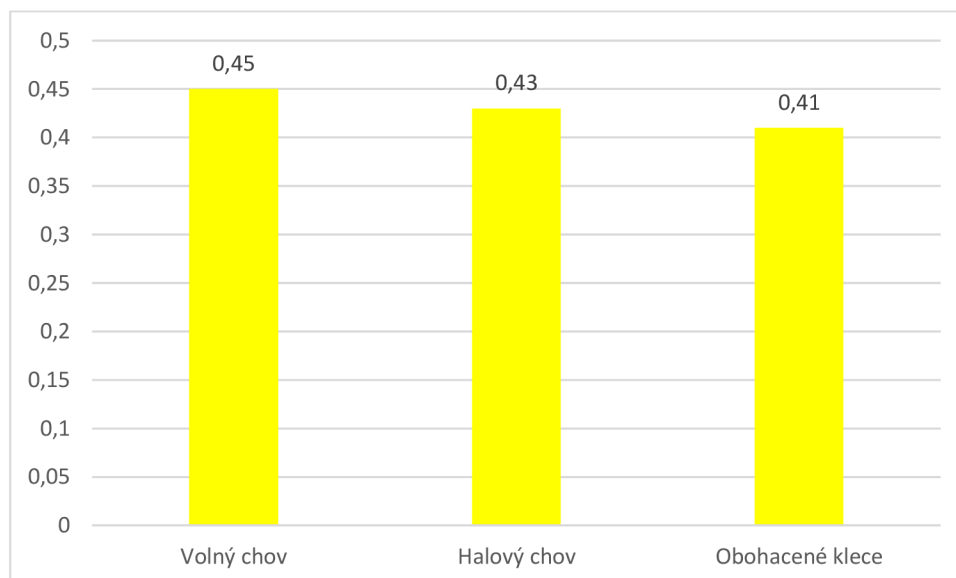


Z grafu vyplývá, že nejvyšší průměrné hodnoty měla vejce z volného chovu. Vejce z halového a klecového chovu dosáhla podobných, také nadprůměrných, hodnot.

4.4.7 Tloušťka skořápky

Graf 4.7 zobrazuje porovnání průměrné tloušťky skořápky vzorků z jednotlivých druhů chovu. Tloušťka skořápky je měřena v gramech.

Graf 4.7: Průměrná tloušťka skořápky vajec v jednotlivých chovech [mm]



Z grafu je patrné, že vejce ze sledovaných typů chovu, měla poměrně tlustou skořápku. Rozdíly mezi chovy nebyly příliš velké. Největší tloušťku skořápky měla vejce z volného chovu. Neoptimálnější tloušťku měla vejce z obohacených klecí.

Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala kvalitou slepičích vajec. Jejím cílem bylo vyhodnotit kvalitativní ukazatele vajec z různých druhů chovu (domácího, halového a klecového) a tyto ukazatele mezi sebou porovnat. Parametry byly vyhodnocené na základě údajů z vlastního výzkumu.

Mezi jednotlivými typy chovů nebyly patrné výrazné rozdíly. Ve všech metodách se výsledky pohybovaly kolem průměrných hodnot. Všechna vejce byla podobná tvarem, ve velikosti a hmotnosti byly zjištěny největší rozdíly. Nejvyšší hmotnosti byly zjištěny u vajec z halového chovu, která odpovídala hmotnostní skupině XL, vejce z chovu v obohacených klecích skupině L a vejce z volného chovu, skupině M. Z většiny posuzovaných metod dopadla jako nejkvalitnější vejce z volného (domácího) chovu. Tato vejce měla výrazně vyšší hodnoty indexu tuhého bílku než ostatní (0,199), vejce z chovu v obohacených klecích dosáhla hodnoty 0,094 a vejce z halového typu chovu hodnoty 0,076. Také index žloutku byl mírně vyšší u vajec z volného (domácího) chovu (0,48), oproti ostatním. Index jakosti, udávaný v Haughových jednotkách, měla nadprůměrný (95,20). Zbylé dva typy dosáhly také dobrých hodnot – chov v obohacených klecích 88,19, halový chov 85,14. Vejce z chovu v obohacených klecích měla neoptimálnější tloušťku skořápky (0,41 mm).

Z celkového porovnání výsledků nebyly patrné významné rozdíly mezi typy chovů. Ze zkoumání vyšla jako nejkvalitnější vejce z volného (domácího chovu). Na tyto výsledky mají vliv podmínky, ve kterých jsou slepice chovány. Úroveň welfare je vyšší ve volných (domácích) chovech.

Seznam použité literatury

Dong, X. a Zhang, Y-O. (2021). An insight on egg white: From most common functional food to biomaterial application. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 109(7):1045-1058. ISSN 1552-4973. Doi:10.1002/jbm.b.34768.

Duman, M. *et al.* (2016). *Relation between egg shape index and egg quality characteristics*. Doi:10.1399/eps.2016.117.

Duncan, I. J. H., 2001. The pros and cons of cages. *World's Poultry Science Journal*, 57(4):381-390. ISSN 0043-9339. Doi:10.1079/WPS20010027.

Hata, A. *et al.* (2021). Origin and evolutionary history of domestic chickens inferred from a large population study of Thai red junglefowl and indigenous chickens. *Scientific Reports*, 11(1). ISSN 2045-2322. Doi:10.1038/s41598-021-81589-7.

Kadlec, P. *et al.* (2012). *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. První vydání. Key Publishing, Ostrava. ISBN 978-80-7418-145-0.

Košář, K. *et al.* (2004). *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu drůbeže*. První vydání. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha. ISBN 80-86454-46-0.

Kuksis, A. (1992). Yolk lipids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Lipids and Lipid Metabolism*, 1124(3):205-222. ISSN 00052760. Doi:10.1016/0005-2760(92)90132-F.

Ledvinka, Z. *et al.* (2009). *Vybrané kapitoly z chovu drůbeže*. Druhé vydání. Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra speciální zootechniky, Praha. ISBN 978-80-213-1921-9.

Matoušek, V. *et al.* (2013). *Chov hospodářských zvířat II*. První vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-392-9.

Mazzuco, H. a Bertechini, A. G. (2014). Critical points on egg production: causes, importance and incidence of eggshell breakage and defects. *Ciência e Agrotecnologia*. 38(1):07-14. ISSN 1413-7054. Doi:10.1590/S1413-70542014000100001.

Nařízení komise (ES) č. 589/2008: kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy pro vejce.

Rhodes, D. N. a Lea, C. H. (1957). Phospholipids. 4. On the composition of hen's egg phospholipids. *Biochemical Journal*, 65(3):526-533. ISSN 0306-3283. Doi:10.1042/bj0650526.

Samková, E. *et al.* (2020). *Kvalita vybraných zemědělských produktů*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-840-5.

Skřivan, M. (2000). *Drůbežnictví 2000*. První vydání. Agrospoj, Praha. ISBN 80-239-4225-5.

Steinhauserová, I *et al.* (2003). *Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu*. První vydání. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno. ISBN 80-7305-462-0.

Stevens, L. (1991). Egg white proteins. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 1-9. ISSN 03050491. Doi:10.1016/0305-0491(91)90076-P.

Sugino, H. *et al.* (2018). General Chemical Composition of Hen Eggs. *Hen Eggs*. ISBN 9780203752081. Doi:10.1201/9780203752081-2.

Tůmová, E. (2020). *Chov drůbeže*. Druhé, aktualizované vydání. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-88306-05-4.

Václavovský, J. *et al.* (2000). *Chov drůbeže*. První vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-446-9.

Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat.

Výmola, J. (1994). *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Apros, Praha. ISBN 80-901-1004-5.

Wangensteen, O.D. *et al.* (1970). Diffusion of gases across the shell of the hen's egg. *Respiration Physiology*. 11(1):16-30 ISSN 00345687. Doi:10.1016/0034-5687(70)90099-X.

Zdrojewicz, Z. *et al.* (2016). Hen's egg as a source of valuable biologically active substances. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 70:751-759. ISSN 1732-2693. Doi:10.5604/17322693.1208892.

Internetové zdroje

Boháčková, B. (2014). *Jak poznáme kvalitu? Vejce*. [online] Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, Praha. [cit. 2022-01-26]. ISBN 978-80-87719-16-9. Dostupné z: https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/publikace/2014_SCS_Vejce_web.pdf.

Dunkley, C. (2010). *Commercial egg tip: A brief look at different housing systems for commercial layers*. [online] [cit. 2022-01-22]. Dostupné z: <https://www.poultryventilation.com/sites/default/files/EGG11-2010.pdf>.

Kaluža, M. a Konvalinová, J. (2019). *Způsoby chovu kura domácího*. [online] [cit. 2022-01-22]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/zpusoby%20chovu-drubez.html>.

Kudělka, J. *et al.* (2012) *Techologie chovu drůbeže*. [online] [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: http://user.mendelu.cz/los/Technologie_chovu_drubeze.pdf.

Leiblová, J. (2021). *Situační a výhledová zpráva: Drůbež, 2021*. [online] Ministerstvo zemědělství, Praha. [cit. 2022-01-26]. ISBN 978-80-7434-612-5. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/682901/Drubez_2021_web.pdf.

Lichovnicková, M. (2015). *Ekologický chov slepic* [online] [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/clanek/681-ekologicky-chov-slepici/>.

Mendelu.cz (2013). *Stavba slepičího vejce*. [online] [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: https://web2mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/.

Mendelu.cz. *Základy chovu kura domácího*. [online] [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/.

Míková, K. (2010). *Naše vejce. Vejce jako vynikající potravina*. [online] [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <http://www.nasevejce.cz/o-vejci/vejce-jako-potravina>.

Pokorný, Z. (2012). *Ustájení dospělých slepic: Jaké parametry by měl mít dobrý kurník*. [online] [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/clanek/393-ustajeni-dospelych-slepici/>.

Pokorný, Z. (2019). *Domestikace slepic a rozdělení plemen*. [online] [cit. 2022-01-22]. Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/clanek/896-domestikace-slepic-a-rozdeleni-plemen/>.

SlepiceVNouzi.cz. *Slepičí výběh*. [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://www.slepicevnouzi.cz/slepici-vybeh>.

Slepičář.cz, (2017). *Dějiny kura domácího aneb posvátná slepice*. [online] [cit. 2022-01-22]. Dostupné z: <https://www.slepicar.cz/blog/200-dejiny-kura-domaciho-aneb-posvatna-slepice.html>.

Slepičář.cz, (2018). *Jak si slepice podmanila svět aneb kde se vůbec vzala*. [online] [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: <https://www.slepicar.cz/blog/501-jak-si-slepice-podmanila-svet-aneb-kde-se-vubec-vzala.html>.

Státní veterinární správa. *Označování potravin: Vejce*. [online] [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://www.svs-cr.cz/jak-se-orientovat-ve-znaceni-vajec/>.

Stravitelná legislativa. *Živočišné produkty a potraviny: Vejce*. [online] [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: http://test.sciencezoom.cz/apps/zf_02/zivocisna.html.

Tremblay, L. (2018). *How Much Vitamins & Protein Does One Egg White Have?*. [online] [cit. 31. 1. 2022]. Dostupné na www: <http://healthyeating.sfgate.com/much-vitamins-protein-one-egg-white-have6702.html>.

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Morfologická stavba slepičího vejce – podélný řez 15

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Minimální standardy pro ochranu nosnic	10
Tabulka 1.2: Průměrné chemické složení základních složek v anatomických částech slepičích vajec v %.....	14
Tabulka 1.3: Označení typu chovu, ze kterého vejce pochází	17
Tabulka 1.4: Požadavky na slepičí vejce pro jednotlivé třídy jakosti	18
Tabulka 1.5: Hmotnostní třídění vajec.....	18
Tabulka 4.1: Kvalitativní ukazatele vajec z volného chovu (domácí) před rozklepnutím	26
Tabulka 4.2: Kvalitativní ukazatele vajec z volného chovu (domácí) po rozklepnutí	27
Tabulka 4.3: Kvalitativní ukazatele vajec z halového chovu před rozklepnutím	28
Tabulka 4.4: Kvalitativní ukazatele vajec z halového chovu po rozklepnutí	29
Tabulka 4.5: Kvalitativní ukazatele vajec z chovu v obohacených klecích před rozklepnutím	30
Tabulka 4.6: Kvalitativní ukazatele vajec z chovu v obohacených klecích po rozklepnutí.....	31
Tabulka 4.7: Zjištění neporušenosti skořápky (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece)	33
Tabulka 4.8: Výška vzduchové bubliny (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece) [mm]	34
Tabulka 4.9: Posouzení výskytu masových a krevních skvrn (A – volný typ chovu, B – halový typ chovu, C – obohacené klece).....	36

Seznam grafů

Graf 4.1: Průměrná hmotnost vajec v jednotlivých chovech [g]	32
Graf 4.2: Průměr indexu tvaru v jednotlivých typech chovu	35
Graf 4.3: Průměr indexu vejčitosti v jednotlivých typech chovu.....	35
Graf 4.4: Průměrná hodnota indexu tuhého bílku v jednotlivých chovech.....	37
Graf 4.5: Průměrná hodnota indexu žloutku v jednotlivých chovech.....	38
Graf 4.6: Průměrná hodnota Haughových jednotek vajec v jednotlivých chovech...	38
Graf 4.7: Průměrná tloušťka skořápky vajec v jednotlivých chovech [mm]	39

Seznam použitých zkratek

PUFA..... polynenasycené mastné kyseliny

ks kus

TB..... tuhý bílek

Ž žloutek

Přílohy

Příloha 1: Naměřené hodnoty k výpočtu tvarových indexů

Příloha 2: Hodnoty pro výpočet indexu tuhého bílku

Příloha 3: Hodnoty pro výpočet indexu žloutku

Příloha 4: Hodnoty pro výpočet Haughových jednotek

Příloha 5: Hodnoty pro výpočet tloušťky skořápky

Příloha 1: Naměřené hodnoty k výpočtu tvarových indexů

Vzorek	d [mm]	š [mm]	a [mm]	Vzorek	d [mm]	š [mm]	a [mm]
A1	55	37	23	A6	54	41	22
A2	52	40	20	A7	52	39	21
A3	55	38	19	A8	51	38	19
A4	53	39	24	A9	53	40	18
A5	53	41	24	A10	50	39	19
B1	63	46	24	B6	60	46	25
B2	65	47	26	B7	61	48	28
B3	63	46	26	B8	61	45	26
B4	55	45	25	B9	61	45	27
B5	66	45	24				
C1	55	43	24	C6	54	44	24
C2	57	44	24	C7	56	42	25
C3	54	43	22	C8	55	41	23
C4	56	41	23	C9	57	43	18
C5	53	43	22	C10	56	44	24

d – délka dlouhé osy

š – délka krátké osy

a – délka části dlouhé osy od tupého konce po průsečík s krátkou osou

Příloha 2: Hodnoty pro výpočet indexu tuhého bílku

Vzorek	š [mm]			v [mm]	Vzorek	š [mm]			v [mm]
	1	2	ø			1	2	ø	
A1	120	90	105,0	7	A6	79	75	77,0	12
A2	84	70	77,0	9	A7	77	67	72,0	9
A3	98	87	92,5	7	A8	70	61	65,5	10
A4	82	77	79,5	7	A9	82	67	74,5	9
A5	80	73	76,5	10	A10	69	61	65,0	10
B1	82	75	78,5	7	B6	100	82	91,0	8
B2	101	86	93,5	7	B7	100	85	92,5	8
B3	116	109	112,5	7	B8	96	90	93,0	8
B4	121	107	114,0	7	B9	111	104	107,5	7
B5	115	106	110,5	8					
C1	89	85	87,0	7	C6	83	69	76,0	9
C2	rozteklo se				C7	97	82	89,5	8
C3	82	73	77,5	8	C8	101	86	93,5	8
C4	104	92	98,0	7	C9	93	82	87,5	9
C5	83	70	76,5	9	C10	87	85	86,0	7

š – průměrný délkový rozměr plochy tuhého bílku

v – výška vrstvy tuhého bílku

Příloha 3: Hodnoty pro výpočet indexu žloutku

Vzorek	š [mm]			v [mm]	Vzorek	š [mm]			v [mm]
	1	2	ø			1	2	ø	
A1	36	34	35,0	15	A6	38	35	36,5	18
A2	36	35	35,5	18	A7	vytekl žloutek			
A3	37	37	37,0	19	A8	38	35	36,5	19
A4	39	37	38,0	18	A9	38	36	37,0	18
A5	39	36	37,5	18	A10	38	37	37,5	18
B1	41;39	41;39	41;39	16;17	B6	40	39	39,5	18
B2	41	39	40,0	17	B7	42	41	41,5	15
B3	50	45	47,5	19	B8	44	39	41,5	19
B4	43	42	42,5	19	B9	44	42	43,0	17
B5	41	40	40,5	18					
C1	40	40	40,0	20	C6	43	40	41,5	19
C2	vytekl žloutek				C7	41	38	39,5	17
C3	41	39	40,0	18	C8	40	37	38,5	17
C4	39	37	38,0	17	C9	39	36	37,5	19
C5	41	39	40,0	18	C10	42	39	40,5	18

š – průměrný délkový rozměr plochy žloutku

v – výška kulového vrchlíku

Příloha 4: Hodnoty pro výpočet Haughových jednotek

Vzorek	v [mm]	h [g]	Vzorek	v [mm]	h [g]
A1	7	55,763	A6	12	58,958
A2	9	51,430	A7	9	53,594
A3	7	62,104	A8	10	49,549
A4	7	55,160	A9	9	58,093
A5	10	59,219	A10	10	49,781
B1	7	82,624	B6	8	84,497
B2	7	91,010	B7	8	89,762
B3	7	84,846	B8	8	77,709
B4	7	72,416	B9	7	71,691
B5	8	89,499			
C1	7	61,783	C6	9	61,537
C2	rozteklo se		C7	8	65,841
C3	8	63,759	C8	8	61,299
C4	7	63,334	C9	9	68,895
C5	9	62,716	C10	7	70,030

v – výška vrstvy tuhého bílku

h – hmotnost vejce

Příloha 5: Hodnoty pro výpočet tloušťky skořápky

Vzorek	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	Vzorek	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]
A1	0,47	0,43	0,46	A6	0,41	0,48	0,47
A2	0,44	0,51	0,46	A7	0,39	0,38	0,35
A3	0,47	0,46	0,42	A8	0,42	0,50	0,43
A4	0,46	0,43	0,41	A9	0,50	0,43	0,48
A5	0,41	0,49	0,45	A10	0,50	0,47	0,42
B1	0,38	0,34	0,42	B6	0,46	0,40	0,42
B2	0,45	0,40	0,42	B7	0,44	0,44	0,46
B3	0,44	0,46	0,40	B8	0,40	0,42	0,40
B4	0,41	0,42	0,44	B9	0,42	0,45	0,46
B5	0,46	0,47	0,43				
C1	0,44	0,41	0,41	C6	0,42	0,40	0,40
C2	0,40	0,40	0,38	C7	0,39	0,42	0,42
C3	0,40	0,41	0,40	C8	0,39	0,41	0,40
C4	0,43	0,44	0,41	C9	0,43	0,44	0,43
C5	0,39	0,40	0,38	C10	0,39	0,40	0,40
