

Mikrobiologie vajec tržní sítě

Kateřina Raková

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina RAKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Mikrobiologie vajec tržní sítě**

Zásady pro vypracování:

Bakalářskou práci zpracujte formou literární rešerže a doplňte praktickou částí. Zaměřte se na následující problémy:

- 1. Popište strukturu, chemické složení a fyzikální vlastnosti vajec.**
- 2. Charakterizujte technologie chovů nosnic**
- 3. Charakterizujte mikroorganismy, které mohou kontaminovat vejce a možnosti kontaminace**
- 4. Stanovte počty mikroorganismů ve vejcích z tržní sítě dle technologie chovu a srovnejte je s mikroorganismy na vejcích z domácího chovu.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

TULÁČEK, František., Gorgon, Zdeněk. Chov hrabavé drůbeže. nakladatelství Brázda, 2002

JURAJDA, Vladimír. Propedeutika chorob drůbeže. Brno, 2001

GORNER, F., VALÍK, L. Aplikovaná MB poživatin

ICMSF. Microorganisms in foods. nakladatelství Kluwer Academic/Plenum Publishers, NY, 2005

Vedoucí bakalářské práce: **MVDr. Michaela Černíková**
Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **14. listopadu 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2008**

Ve Zlíně dne 12. května 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je téma Mikrobiologie vajec tržní sítě, se zaměřením na způsoby možné kontaminace a druhy mikroorganismů, které tuto kontaminaci způsobují. Výsledkem práce je přehled o základních způsobech chovů nosnic, informace o struktuře, chemickém složení vajec a také jejich fyzikálních vlastnostech.

Klíčová slova:

Vejce, způsoby chovu nosnic, mikrobiální kontaminace

ABSTRACT

Bachelor thesis' subject is Microbiology of retail-sold eggs. Thesis focuses on possible ways of egg's contamination and it describes different species of micro-organisms which evoke this contamination. The result of my thesis is summary of main methods of layers, information about chemist and physical properties.

Keywords:

Egg, ways of breeding layer, microbial contamination

Tímto chci poděkovat vedoucí mé bakalářské práce MVDr. Michaelě Černíkové, za odborné vedení, rady, připomínky a všechny zodpovězené dotazy týkající se dané problematiky.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| OBSAH | 5 |
| ÚVOD..... | 7 |
| TEORETICKÁ ČÁST | 8 |
| 1 TECHNOLOGIE CHOVŮ NOSNIC | 9 |
| 1.1 CHOV NOSNIC NA HLUBOKÉ PODESTÝLCE | 9 |
| 1.2 CHOV NOSNIC V KLECÍCH..... | 10 |
| 1.3 VOLNÉ CHOVY S CERTIFIKÁTEM BIO..... | 12 |
| 1.4 DOMÁCÍ CHOV NOSNIC | 12 |
| 2 TVORBA VAJEC..... | 14 |
| 3 STRUKTURA VEJCE..... | 16 |
| 3.1 ŽLOUTEK | 17 |
| 3.2 BÍLEK | 17 |
| 3.3 PODSKOŘÁPEČNÉ BLÁNY | 19 |
| 3.4 SKOŘÁPKA | 19 |
| 3.5 KUTIKULA | 20 |
| 4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VAJEC | 21 |
| 4.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ŽLOUTKU..... | 21 |
| 4.1.1 BÍLKOVINY | 21 |
| 4.1.2 LIPIDY | 22 |
| 4.1.3 CHOLESTEROL..... | 22 |
| 4.1.4 SACHARIDY | 22 |
| 4.1.5 VITAMINY | 22 |
| 4.1.6 PIGMENTY | 23 |
| 4.1.7 MINERÁLNÍ LÁTKY | 23 |
| 4.1.8 OSTATNÍ ORGANICKÉ LÁTKY | 23 |
| 4.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BÍLKU..... | 23 |
| 4.2.1 BÍLKOVINY | 24 |
| 4.2.2 SACHARIDY | 25 |
| 4.2.3 VITAMÍNY | 25 |
| 4.2.4 MINERÁLNÍ LÁTKY | 25 |
| 4.2.5 ORGANICKÉ KYSELINY | 26 |
| 4.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SKOŘÁPKY A PODSKOŘÁPKOVÝCH BLAN..... | 26 |
| 5 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI..... | 27 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.1 | MĚRNÁ HMOTNOST | 27 |
| 5.2 | BOD MRZnutí | 27 |
| 5.3 | INDEX LOMU | 27 |
| 5.4 | HODNOTA pH | 27 |
| 5.5 | VISKOZITA | 28 |
| 5.6 | POVRCHOVÉ NAPĚTÍ..... | 28 |
| 6 | MIKROBIÁLNÍ KONTAMINACE VAJEC..... | 29 |
| 7 | MIKROORGANIZMY KONTAMINUJÍCÍ VEJCE | 32 |
| 8 | CÍL PRÁCE | 38 |
| | PRAKTICKÁ ČÁST | 39 |
| 9 | MATERIÁL A METODIKA | 40 |
| 9.1 | POUŽITÉ PŮDY | 40 |
| 9.2 | POMŮCKY | 41 |
| 9.3 | STANOVENÍ POČTU MIKROORGANIZMŮ VE VEJCÍCH..... | 42 |
| 10 | VÝSLEDKY A DISKUZE | 46 |
| | ZÁVĚR | 56 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 57 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 60 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 61 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 62 |

ÚVOD

Existují různé technologie chovů nosnic, mezi které patří například chov nosnic na hluboké podestýlce, chov nosnic v klecích a ekologické chovy. Tyto jednotlivé způsoby chovů, mohou mít vliv na případné znečištění skořápky a následkem toho také na mikrobiální kontaminaci. Tato kontaminace může být způsobena průnikem mikroorganismů, po překonání ochranných bariér, skořápkou do vaječného obsahu. Tato práce byla zaměřena na zjištění rozdílů mikrobiální kontaminace povrchu vajec a vaječného obsahu mezi jednotlivými technologiemi chovů nosnic. Dále bylo zkoumáno, zda má vliv na kontaminaci vajec doba minimální trvanlivosti, resp. zda po jejím překročení dojde k výraznému zhoršení mikrobiálního profilu zkoumaných vajec.

I. TEORETICKÁ ČÁST

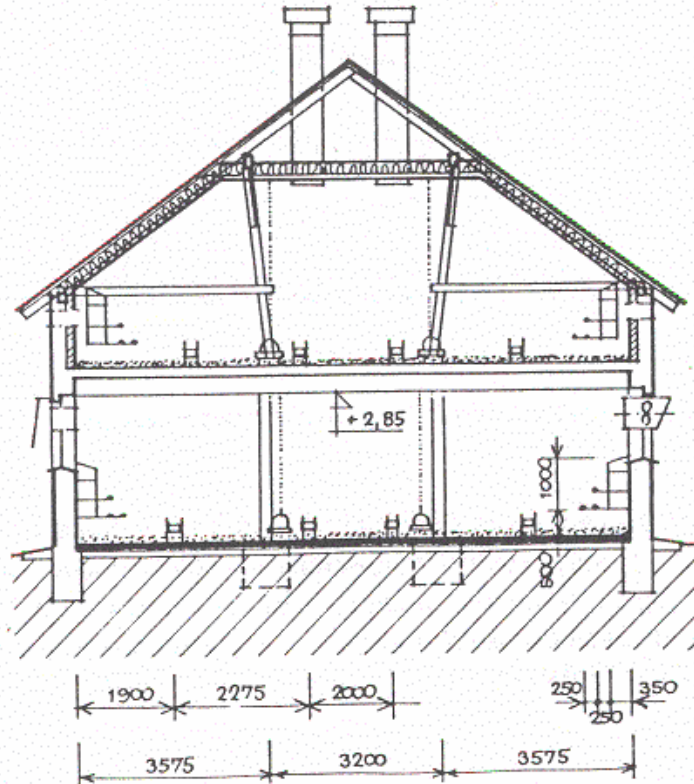
1 TECHNOLOGIE CHOVŮ NOSNIC

Existují různé druhy technologií chovů nosnic. Mezi nejznámější patří chov nosnic na hluboké podestýlce, chov nosnic v klecích, volné chovy s certifikátem BIO. Na obrázcích 3 a 4 jsou uvedeny chovy podle technologie, na území České republiky.

1.1 Chov nosnic na hluboké podestýlce

Chov na hluboké podestýlce se používá zejména při výkrmu drůbeže. Náskres haly pro chov nosnic na hluboké podestýlce je uveden na obrázku 1. Jeho výhodou jsou nižší náklady na vybudování i údržbu, protože se k tomuto účelu mohou používat starší objekty [1]. Mohou se dále používat stavby, které lze podle jejich velikosti vybavit ručním nebo automatickým krmením, napájením, vhodným ventilačním nebo topným zařízením. Na hlubokou podestýlku se umísťují krmítka a nad rošty, které jsou vyvýšené o 60-70 cm, se umísťuje napájecí systém a u chovu nosnic také snášková hnízda. Při ručním sběru vajec se snášková hnízda umísťují při okraji, při mechanizovaném sběru se hnízda umísťují ve středu haly [2]. Při zakládání podestýlky se používá suchý, pružný, nesléhavý, neprášivý materiál s vysokou jímatostí vody. Nejčastěji jsou používány hobliny z měkkého dřeva, plevy a v případě nedostatku podestýlkového materiálu se mohou používat také piliny, řezaná sláma či drcená kůra stromů. Teplota činné podestýlky je v rozmezí 18 až 26 °C [1]. Vhodná podestýlka by se měla v zimním období podílet na vyhřívání kurníku [3]. Materiál je vrstven na podlahu podle druhu podestýlky a stáří drůbeže do výšky 5-20 cm. Tato vrstva je schopna absorbovat malé zatrusení do té doby, než v ní proběhnou první biochemické pochody, které zajišťují rozklad organických látek pocházejících z trusu a podestýlky. Důležitá je výměna podestýlky, která by se měla provádět na konci každého turnusu výkrmu nebo chovu. V případě, že se podestýlka nemění po každém turnusu, je ji třeba alespoň podrobit autoasana-ci. Jedná se o shrnutí podestýlky na hromady, zvlhčení a ponechání 6-10 dnů samozahřátí. Teplota podestýlky při samozahřátí dosahuje 55-70 °C a ničí se při ní vajíčka cizopasníků i další patogenní zárodky. Po skončení samozahřátí se podestýlka rovnoměrně rozvrství a na povrch se přidá podestýlka nová [1]. Nosnice v chovech na podestýlce mají sklony k agresivitě a kanibalismu. Nejčastěji to bývá způsobeno

nemožností vytvoření společenské hierarchie, z důvodu velkého množství nosnic. Prevence před tímto jevem je kauterizace zobáků u malých nosnic. Jedná se o zkrácení (uštípnutí) špičky zobáku žhavým ostřím. V České republice žije v podestýlkových chovech 3 % nosnic [4].

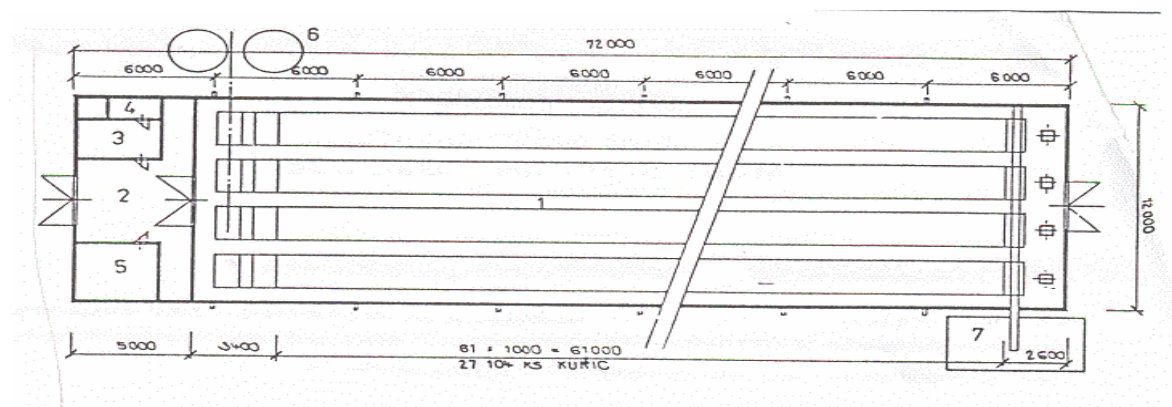


Obrázek 1 - Náskres haly pro chov slepic na hluboké podestýlce [2]

1.2 Chov nosnic v klecích

Pro chov nosnic v klecích se používají různé typy jednopodlažních až sedmipodlažních klecí [2]. Náskres haly pro chov nosnic v klecích lze je uveden na obrázku 2. Klecová technologie umožňuje úplnou automatizaci provozu a je také výhodnější ze zdravotního hlediska oproti chovu nosnic na podlaze (nižší kontaminace skořápky). Nosnice jsou nejčastěji chovány v klecových bateriích po 3-4 v jedné kleci. Zamezení vzájemného styku většího počtu slepic snižuje nebezpečí přenosu infekčních chorob a parazitů a dochází k minimálnímu znečištění vajec. Omezená možnost pohybu slepic snižuje spotřebu krmiva a zajišťuje produkci vajec o vyšší hmotnosti [1]. V důsledku vysoké koncentrace zvířat na jednom místě tato techno-

logie zatěžuje životní prostředí a omezuje fyziologické potřeby drůbeže (welfare). Z těchto důvodů bude v členských zemích EU zakázáno používat od roku 2012 stávající klecovou technologii pro slepice a místo ní se budou používat tzv. alternativní systémy. Doposud však platí, že podle vyhlášky 208/2004 Sb., O minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat je do 31. 12. 2011 povolen chov nosnic v neobohacených klecových systémech. Tento systém musí splňovat následující podmínky. V kleci musí být zajištěna podlahová plocha alespoň 550 cm^2 , klec musí být vybavena žlábkovým krmítkem o délce 10 cm na 1 nosnici v kleci, přístupným bez omezení. Nejsou-li k dispozici kapátkové nebo kalíškové napáječky, musí klec obsahovat souvislou žlábkovou napáječku. Výška klece musí být 40 cm na 65 % plochy klece a v žádném místě nesmí být nižší než 35 cm. Sklon podlahy nesmí překročit 14 % nebo 8° . Podmínky pro chov nosnic v obohacených klecích se ve srovnání s podmínkami pro chov nosnic v klecích neobohacených poměrně liší. Nosnice musí mít nejméně 750 cm^2 prostoru v kleci, z toho 600 cm^2 využitelné plochy, klec nesmí mít celkovou plochu menší než 2000 cm^2 . V kleci musí být hnízdo, materiál umožňující klovaní a hrabání. Musí být zajištěno žlábkové krmítko o délce nejméně 12 cm na jednu nosnici. Každá klec musí mít napájecí systém přiměřený velikosti skupiny. Pro usnadnění kontroly, instalace a snížení počtu nosnic musí být mezi řadami klecí ulička o minimální šířce 90 cm [5]. Klece se nachází ve velkých halách s umělým osvětlením. Nosnice trvale stojí na podleze. Vejce je sneseno přímo na podlahu klece o určitém sklonu a snesené vejce se „skutálí“ na dopravní pás. Pásem je vejce dopravováno do snáškových hnízd. Tento způsob chovu je neekonomičtější. Snad proto u nás v klecových chovech žije 97 % nosnic [6].



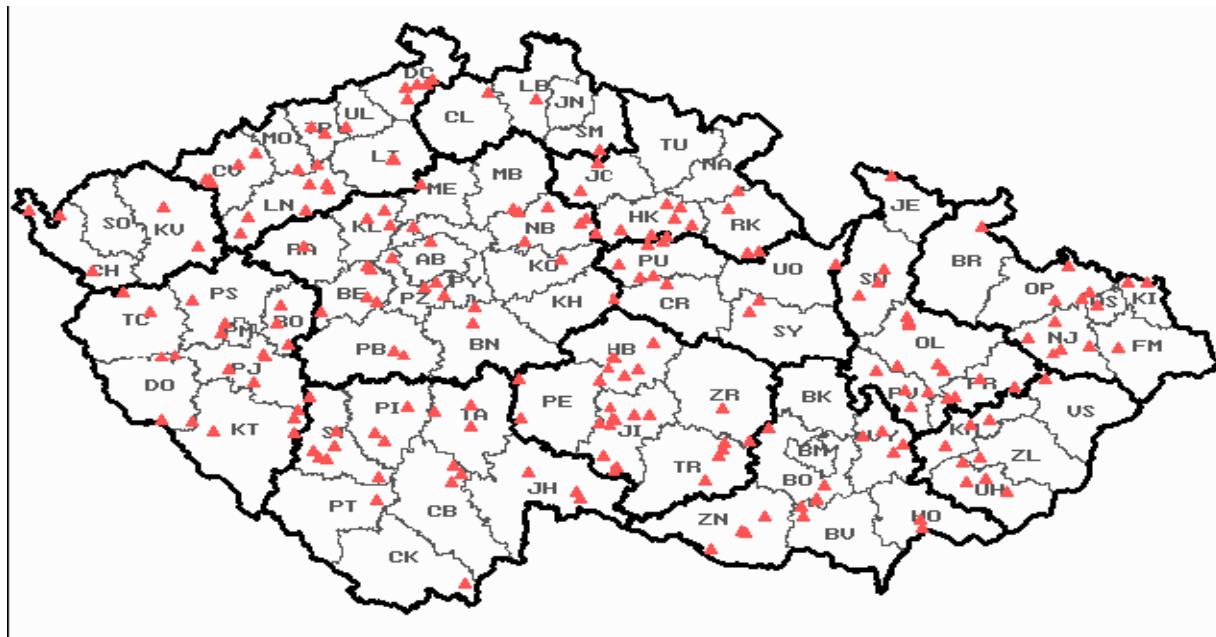
Obrázek 2 - Náskres haly pro chov slepic v klecích [2]

1.3 Volné chovy s certifikátem BIO

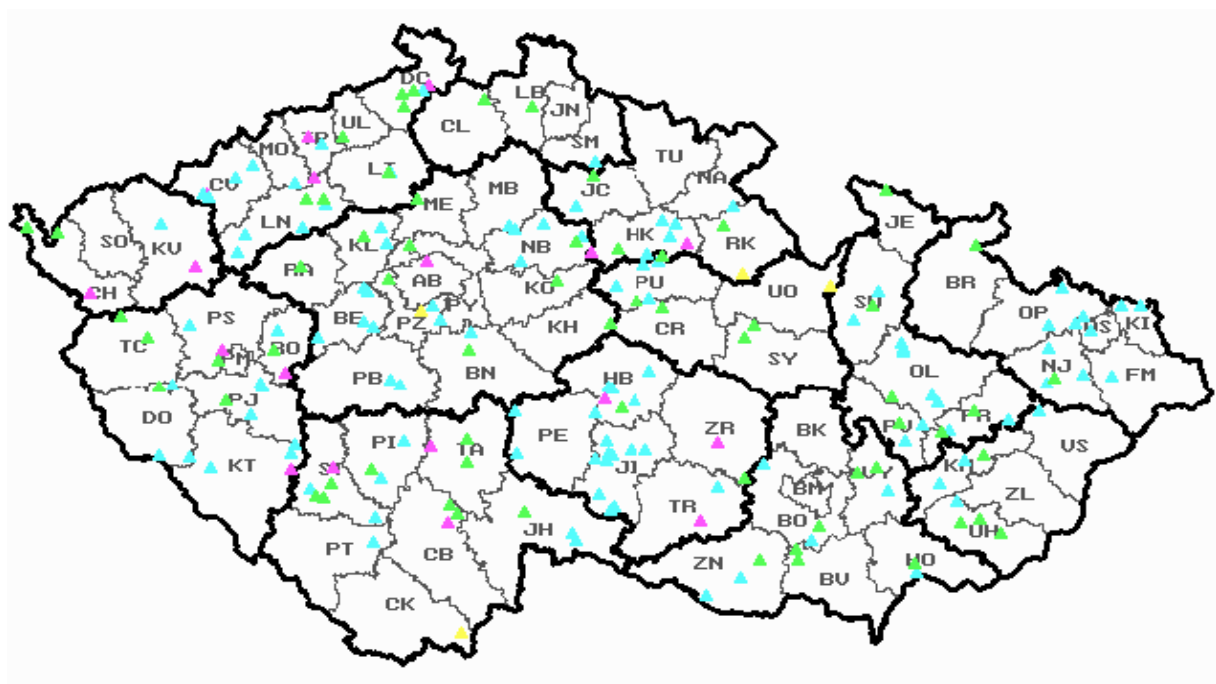
Podle vyhlášky 191/2002 Sb., O technických požadavcích na stavby pro zemědělství musí být podél celé délky stavby několik otvorů, nejméně 350 mm vysokých a 400 mm širokých, umožňujících přístup do venkovního prostoru. Otevřené prostory musí mít rozměr vyhovující hustotě osazení a povaze pozemku. Maximálně je povoleno 2500 nosnic na 1 ha [7]. Ekologické chovy představují kombinaci chovů na hluboké podestýlce s omezeným, případně krytým výběhem, nebo travnatým výběhem s možností pastvy, ve kterém by mělo na slepici připadnout až 10 m² volného prostoru. Krmítka, hnízda jsou umístěna uvnitř haly. Tento technologický systém je náročnější na půdní plochu, vyžaduje vysoké investiční i provozní náklady. Při použití travnatých výběhů je nutné s ohledem na devastaci okolí haly omezovat počet slepic chovaných na jednom místě na několik set kusů [11]. Vyskytuje-li se chov v průmyslové oblasti, mohou vejce obsahovat cizorodé látky ze zeleného krmiva, větší výskyt cizopasníků aj. [8]. Nosnice jsou krmeny různými druhy obilovin, travami a rostlinnou stravou. V případě, že u nosnic dojde k poklesu jaderného krmiva, nosnice zvýší přísun celkového příjmu krmiva a hledají jiné zdroje bílkovin, jako jsou červi a hmyz [9]. Některé studie uvádějí, že vejce z ekologického zemědělství mají oproti vejcům z jiných chovů vyšší výživovou hodnotu, obsahují více lecitinu, tuku a karotenoidů [10].

1.4 Domácí chov nosnic

Nosnice jsou chovány ve výběhu a v době nepříznivého počasí se mají možnost ukrýt do kurníku, kterého využívají i k přenocování. V kurníku je k dispozici bidélko a snáškové hnízdo, pro kladení vajec. Nosnice využívají popeliště, které je součástí výběhu. Voda je dodávána v napáječce, ke krmení slouží zrní obohacené o vitamíny a také pastva.



Obrázek 3 - Mapa ČR - hospodářství s chovem nosnic [31]



Obrázek 4 - Mapa ČR - chovy nosnic podle technologie [31]

žlutá - ekologický chov nosnic, růžová – volný chov nosnic, modrá – chov nosnic v halách na hluboké podestýlce, zelená – chov nosnic v klecích

2 TVORBA VAJEC

Vejce se vytváří v samičích pohlavních orgánech – ve vaječniku a vejcovodu slepi-
ce. Ve vaječniku vznikají vajíčka v biologickém slova smyslu a ve vejcovodu pro-
bíhá tvorba vejce.

Vaječník se na počátku embryonálního vývoje zakládá jako párový orgán, ale dále se vyvíjí pouze levý vaječník. U samic je uložen v levé části dutiny tělní, mezi plícemi a ledvinami. Obsahuje velké množství Grafových folikulů (označení pro drobné dutinky, váčkům podobné útvary), které před snáškou a během ní postupně dozrávají. U prvotního vajíčka je jádro uprostřed, ale postupným ukládáním žloutku je vytlačeno k okraji, kde vytváří zárodečný terčík. Dozralá žloutková koule je spojena úzkou stopkou s tělem vaječniku. Na místě přilehlém k úponu folikulu na vaječniku se folikulární blána postupně vyklenuje a ztenčuje a tím vzniká tenký proužek, tzv. stigma. V tomto místě folikul při úplném dozrání praská. Vlastní vajíčko se skládá z hmoty žloutku, vitelinní membrány a zárodečného terčíku. Postembryonální vývoj probíhá ve třech fázích. Několik měsíců trvá pomalé ukládání žloutku, dále následuje intermediální stadium, které trvá asi 60 dní a dochází při něm k tvorbě pravého žloutku, tvořeného hlavně bílkovinami žloutku. Posledním stádiem je rychlý růst, který trvá 9-14 dní a je ukončen ovulací. Dochází k rychlému nárůstu žloutkové hmoty, tvořené převážně lipidy, kdy je uloženo až 99 % z celkové hmotnosti žloutku. Po dozrání vajíčka dochází k ovulaci. Vajíčko uvolněné z folikulu prasknutím stigmaty vypadává do vejcovodu. K ovulaci dochází zpravidla až po snesení vejce [1]. Ve vaječniku se současně vytváří několik žloutků [12].

Vejcovod podobně jako vaječník se v embryonálním vývoji zakládá oboustranně, ale poté se vytváří jen na levé straně. Je zavěšen na stropě dutiny tělní. Ve stěně vejcovodu jsou hlenové žlázy [1]. Vejcovod má délku 20-40 cm [12]. Funkce vejcovodu spočívá v zachycení žloutkové koule, tvorbě ostatních částí vejce (tj. bílku, podskořápečných blan, skořápky a kutikuly) a v oplození samičí pohlavní buňky. Vejcovod se rozděluje na 5 hlavních částí.

Nálevka vejcovodu slouží k zachycení žloutkové koule a zavedení do vejcovodu. Tady také dochází k oplození vajíčka, obvykle to bývá 5-10 minut po ovulaci.

V konečné části nálevky se začíná vytvářet první vrstva bílku. Hustý mucinózní bílek se ukládá přímo na žloutkovou blánu ve formě vláken, která tvoří základ chalázové vrstvy. Chalázy (poutka) se tvoří rotací žloutku při průchodu vejcovodem [1].

Bílkotvorná část je místem vzniku tuhého, řídkého a chalázového bílku. Bílek se ukládá kolem žloutkové koule v několika vrstvách. První vrstvu tvoří chalázový bílek, na něm se ukládá vnitřní řídký bílek, vnější hustý (tuhý) bílek a vnější řídký bílek [1]. Bílkotvornou částí prochází žloutková koule 3-7 hodin [12].

Krček, úžina se podílí na tvorbě vaječných blan (vnitřní bílkové a vnější podskořápečné). Bílková blána vzniká nejdříve a po krátké pauze začíná tvorba podskořápečné blány [1].

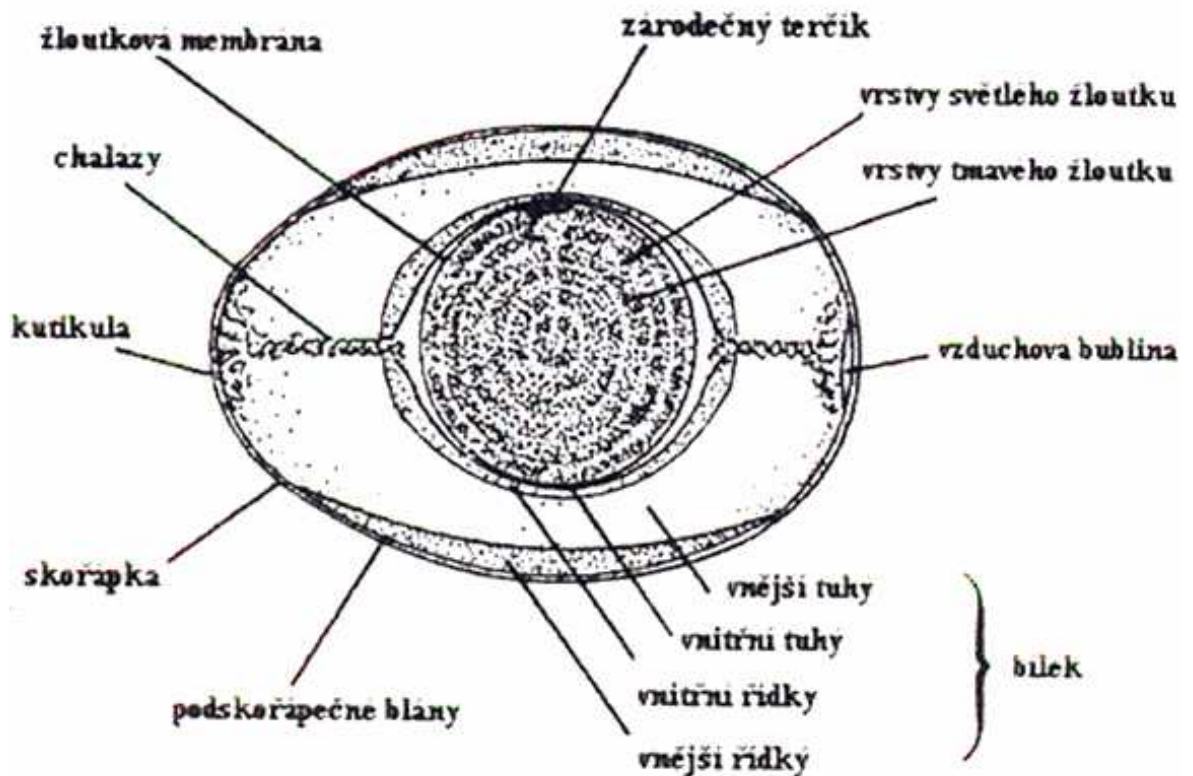
Děloha slouží k tvorbě vaječné skořápky. Vaječnou skořápku tvoří organické a anorganické látky v poměru 1:5. Z anorganických látek se jedná především o soli vápníku [1]. Skořápka se formuje 12-14 hodin. V poslední fázi se doplní pigment ke zbarvení skořápky. Barva skořápky je typickým znakem plemene [12].

Pochva slouží při snášení vajec. Vejce je z dělohy vypuzeno svalovými stahy. Stěna dělohy se vychlípje do řitního otvoru a vejce prochází pochvou a kloakou aniž by se dotýkalo jejích stěn. Vejcovodem se vejce pohybuje ostrým koncem napřed, snášeno je většinou tupým koncem napřed [13].

3 STRUKTURA VEJCE

Podle nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu se „vejci“ rozumějí vejce ve skořápce, která nejsou rozbitá, inkubovaná ani vařená a která jsou snesená farmovými ptáky, vhodná k přímé lidské spotřebě nebo pro přípravu vaječných výrobků. Počínaje výrobními prostorami musí být vejce až do prodeje spotřebiteli udržována čistá, suchá, bez cizorodého zápachu, účinně chráněna proti otřesům a přímému slunečnímu světlu. Vejce musí být skladována a přepravována pokud možno při stálé teplotě, která nejlépe zaručuje jejich jakost z hygienického hlediska. Vejce musí být dodána potřebiteli nejpozději do 21 dnů po snášce [10].

Vejce se skládá ze žloutku, bílku, podskořápečných blan, skořápky a kutikuly. Podrobnější popis vejce je uveden na obrázku 5.



Obrázek 5 - Struktura vejce [12]

3.1 Žloutek

Žloutek má tvar koule, je mírně zploštělý a nachází se ve středu vejce. Představuje asi 30 % z celkové hmotnosti vejce. Žloutek je nositelem zárodečného terčíku, z něhož začíná vývoj zárodku. Slouží jako zásobárna tuků, bílkovin a dalších látek pro vývoj zárodku [12]. Je největší biologickou buňkou s rozměry asi 3,4 cm x 3,1 cm. Při prosvěcování se jeví jako stín ve středu vejce [13]. Žloutek obsahuje lipidy, proteiny, sacharidy, minerální látky, vitamíny, barviva. Strukturu žloutku tvoří dvě frakce – plazma a granule. Plasma je rozpustná ve vodě, obsahuje především lipidy, zbytek tvoří proteiny. Granule obsahují zejména proteiny. Žloutek je kryt pružnou, pevnou žloutkovou membránou. Žloutek je utvářen ze soustředných pravidelně se střídajících vrstev světlého a tmavého žloutku. Barevná rozdílnost žloutkové hmoty je způsobena nerovnoměrným ukládáním barviv při tvorbě žloutku [12]. Uprostřed je světlá část tvořená latebrou a krčkem latebry. Tyto části mají význam pro polohu zárodečného terčíku a její stabilitu. Zárodečný terčík je uložen pod žloutkovou membránou. Tmavý žloutek se vytváří při příjmu krmiva nosnicí a má zásobní funkci. Obsahuje asi 35 % lipidů, 16 % proteinů a většinu lipofilních karotenoidních barviv. Světlý žloutek tvoří vždycky střed a poslední vrstvu pod žloutkovou membránou. Světlý žloutek představuje 3-6 % z celkové hmotnosti žloutku. Skládá se asi z 86 % vody, zbytek je tvořen proteiny a lipidy [13, 14]. Žloutek obsahuje cholesterol, jehož obsah kolísá v závislosti na intenzitě snášky a příjmu tuků v krmné dávce. Obsah cholesterolu se pohybuje kolem 1000mg /100g žloutku [15]. Jedním z ukazatelů čerstvosti žloutku je index žloutku. Jedná se o poměr výšky a šířky vyjádřené v procentech [13].

3.2 Bílek

Bílek zaujímá ve vejci prostor mezi žloutkem a vnitřní podskořápečnou blánou. Je to viskozni tekutina obsahující asi 80 % vody, 8-14 % vaječných proteinů, sacharidy, minerální látky a stopy tuků. Významná je funkce lysozymu, který má schopnost lyzovat buněčné stěny gramnegativních bakterií, čímž působí jako ochranný faktor bránící průniku mikroorganismů od skořápky ke žloutku resp. zárodku, který chrání v době, kdy ještě nemá vytvořeny vlastní imunoglobuliny [14]. Aktivita lysozymu se snižuje při smíchání žloutku s bílkem [26]. Bílek tvoří asi 60% celkové

hmotnosti vejce a nemá jednotnou strukturu. Střídají se v něm vrstvy hustého bílku, který má strukturu gelu, s vrstvami řídkého bílku, který má strukturu solu [13].

Bílek má 4 vrstvy:

Vnitřní chalázový bílek tvoří tenkou vrstvu, ve které je uložen žloutek. Směrem k tupému a ostrému pólu vejce se z něj formuje poutko (chalázy), které slouží k zavěšení žloutkové koule a její fixaci při pohybech vajíčka. V průběhu stárnutí vejce se mění struktura chalázového bílku, klesá jeho pevnost a pružnost a dochází k vychýlení žloutku ze středu. Chalázový bílek tvoří asi 3 % celkového bílku. Chalázy směrem k pólům vajíčka vyzařují do hustého bílku, který se zde nazývá pólový bílek. Spojuje se s vnitřní podskořápečnou blánou. Pólový bílek při tupém konci vajíčka spojuje s pólovým bílkem při ostrém pólu vajíčka tenká vrstva hustého bílku, která prochází vajíčkem od pólu k pólu. Zbývající řídký bílek je tímto spojením rozdělen na vrstvu, která obklopuje žloutkovou kouli nad chalázovou vrstvou hustého bílku [14].

Vnitřní řídký bílek tvoří asi 17 % z celkového bílku. Jeho množství závisí na plemenné příslušnosti nosnice, věku a teplotě vejce při skladování. Při delším skladování se podíl vnitřního řídkého bílku zvyšuje. Strukturou je to sol, což je koloidní roztok bílkovin. [14]

Vnější hustý bílek zaujímá 57 % celkového bílku a má gelovitou strukturu. Tvoří tzv. bílkový vak. Množství a konzistence bílku je ukazatelem čerstvosti vejce. Jeho obsah ve vejci velmi kolísá. Kvalitu a množství hustého bílku ovlivňuje plemeno nosnice, ošetřování a skladování vajec [14].

Vnější řídký bílek obsahuje bílkovinný vak a chalázové provazce v místech, kde se upínají ke skořápce. Strukturou je to sol a ze všech vrstev bílku obsahuje nejvíce vody.

Ukazatelem čerstvosti bílku je index bílku, který určuje množství a kvalitu hustého bílku. Je dán poměrem výšky hustého bílku k jeho šířce, vyjádřeno v procentech. Hodnoty indexu bílku se pohybují v rozmezí 90-100 % [14].

3.3 Podskořápečné blány

Podskořápečné blány tvoří 0,4-0,5 % celkové hmotnosti vejce. Ve vejci se nachází dvě podskořápečné blány - vnitřní o průměru 15 μ m, vnější, která má průměr 45 μ m [13]. Jejich významnou vlastností je pevnost a pružnost. Blány mají strukturu pletiva, které je složené z proteinových vláken keratinového a mucinového charakteru. V obou blanách jsou póry, přes které dochází k difúzi nebo osmóze plynů a kapalin. Vnější podskořápečná blána je pevnější než vnitřní a přiléhá pevně ke skořápce. Blány svou pevností a pružností vyrovnávají křehkost skořápky. Vnitřní podskořápečková blána je spojena s vnějším řídkým bílkem a sleduje změny jeho objemu [14]. V okamžiku snesení vejce dojde v důsledku rozdílných teplot v těle nosnice (40 °C) a prostředí, do kterého se vejce sneslo, k jeho ochlazení a obě podskořápečkové blány se na tupém konci vejce oddělí. Vytvoří se vzduchová bublina. Vzduch této bubliny dodává kyslík pro vyvíjející se plod, hlavně v období líhnutí. Vzduchová bublina je u čerstvých vajec po snesení a vychladnutí vejce poměrně malá, asi 2-3 mm, a se stárnutím se zvětšuje [13]. Podskořápečkové blány tvoří 4-5 % všech vaječných obalů a téměř úplně se skládají z bílkovin [17].

3.4 Skořápka

Skořápka tvoří pevný obal vaječného obsahu, který mimo jiné určuje tvar vejce. Z vnější strany na skořápku přiléhá vrstva kutikuly, z vnitřní strany podskořápečková blána. Vaječná skořápka má funkci ochrannou. Chrání vaječný obsah před vnikáním mikroorganismů a mechanickým poškozením. Skořápka zajišťuje výměnu plynů mezi vaječným obsahem a prostředím a je také zdrojem minerálních látek při vývinu zárodku. Skořápka tvoří asi 10 % hmotnosti vejce. Je tvořena uhličitanem vápenatým (asi 98 %), uhličitanem hořečnatým a fosforečnanem vápenatým. Tloušťka kolísá od 0,3 mm do 0,42 mm. Nejsilnější je na ostrém konci. Kolmo k povrchu skořápky procházejí trychtýřovité kanálky, které spojují podskořápečkové blány s povrchem skořápky, nazývají se póry. Póry (o průměru 4-40 μ m) umožňují výměnu plynů a vodní páry mezi vejcem a vnějším prostředím. Skořápka vejce je většinou hladká, u čerstvě sneseného vejce poloprůsvitná, u starších vajec se vysycháním stává matnou. Pevnost skořápky není přímo úměrná její tloušťce. Souvisí s kompaktností skořápky. Vliv na pevnost skořápky má výživa, dědičnost, stáří

nosnice, některé choroby a stres. Z dalších vlastností je důležitý poměr zastoupení žloutku, bílku a skořápky. Tento poměr je pro slepičí vejce vyjádřen v % a udává se skořápka : žloutek : bílek = 1: 3 : 6 [18].

3.5 Kutikula

Na povrchu vaječné skořápky je hlenovitý, mucinozní obal, který svou kluzkostí usnadňuje snesení vejce. U čerstvě sneseného vejce se nechá kutikula setřít, jinak záhy zasychá a ucpává póry ve vaječné skořápce a zabraňuje tak vysychání vaječného obsahu i mikrobiální kontaminaci vejce. Pro plyny je kutikula propustná. Její průměrná tloušťka se pohybuje kolem 10 μm . Obsahuje z 90 % peptidy s galaktózou. Kutikula přispívá k pevnosti skořápky [14].

4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VAJEC

Hlavní složkou slepičího vejce je voda, která tvoří bez obsahu skořápky asi 74 % a nachází se hlavně v bílku. Sušina je tvořena hlavně proteiny, lipidy, dále obsahuje malé množství organických látek, jako jsou například vitaminy, enzymy, kyseliny, barviva a jiné látky [19]. Chemické složení slepičího vejce je uvedeno v tabulce 1. Bílkoviny jsou obsaženy především v bílku a žloutku, zatímco tuky jsou pouze ve žloutku. Obsah cukrů je ve vejci minimální, minerální látky jsou obsaženy hlavně ve skořápce, kdežto ve vaječné hmotě je jejich obsah minimální [1].

Tabulka 1 - Chemické složení slepičího vejce v % [18]

| Složky | Celé vejce | Skořápka a blány | Bílek | Žloutek |
|------------------|------------|------------------|-------|---------|
| voda | 65,6 | 1,6 | 87,9 | 48,7 |
| sušina | 34,4 | 98,4 | 12,1 | 51,3 |
| Z toho bílkoviny | 12,1 | 3,3 | 10,6 | 16,6 |
| lipidy | 10,5 | stopy | stopy | 32,6 |
| sacharidy | 0,9 | stopy | 0,9 | 1,1 |
| minerální látky | 10,9 | 95,1 | 0,6 | 1,1 |

4.1 Chemické složení žloutku

Z chemického hlediska je žloutek považován za nejsložitější část vejce. Obsah sušiny ve vzorku slepičího vejce se udává v rozmezí 50,5–54,5 %. Struktura žloutku je tvořena 2 fázemi. Jedná se o plazmu a granule. Plazma obsahuje především lipidy, dále proteiny a v granulích jsou převážně obsaženy proteiny [19]. Žloutek čerstvého vejce má pH 6,0, které se po snesení zvyšuje na neutrální hodnotu. Koagulace žloutku nastává při teplotě 65-70 °C [1].

4.1.1 Bílkoviny

Bílkoviny vaječného žloutku se většinou nenachází v čisté formě, ale tvoří komplexy s lipidy a sacharidy. Fosvitin patří mezi glykoproteiny. Obsahuje 10 % kyseliny fosforečné, která je vázaná na serin. Fosvitin je rezistentní vůči teplu, denaturuje až při teplotě nad 110 °C a také váže železo. Lipoproteiny tvoří asi 63 % proteinů

žloutku. Lehce podléhají denaturaci a jsou tvořeny frakcemi o různé hustotě (VLDL, LDL, HDL) [19].

4.1.2 Lipidy

Lipidy tvoří kolem 33 % žloutku. Z této hodnoty dvě třetiny připadají na acylglyceroly a jedna třetina na fosfolipidy, steroly a cerebrosidy. Z acylglycerolů převládají triacylglyceroly. Hlavní složkou fosfolipidů je fosfatidylcholin (lecitin). Typický pro vaječný žloutek je vysoký obsah nenasycených mastných kyselin, kterých je asi 70 %. Z tohoto množství připadá asi 50 % na kyselinu olejovou a asi 6–10 % na kyselinu linolovou. Nasycené mastné kyseliny ve žloutku tvoří asi 30 %. Převládá kyselina palmitová a stearová [19]. Významný je obsah polynenasycených mastných kyselin, které se ve žloutku nacházejí v množství 8-12 % [18].

4.1.3 Cholesterol

Ve žloutku se cholesterol nachází především ve volné formě. Asi 15 % je esterifikováno mastnými kyselinami. Cholesterol je důležitá živina pro vývoj nového zárodku [19]. U bílých vajec bývá obsah cholesterolu nižší, než u vajec s hnědou skořápkou. Obsah cholesterolu je závislý také na stáří nosnice, na druhu a plemeni drůbeže. Nejvíce cholesterolu je ve vejcích mladých nosnic. Obsah cholesterolu kolísá v průběhu snáškového období. Nižší obsah cholesterolu bývá u vajec z velkochovů. V jednom slepičím vejci je obsaženo 210-230 mg cholesterolu. Převážná část je ve volné formě, asi 96 %, zbytek bývá esterifikován [14].

4.1.4 Sacharidy

Obsah sacharidů ve žloutku je poměrně nízký, pouze 1%. Většina sacharidů je vázána na proteiny. Ve volné formě se nachází 0,1-0,2 % sacharidů [14]. Z cukrů jsou přítomny glukóza, glukózoamin, manóza, galaktóza. Ve žloutku čerstvých vajec je přítomno i malé množství glykogenu [18].

4.1.5 Vitaminy

Vaječný žloutek obsahuje vitaminy rozpustné ve vodě, ale také vitaminy rozpustné v tucích. Výjimku tvoří pouze vitamin C. Obsahy všech vitamínů jsou závislé

na výživě nosnic [19]. Ve 100 g jedlého podílu vejce bývá 0,2–0,3 mg vitamínu A, 0,2–0,6 mg karotenu. Dále 0,07–0,14mg vitamínu B₁ a 0,3–0,6mg vitamínu B₂, 0,5–1,5mg vitamínu E [20].

4.1.6 Pigmenty

Žloutek obsahuje většinu pigmentů, které se nacházejí ve vejci. Největší koncentrace barviva je v tmavém žloutku. Barva žloutku je dána obsahem karotenoidů, které se do vejce dostávají z krmiva, přičemž bohatým zdrojem je kukuřice nebo zelené krmivo. Mezi karotenoidy patří karoteny a xantofyly [19]. Hlavní podíl na barvě mají xantofyly, které mají 2x vyšší barevnou mohutnost než karoteny. Z ostatních pigmentů se ve žloutku nachází ovoflavin. Bylo zjištěno, že barva žloutku nesouvisí s nutriční hodnotou vejce [14].

4.1.7 Minerální látky

Z minerálních látek je ve žloutku obsažen především fosfor, který je vázán především ve fosfolipidech a některých jiných proteinech. Mezi další významný prvek patří sodík, železo, síra, draslík, vápník aj. Ve světlém žloutku je obsah minerálních látek téměř osmkrát větší než v tmavém žloutku [19]. Obsah minerálních látek je velmi nestálý a kolísá u těžce nosnice vlivem krmení, prostředí a ročního období [14].

4.1.8 Ostatní organické látky

Tyto látky vznikají při metabolických pochodech. Mezi ně patří volné aminokyseliny, kyselina močová, purinové báze, amoniak, kyseliny pyrohroznová, mléčná, jablečná a citrónová. Mnohé nízkomolekulární látky se podílí na vůni a chuti vaječného žloutku. Jsou to například aminy, aldehydy, ketony [14].

4.2 Chemické složení bílku

Převažující složkou bílku je voda, jejíž obsah se pohybuje u různých druhů vajec v rozmezí 86,5-87,9 %, průměrná sušina je 12-13 %. Průměrný obsah vody v bílkových vrstvách je uveden v tabulce 2. Vyšší sušina bývá většinou u nosnic na počátku snášky [19]. Z organických látek převažuje obsah proteinů, lipidy se nachází

pouze ve stopovém množství. Obsah jednotlivých složek bílku je uveden v tabulce 3.

Tabulka 2 - Průměrný obsah vody v jednotlivých bílkových vrstvách [14]

| | |
|-----------------------------|-------|
| vnější řídký bílek | 88,8% |
| vak hustého bílku | 87,6% |
| vnitřní řídký bílek | 86,4% |
| tuhý chalázový bílek | 84,3% |

Tabulka 3 - Obsah jednotlivých složek bílku v % [19]

| Obsah jednotlivých složek | Slepice |
|----------------------------------|----------------|
| voda | 87,9 |
| sušina | 12,1 |
| z toho bílkoviny | 10,6 |
| lipidy | 0,03 |
| sacharidy | 0,9 |
| minerální látky | 0,6 |

4.2.1 Bílkoviny

Bílek je směsí asi 40 různých proteinů, které strukturálně patří mezi fibrilární a globulární (ve vodě rozpustné) proteiny. Mezi 7 hlavních, nejvíce zastoupených proteinů patří ovoalbumin (54 %), ovotransferin (13 %), ovomukoid, lysozym, globuliny a ovomucin [19]. Ovoalbumin je hlavní protein vaječného bílku. Začíná denaturovat při 57 °C. Denaturační teplota závisí na pH, nejodolnější k účinkům tepla je při pH 6,5-7,0. K denuraci dochází i při šlehání bílku. Ovotransferin je druhý nejvíce zastoupený protein vaječného bílku. Skládá se z několika podjednotek, které se liší obsahem sacharidů. Je nejvíce citlivý vůči záhřevu [14]. Záhřevem se poškozují funkční vlastnosti, zejména schopnost tvořit pěnu. Denaturuje již při 35 °C [18]. Ovomukoid je zodpovědný za viskozitu a gelovitou konzistenci bílku. Je velmi rezistentní vůči záhřevu, při alkalickém pH denaturuje od 80 °C. Lysozym je tvořen polypeptidovým řetězcem složeným ze 129 aminokyselin.

Ve slepičích vejcích jeho obsah tvoří 3,5 %. Má schopnost lyzovat buněčné stěny G+ bakterií a s určitými modifikacemi i G- bakterií. Štěpí vazby mezi N-acetylmuramovou kyselinou a N-acetylglukosaminem, které jsou součástí buněčné stěny. Díky této enzymové aktivitě působí jako ochranný faktor bránící průniku mikroorganismů od skořápky ke žloutku [14]. Je účinný zejména proti bakteriím rodů *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Clostridium* aj. Jeho aktivita se mění během skladování v závislosti na teplotě. Ovoglobuliny rychle denaturují a mají výborné pěnotvorné vlastnosti. Avidin je obsažen v bílku jen v koncentraci 0,05 %. Váže vitamin biotin do pevného a stabilního komplexu. V této formě je rezistentní vůči proteolytickým enzymům. Tím, že omezuje růst a množení mikroorganismů, patří mezi ochranné složky bílku. Cystatin se vyskytuje také v malém množství. Ovoinhibitor je schopen inhibovat trypsin a chymotrypsin a některé proteázy bakterií a hub. Ovomakroglobulin inhibuje řadu proteáz, například pepsin, papain, renin. Ovoflavoprotein váže v bílku riboflavin. Zajišťuje transport riboflavinu z krevního séra do bílku. Ovoglykoprotein obsahuje velké procento vázaných sacharidů [14].

4.2.2 Sacharidy

Většina sacharidů se nachází vázaná v glykoproteidech. Z cukrů jsou přítomny D-galaktóza, D-manóza, D-glukózoamin [19]. Ve volné formě se zde vyskytuje glukóza v množství asi 0,4 % [14].

4.2.3 Vitamíny

V bílku jsou přítomny pouze vitamíny rozpustné ve vodě, tedy vitamíny skupiny B, výjimku tvoří kyselina askorbová. Jejich obsah kolísá v závislosti na krmivu, plemeni a ročním období [14]. Během stárnutí vejce difundují vitamíny do žloutku a naopak [18]. Vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E a K) jsou přítomny pouze ve žloutku [27].

4.2.4 Minerální látky

Minerální látky, které jsou tvořeny sodíkem, hořčíkem, fosforem, bromem, draslíkem, vápníkem, zinkem, sírou, chlorem a jodem kolísají v rozmezí 0,6-0,95 % [14].

Obsah je ovlivňován stejnými faktory jako u žloutku. Nejvyšší obsah je u síry (200 mg/100 g), chloru (170 mg), sodíku a draslíku (160 mg/100 g) [19].

4.2.5 Organické kyseliny

Z organických kyselin je v bílku přítomná kyselina mléčná, citrónová, jablečná aj. [18].

4.3 Chemické složení skořápky a podskořápkových blan

Skořápka a podskořápkové blány se svým chemickým složením liší od ostatních částí vejce, jak uvádí tabulka 1.

Struktura skořápky je tvořena komplexem uhličitanu vápenatého a organické matrix. Skořápka dále obsahuje lysozym a ovotransferin. Podskořápkové blány obsahují vlákna keratinu a dermatan sulfát. Z lipidů jsou ve skořápce obsaženy kyselina palmitová, stearová, olejová. V podskořápkových blánách jsou zastoupeny cholesterol a kyselina linolová [14].

5 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Fyzikálně chemické vlastnosti vejce mají velký význam nejen při plnění biologické funkce, ale i při zpracování vajec k výživovým účelům. Průměrná hustota slepičího vejce je $1,095 \text{ cm}^3$. Při skladování vajec hustota klesá. Další důležitou vlastností je odolnost proti rozbití. Zjistilo se, že úder potřebný k rozbití vejce je asi 60 Pa [17].

5.1 Měrná hmotnost

Je definována jako poměr hmotnosti vejce ku objemu při konstantní teplotě. Její velikost závisí na tvaru vejce a tloušťce skořápky. Během skladování v závislosti na teplotě, vlhkosti a době měrná hmotnost klesá [14]. Průměrná měrná hmotnost čerstvého vejce je $1,095 \text{ g/cm}^3$. Průměrná měrná hmotnost bílku je vyšší než žloutku, nejvyšší je u skořápky [19].

5.2 Bod mrznutí

Průměrná hodnota bodu mrznutí je $-0,455 \text{ }^\circ\text{C}$, u žloutku $-0,601 \text{ }^\circ\text{C}$. Je ovlivněn úbytkem oxidu uhličitého a obsahem sušiny. Při zmrznutí se zvětšuje objem vaječné hmoty, což se projeví popraskáním skořápky [14].

5.3 Index lomu

Index lomu závisí na koncentraci rozpustných látek ve žloutku a v bílku a lze ho využít při měření obsahu sušiny. Žloutek má průměrnou hodnotu lomu 1,4185 a bílek 1,3562 při $25 \text{ }^\circ\text{C}$. V bílku je rozdíl mezi indexem lomu chalázového, hustého a řídkého bílku. Rozdíl indexu lomu je také u tmavého a světlého žloutku. Stárnutím vejce se index lomu mění [14].

5.4 Hodnota pH

Hodnoty pH jsou pro žloutek a bílek rozdílné. U čerstvě sneseného vejce je pH bílku cca 7,6, zatímco pH žloutku je cca 6,0. Během stárnutí se pH bílku zvyšuje vlivem uvolněného a rozpuštěného CO_2 až na hodnotu 9,7. Změny závisí na podmínkách skladování a teplotě [19].

5.5 Viskozita

Viskozita je důležitou technologickou vlastností. Viskozita bílku a žloutku závisí na řadě faktorů. Jako například stáří vejce, teplota, pH, měrná hmotnost, obsah vody, namáhání. Na viskozitu žloutku má vliv podíl bílku, kterým je žloutek kontaminován při vytloukání. Při zahřívání bílku a žloutku viskozita klesá až do teploty, při níž začíná denaturace a kdy se viskozita začíná zvyšovat. Relativní viskozita žloutku je 8krát vyšší než viskozita bílku [19].

5.6 Povrchové napětí

Proteiny a fosfolipidy vaječného žloutku snižují povrchové napětí a mezifázové napětí, což je podstatou emulgačních schopností žloutku. Povrchové napětí žloutku při 25 °C je 0,44 N/m, bílku 0,499 N/m [14]. Povrchové napětí vaječné melanže mírně klesá při pasteraci a také při rozmrazování [19].

6 MIKROBIÁLNÍ KONTAMINACE VAJEC

Nativní vaječný obsah čerstvých vajec v neporušené skořápce obsahuje minimum bakterií, většinou méně než 100 KTJ/ml. K mikrobiální kontaminaci vajec dochází z vnějšího prostředí průnikem přes skořápku (tzv. exogenní = sekundární kontaminace) nebo z těla nemocné nosnice krevní cestou (tzv. endogenní = primární kontaminace). Na rozsah mikrobiálního znečištění vajec má vliv především čistota prostředí, ve kterém jsou nosnice chovány, čistota sběru, vytloukání, pasterace, transport a úschovna vajec. Dále také mytí a orosení vejce [21]. Významné vaječné struktury zpomalují pronikání mikroorganismů v klesajícím pořadí podle významu: kutikula > vnitřní membrána > skořápka > vnější membrána. Prasknutí vnitřní membrány dovolí mikroorganismům obejít tyto ochranné bariéry a povolit snadný přístup patogenním bakteriím. Vejce bez kutikuly nebo vejce s chemicky odstraněnou kutikulou se kazí mnohem rychleji než normální vejce [26]. Mikrobiologicky rizikovější na kontaminaci je žloutek, protože neobsahuje obranné látky proti mikroorganismům [20].

• Endogenní kontaminace

Ke kontaminaci dochází transovariálním přenosem ještě před ovulací, kdy jsou mikroorganismy transportovány do tvořícího se žloutku [26]. Kontaminace skořápkových čerstvých vajec může nastat již ve vaječnku, ovšem u nosnic nakažlivě nemocných, kdy se bakterie dostávají krevní cestou z vaječnku do žloutku. Jedná se zejména o *Salmonella pullorum* i jiné druhy salmonel, které se nejvíce hromadí ve vaječnku nosnice. Dále je možné pronikání bakterií do vajec v době průchodu vejcovodem (kongenitální kontaminace), který s výjimkou části u kloaky, je obvykle sterilní. Ve vejcovodu získává vejce své ochranné podskořápkové blány, a proto bakterie vniklé do vejcovodu z kloaky mohou proniknout do vejce ještě nechráněnou skořápkou [22]. Původci endogenní kontaminace bývají obvykle patogenní mikroorganismy *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* sp. Tímto způsobem bývá kontaminováno asi 6-9 % vajec [13].

• Exogenní kontaminace

Více rozšířená je exogenní kontaminace, která závisí především na čistotě prostředí. Různé literární prameny uvádí, že na skořápce bývá řádově 10^3 až 10^8 mikroorganismů. Zůstanou-li vejce delší dobu ve snáškové hale, může se jejich počet zvýšit 2krát až 3krát [17]. Nejvíce bývají kontaminovány skořápky vajec z volných chovů, nejméně potom z chovů klecových. Největším nebezpečím u čerstvě sneseného vejce je vlhká lepivá kutikula na povrchu, na kterou se nalepí nečistoty z prostředí (prach, podestýlka, hlína, trus, peří). Ty jsou potom zdrojem i ochranným prostředím pro mikroorganismy, které mohou pronikat přes póry skořápky do vaječného obsahu [13]. Na povrchu skořápky jsou podle znečištění statisíce až miliony mikroby, bakterií a plísní, které svými hyfami snadno prorůstají průlinami do podskořápkové blány. Hyfy mechanicky rozrušují tuto blánu a otvírají tím další cestu bakteriím do vnitřku vajíčka [22]. Kromě patogenních mikroorganismů (*Salmonella* sp., *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Shigella* sp.) může být skořápka kontaminována i vzdušnou mikroflórou (mikroby, pseudomonády, aerobní sporuláty) [14]. Zdrojem kontaminace jsou také hlodavci, hmyz a v neposlední řadě také lidé [19]. Jako další zdroje kontaminace se mohou považovat znečištěné proložky, přepravné krabice, nevyhovující skladovací zařízení aj. [27]. Průnik mikroorganismů do vaječného obsahu podporuje poškození kutikuly, praskliny skořápky, vysoká koncentrace mikroorganismů, vysoká teplota prostředí, vysoká relativní vlhkost. Schopnost penetrace mikroorganismů do vejce je různá, nejlépe pronikají pohyblivé mikroorganismy a pseudomonády [14]. Jedním z hlavních míst kažení je bílek. Teplota pod 8 °C brání růstu salmonel a zpomaluje ztrátu vnitřní kvality. Teplota kolem 18 °C snižuje přirozenou vaječnou ochranu. S klesající účinností bariér se zvyšuje mikrobiální kontaminace. Relativní vlhkost při skladování by měla být mezi 70 % a 85 %. Pod 70 % dochází k rychlé ztrátě vody a zhoršení kvality, nad 85 % je mikrobiální kontaminace zvýšena a také plísně mohou růst zejména ve vzduchové bublině [27]. Důležitým pochodem je mytí vajec. Vejce s mikrobiálně znečištěnou skořápkou se rychleji kazí a mohou přenášet i zdravotně závadné mikroorganismy. Po umytí má být vejce osušeno, aby nezůstávalo dlouho vlhké [22]. Evropská Unie zakázala čištění vajec třídy A, určených pro lidskou spotřebu, ale nezakázala čištění vajec pro technické účely.

Vejce může být čištěno jak suchou, tak mokrou cestou. Suché čištění odstraní kutikulu a dělá vejce více citlivé k mikrobiálnímu proniknutí. Při mokřém čištění je důležitá teplota lázně, která také ovlivňuje mikrobiální kontaminaci. Mokrý skořápka společně s poklesem teploty usnadňuje průnik bakterií do vajíčka [27]. V České republice je mytí vajec pro potravinářské účely zakázáno, takto mytá vejce mohou být používána pouze pro účely technologické. Mikroorganizmy, které vniknou do vajec, se obvykle vyvíjejí kolem místa vniknutí a vytváří kolonie, které jsou patrné v ovoskopu. Další pomnožení mikrobů vede k různým změnám obsahu vajec a tím také k jejich zkáze. Mikrobiální formy zkázy mohou být typické, zpravidla se však vyskytují jako kombinované kontaminace. Mezi nejběžnější patří černá hniloba, zelená hniloba, červená hniloba, bílá hniloba [22].

7 MIKROORGANIZMY KONTAMINUJÍCÍ VEJCE

Čeď *ENTEROBACTERIACEAE*

Enterobakterie jsou rozšířeny na celém světě, jsou patogenní pro člověka, zvířata, hmyz i rostliny [24]. Vzhledem k jejich rozšíření je patrné, že některé rody enterobakterií pronikly do potravinového řetězce a způsobily kažení potravin. Kontaminace potravin může být způsobena přímo nebo nepřímo z různých přírodních zdrojů. Především nezpracované nebo syrové pokrmy jsou kaženy enterobakteriemi, ale také plísněmi a kvasinkami [29]. Tato čeď zahrnuje gramnegativní nespírálující tyčkovité bakterie většinou pohyblivé pomocí bičků. Některé rody tvoří pouzdra. Jsou fakultativně anaerobní a chemoorganotrofní, netvoří spory ani cysty. Většina roste na jednoduchých kultivačních půdách. Tvoří katalázu, ale netvoří oxidázu. Jedná se o gramnegativní tyčinky se zaoblenými konci, 2-3 μm široké. Na povrchu mají různé typy fimbrií, z nichž jedny jsou zastoupeny ve velkém počtu na povrchu bakteriální buňky a umožňují adhezi na hostitelskou buňku [24]. Většina druhů roste při teplotě 37 °C, avšak některé druhy lépe rostou při teplotě nižší. Generační doba je velmi krátká. Mnoho druhů primárně napadá intestinální trakt a způsobuje průjmová onemocnění [27].

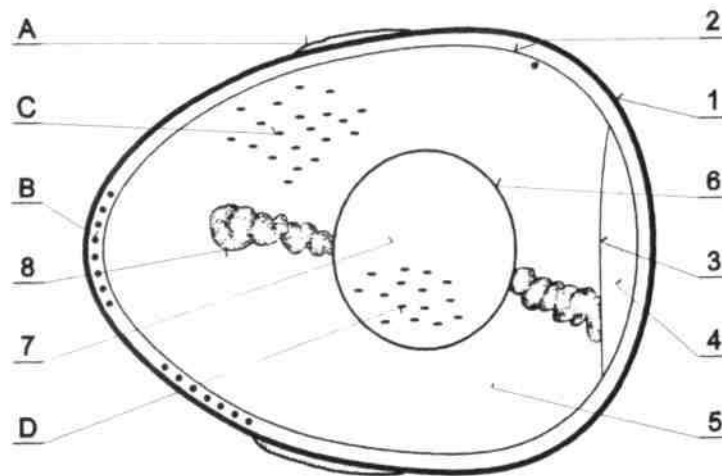
Rod *Escherichia*

Typovým druhem je *Escherichia coli*. Je běžný komensál tlustého střeva. Fekálním znečištěním se dostává do vody, kde přežívá řadu týdnů [24]. Jedná se o gramnegativní rovné tyčinky, které se vyskytují jednotlivě nebo ve dvojicích, některé kmeny z klinického materiálu tvoří pouzdra. Jsou fakultativně anaerobní a chemoorganotrofní. Optimální teplota je 37° C. Glukózu a jiné sacharidy okyselují s tvorbou plynu. Jsou oxidáza negativní, kataláza pozitivní [27]. Syntetizuje důležité vitamíny a přispívá k celkové rovnováze mikroorganismů přítomných ve střevech, protože zabráňuje růstu škodlivých bakterií tím, že s nimi soutěží o živiny a kyslík [30].

Rod *Salmonella*

Z čeledi *Enterobacteriaceae* byl rod *Salmonella* vytríděn lékařskými mikrobiology a zahrnoval bakterie, které vyvolávaly onemocnění lidí a zvířat. Tento druh se třídí na 41 species a 7 subspecies, z nichž pro člověka patogenní kmeny patří do subspecies I. Salmonely jsou primárními střevními patogeny člověka a zvířat [24]. Nachá-

zí se v odpadcích, ve vodě, v půdě. Potraviny mohou být infikovány přímo (surovina připravena z infikovaných zvířat – maso, vejce) nebo druhotně. Rostou na běžných kultivačních půdách, na nichž však nejsou od ostatních enterobakterií odlišeny, proto se užívá selektivních a selektivně diagnostických půd. Fermentují glukózu, maltózu, manitol a sorbitol s tvorbou plynu a kyseliny, většina tvoří H_2S . Nezkvašují laktózu [24]. Salmonely jsou nenáročné, a proto se mohou rozmnožovat mimo tělo živočichů, především v potravinách živočišného původu. Salmonela je gramnegativní nespíralující tyčinka, až na několik málo výjimek pohyblivá pomocí bičků. Nepohyblivá je *Salmonella gallinarum* a *Salmonella pullorum*. Tyčinka je 0,5-0,8 μm široká a asi 1-3,5 μm dlouhá. Je schopna růst v prostředí s kyslíkem i bez něj. Roste při teplotě 6-50 $^{\circ}C$, nejlépe při 37 $^{\circ}C$. Dobře přežívá zmrazení a chlazení [25]. Salmonely jsou ničeny teplotou nad 70 $^{\circ}C$, kyselým prostředím a běžnými desinfekčními prostředky [26]. Na obrázku 6 je uvedeno vejce s modelovým průnikem salmonel.



Schématický podélný řez slepičím vejcem s modelovým průnikem salmonel. 1 - skořápka, 2 - podskořápečná blána, 3 - bílková blána, 4 - vzduchová komůrka, 5 - bílek, 6 - žloutková blána, 7 - žloutek, 8 - chaláza. A - povrchové zašpinění skořápky, většinou kontaminace mikroby, *S. tm.* a jinými sérotypy salmonel, B - salmonely po průniku skořápkou blokováné mezi ní a podskořápečnou blánou, C - *S. e.* z transovariální kontaminace bílku nebo jiné (*S. tm.*, *S. hadar*) proniklé po určité době podskořápečnou blánou nebo po porušení obalových vrstev vejce, D - menší počet buněk *S. e.* ve žloutku po transovariálním přenosu. Orig. podle M. a B. Rosického, 1993.

Obrázek 6 – Schéma vejce s modelovým průnikem salmonel [25]

Grampozitivní koky

Rod *Staphylococcus*

Do tohoto rodu bylo doposud zařazeno kolem 40 druhů a poddruhů. Stafylokoky jsou grampozitivní, nespíralující, nepohyblivé a většinou neopouzdržené sférické koky o průměru asi 1 μm . Vyskytují se jednotlivě nebo v nepravidelných shlucích nebo hroznech. Produkují katalázu, při zkvašování řady cukrů tvoří kyseliny, nikoliv však plyny. Odolávají záhřevu na 55 °C po dobu 30 minut, vysychání a odolávají vyšším koncentracím NaCl. Tolerance k 10% koncentraci NaCl v kultivačním médiu lze využít pro selektivní izolaci stafylokoků ze silně kontaminovaného materiálu, jako jsou některé potraviny. Dobře rostou na obyčejném živném agaru, na pevných pomnožovacích půdách vyrůstají do 24 hod inkubace při 37 °C. V bujónu vytváří bohatý zákal a sediment [24]. Stafylokoky se zpravidla rozdělují podle produkce plazmakoagulázy na druhy koaguláza pozitivní a koaguláza negativní. Druhy s produkcí koagulázy se zařazují mezi fakultativní nebo primární patogeny člověka a zvířat. Koaguláza negativní stafylokoky se rozdělují na druhy citlivé a na druhy rezistentní k antibiotiku novobiocinu. Druhy novobiocin rezistentní souvisejí se zvířaty a jinými živočichy, kteří jsou zpravidla jejich nositeli [30].

Skupina grampozitivních kataláza negativních koků

Rod *Streptococcus*

Rod bakterií, jejichž název je tvořen ze dvou řeckých slov: streptos = řetízek a kokos = kulička, jádro [30]. Rod *Streptococcus* obsahuje grampozitivní kataláza negativní koky uspořádané do dvojic a řetízků. Většina druhů je fakultativně anaerobních, růst některých druhů je podporován CO₂. Konečným produktem fermentace je kyselina mléčná. Některé druhy jsou primárně patogenní, velkou skupinu tvoří druhy podmíněně patogenní. Patří mezi růstově náročnější bakterie, roste na komplexních kultivačních půdách. Pro záchyt se používá krevní agar, přítomnost CO₂ růst podporuje [24]. Patogenní streptokoky tvoří některé produkty s enzymatickou aktivitou, jež se podílí na jejich choroboplodnosti [30].

G- aerobní až mikroaerofilní tyčky

Rod *Campylobacter*

Název je odvozen z řeckého slova kampylos = křivý, zakřivený. Jedná se o skupinu, která se dříve nazývala mikroaerofilní vibria. Vyvolávají střevní infekce u lidí, aborty u domácích zvířat a uplatňují se jako podmíněné patogeny. Jsou spirální, tenké nebo zakřivené gramnegativní tyčinky. Za nepříznivých podmínek přecházejí v kokovité útvary. Jsou pohyblivé s polárně umístěnými bičíky. Vyžadují speciální kultivační půdy a mikroaerofilní prostředí (snížení O₂, zvýšené CO₂ a dostatečná vlhkost). Tvoří katalázu a oxidázu, nefermentují ani neoxidují sacharidy. *Campylobacter jejuni* a *C. lari* se vyskytují především u drůbeže [24]. Onemocnění způsobené *Campylobacter* sp. se nazývá kampylobakterióza. Podle statistických šetření se podílí na akutních průjmech ve 4–14 % [30].

Gramnegativní aerobní tyčky

Rod *Pseudomonas*

Název tohoto rodu bakterií je utvořen z řeckých slov: pseudos = lež, klam a monas = jednotka, část, díl. Pseudomonády jsou velmi rozšířené v přírodě, nacházejí se také v půdě, v rostlinách, ve vodách, v exkrementech člověka i zvířat [30]. Bakterie rodu *Pseudomonas* zahrnují skupinu gramnegativní a spory netvořících mikroorganismů. V rodu je zahrnuto víc než 40 druhů. Členové tohoto rodu jsou fluorescentní a výživově všestranní. Jsou odpovědní za řadu kazících se potravin. Kazící proces těchto bakterií je dán produkujícím zápachem a tenkým nebo kašovitým vzhledem [29]. Pod mikroskopem se jeví jako rovné nebo mírně zahnuté tyčky. Netvoří spory a patří k nefermentujícím tyčkám. Syntetizují katalázu a oxidázu, z kultivačního hlediska nemají vysoké nároky na půdu. Pro člověka jsou patogenní 3 druhy. Některé druhy rodu *Pseudomonas* mohou v půdě rozkládat chitin, který je obsažen v buněčné stěně chitinoklastických hub. Vyjadřuje se pozoruhodnou genetickou variabilitou [30]. Kolonizuje sliznice, hlavně respiračního traktu a močových cest, u hostitelů se sníženou obranyschopností. Ve velkých kvantech se může vyskytovat v nemocničním prostředí, zvláště na jednotkách intenzivní péče, novorozeneckých odděleních, kde kontaminuje dýchací přístroje a katetry. Většinu

kmenů je možno identifikovat podle růstu na základních půdách, kde vytváří lesklé kolonie. Pseudomonády dobře přežívají ve vlhku, v umyvadlech. Z dezinfekčních prostředků jsou účinné chlorové preparáty [24]. Oxidáza pozitivní *Pseudomonas fluorescens* reprezentuje velmi různorodou skupinu a může být dále členěn na více než 5 biotypů nebo biovarů podložených studiem [29].

Kvasinky

Kvasinky mají v potravinářské technologii dvojí význam. Za prvé jako technologicky využívané mikroorganismy ve fermentačním průmyslu při výrobě piva, vína, kvasnic, v potravinářském průmyslu při výrobě pekařských produktů a za druhé jako škůdci masa, ryb, drůbeže, výrobků studené kuchyně, mléčných produktů apod. [21]. Kvasinky jsou saprofytické mikroorganismy. Některé druhy kvasinek vyvolávají za jistých podmínek mykotická onemocnění člověka a zvířat, např. *Candida albicans*. Velká většina druhů kvasinek náleží mezi tzv. bílé kvasinky, které na běžných kultivačních médiích tvoří bíle zbarvené kolonie. Také se vyskytují kvasinky červené (růžové), např. kolonie rodu *Rhodotorula*, které jsou zbarveny růžově až červeně [30]. Kvasinky vyžadují pro svůj růst, podobně jako plísně vzdušný kyslík. Mají schopnost přeměnit svůj metabolismus za anaerobních podmínek na fermentační. Určité druhy mohou dobře růst i při významně sníženém parciálním tlaku vzdušného kyslíku. Rostou v širokém rozmezí teplot a hodnot pH. Některé kvasinky, např. *Zygosaccharomyces rouxii* roste výhradně v prostředí s vysokým obsahem cukru [21].

Rod *Saccharomyces*

Nejznámější a nejprozkoumanější rod kvasinek. Vyznačují se kulatým, oválným nebo protáhlým tvarem. Vegetativní rozmnožování se uskutečňuje multilaterálním pučením, ale netvoří pravé mycelium [30].

Druh *Saccharomyces cerevisiae* je pивní, vinná, lihovarnická a pekárenská kvasinka. Fermentuje glukózu, sacharózu, maltózu. Tvar buněk je oválný, se zřetelnou ostře ohraničenou vakuolou, což je charakteristické pro starší buňky [21].

Rod *Candida*

Zahrnuje druhy jak čistě saprofytické, tak potenciálně patogenní, které mohou způsobit mykotické onemocnění lidí a zvířat. Rozmnožují se multilaterálním pučením, tvoří pseudomycelium, které může být někdy značně výrazné [30]. Druh *Candida albicans* se v přírodě nachází zejména v půdě a exkrementech zvířat. U člověka se vyskytuje ze všech druhů kvasinek nejčastěji, např. na kůži, v ústní dutině, v moči, stolici a jinde. Způsobuje i onemocnění kuřat, slepic atd. [30].

Kvasinkovité buňky jsou oválovité nebo kulaté, velikosti 3–5 μm . Charakteristickou vlastností je schopnost germinace – tvorba tzv. zárodečných klíčků [24].

Plísně

Dříve se plísně označovaly jako plísně pravé neboli řasohouby. Z potravinářsko-technologického hlediska se jako plísně označují organizmy, které tvoří na potravinách povlaky složené z jednotlivých vláken. Plísně mají pravé buňkové jádro, proto se řadí mezi eukaryonty. Plísně jsou aerobní a potřebují pro svůj růst vzdušný kyslík. Některé druhy plísní, např. druhy rodu *Mucor* mohou přejít z anaerobních podmínek na fermentativní metabolismus. Plísně jsou na rozdíl od bakterií všeobecně přizpůsobivé na určité extrémní podmínky prostředí [21].

Rod *Aspergillus*

Tento rod zahrnuje asi 150 druhů, z nichž jen několik bylo prokázáno jako původci lidských onemocnění. Jedná se o vláknité houby. Aspergily patří k nejrozšířenějším houbám v prostředí, významným pro člověka. Přenos na člověka se děje vzdušnou cestou [24]. Staré kolonie jsou podle druhu úplně překryty bílou, zelenou, hnědou nebo černou vrstvou spor [30].

Rod *Penicillium*

Zahrnuje 220 druhů tvořících ploché vlnité kolonie. Vyskytují se na všech potravinách, např. v sušeném mléce, v mlynářských produktech. Lipolyticky aktivní druhy kazí jedlé oleje, tuky, máslo, tučné pečivo aj. Některé druhy jsou choroboplodné a způsobují mykózy. Průmyslově se využívají na výrobu antibiotika penicilínu a na výrobu enzymu glukózooxidáza, při zrání plísňových sýrů kamemberského a rokfortského typu, olomouckých tvarůžků [21].

8 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo popsat způsoby, jakými je možno chovat nosnice. Dále uvést mikroorganismy podílející se na kontaminaci a kažení vajec, zjistit zda má překročení doby minimální trvanlivosti vliv na kontaminaci vajec a posledním úkolem bylo zjistit zda existuje rozdíl v kontaminaci vajec pocházejících z různých technologií chovu nosnic.

PRAKTICKÁ ČÁST

9 MATERIÁL A METODIKA

Pro praktické zkoumání byla použita čerstvá vejce z tržní sítě a vejce z domácího chovu. V tabulce 4 jsou vejce konkrétněji popsána.

Tabulka 4 – Přehled zkoumaných vajec

| Druh vejce | velikost vajec | číslo třídirny | značení |
|-------------------------------------|----------------|----------------|---------|
| čerstvá bio vejce | M | CZ 15604 | 0 |
| čerstvé vejce z chovu na podestýlce | M | CZ 453 | 2 |
| vejce nosnic v klecích | L | CZ 5736 | 3 |
| domácí vejce | | | D |

9.1 Použité půdy

- **BGA** (Brilliant Green Agar) - médium pro selektivní kultivaci druhů rodu *Salmonella* (výrobce HIMEDIA, Indie)

Živný agar.....55,1 g

Destilovaná voda.....950 ml

- **XLD** (Xylose-Lysine Deoxycholate Agar) – médium pro selektivní izolaci a stanovení počtu *Salmonella* spp.(HIMEDIA, Indie)

Živný agar.....76,47 g

Destilovaná voda.....1350 ml

- **ENDO** (Endo Agar) - Pro rozlišení laktóza-pozitivních a laktóza-negativních koli-formních bakt. (HIMEDIA, Indie)

Živná půda.....35,28 g

Destilovaná voda.....850 ml

- **BP** (Baird Parker Agar with Sulpha) – Diagnostická půda pro kultivaci a stanovení počtů stafylokoků (BIORAD, Francie)

Živný agar.....67,35 g

Destilovaná voda.....850 ml

| | |
|--|---------|
| Vaječný suplement..... | 50 ml |
| • CBA (Columbia Blood Agar) – Médium pro kultivaci patogenních mikroorganismů (<i>Campylobacter</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp.) (OXOID, Anglie) | |
| Živná půda..... | 31,2 g |
| Destilovaná voda..... | 800 ml |
| • MPA (Masopeptonový agar) – neselektivní půda (HIMEDIA, Indie) | |
| Živné médium..... | 194 g |
| Destilovaná voda..... | 4850 ml |
| • RV (Rappaport Vassiliadis Medium) – selektivní pomnožovací tekuté médium pro izolaci salmonel (HIMEDIA, Indie) | |
| Živné médium..... | 27 g |
| Destilovaná voda..... | 900 ml |
| • BPW (Buffered Peptone Water-Peptonová voda) – Základní pomnožovací médium pro salmonely (HIMEDIA, Indie) | |
| Živné médium..... | 18 g |
| Destilovaná voda..... | 900 ml |
| • GKCHA (Glukóza, kvasniční extrakt, chloramfenikol) – Médium pro kultivaci kvasinek a plísní (HIMEDIA, Indie) | |
| Živné médium..... | 26,78 g |
| Destilovaná voda..... | 850 ml |
| • FYZIOLOGICKÝ ROZTOK | |
| NaCl..... | 8,5 g |
| Destilovaná voda..... | 1000 ml |

9.2 Pomůcky

- Očkovací kličky
- Petriho misky

- Zkumavky
- Etanol
- Kahan
- Vatové tampony
- Vatové tyčinky
- Kádinky
- Hokejky
- Autokláv 135 S, H+P VARIOKLAV
- Laboratorní sušárna MEMMERT UNB 400
- Biologický termostat BT 120
- Chladnička Elektrolux ERC 2521
- Digitální váha KB 800-2
- Mikroskop LABORLUX S
- Automatická mikropipeta 100 – 1000 μ l
- Běžné laboratorní sklo
- Třepačka - Wortex

9.3 Stanovení počtu mikroorganismů ve vejcích

Stanovení celkového počtu mikroorganismů (CPM) – skořápka

CPM – počet aerobních, fakultativně anaerobních nebo mezofilních bakterií, kvasinek a plísní, rostoucích na nutričně bohatých neselektivních půdách při 30 °C za 72 hodin.

Vejce bylo setřeno z povrchu sterilním tamponem (byla stírána vždy polovina plochy vejce). Tampon byl vytřepán ve fyziologickém roztoku a z něj byl 1 ml pipetován na misky a zalit půdou MPA. Půda byla vytemperována na teplotu 45 °C, aby nedošlo při zalévání k usmrcení mikroorganismů. Půda s inokulem byla pečlivě promíchána, aby došlo k rovnoměrnému rozložení mikroorganismů v misce. Mis-

ky byly ponechány na vodorovné ploše, do doby zaschnutí agaru a poté byly inkubovány v termostatu na příslušnou teplotu, což lze vidět v tabulce 6.

Výpočet CFU/vejce

$X_1 = (\text{vše co na miskách vyrostlo}) / (\text{počet misek 1. ředění} + 0,1 * \text{počet misek 2. ředění}) * \text{první námi použité ředění}$

$$X_1 = \frac{394}{(1 + 0,1 * 1) * 10^{-1}} = 3,582 * 10^3 * 2 = 7,164 * 10^3 \text{ CFU/vejce}$$

Stanovení celkového počtu mikroorganismů (CPM) – melanz

Vejce bylo po provedení stěru skořápky v místě rozklepnutí vydezinfikováno a rozklepnuto do sterilní kádinky. Následně byl obsah homogenizován za vzniku vaječné melanže, která byla dále analyzována. Na celkové počty byl odebrán 1 ml a bylo provedeno zalití vytemperovanou MPA půdou. Na stanovení ostatních mikroorganismů bylo odebráno 0,2 ml na misky.

Stanovení psychrotrofních mikroorganismů (PSM) – skořápka

PSM – Mikroorganismy schopny přežít při 10 °C a jsou schopny se při této teplotě také rozmnožovat.

Vejce bylo setřeno z povrchu sterilním tamponem. Tampon byl vytřepán ve fyziologickém roztoku a z něj byl 1 ml pipetován na misky a zalit půdou MPA. Půda byla vytemperována na teplotu 45 °C, aby nedošlo při zalévání k usmrcení mikroorganismů. Půda s inokulem byla pečlivě promíchána, aby došlo k rovnoměrnému rozložení mikroorganismů v misce. Misky byly ponechány na vodorovné ploše, do doby zaschnutí agaru a poté byly inkubovány v termostatu na příslušnou teplotu. Viz tabulka 6.

Stanovení psychrotrofních mikroorganismů (PSM) – melanz

Vejce bylo po provedení stěru skořápky v místě rozklepnutí vydezinfikováno a rozklepnuto do sterilní kádinky. Následně byl obsah homogenizován za vzniku vaječné melanže, která byla dále analyzována. Na celkové počty byl odebrán 1 ml a bylo provedeno zalití vytemperovanou MPA půdou.

Stanovení salmonel

Byl pipetován 1 ml melanže do neselektivního pomnožovacího média (BPW-peptonová pufovaná voda) ve zkumavce. Tato zkumavka byla promíchána na Wortexu. Po promíchání byla zkumavka inkubována 24 hodin při 37 °C. Na druhý den byl odebrán 1 ml z BPW do selektivního pomnožovacího média (RV-medium) a inkubován při 42 °C po dobu 24 hodin. Poté bylo pipetováno 0,2 ml na selektivní tuhá média (XLD, BGA) na miskách. Postup pro stanovení salmonel je stejný, jako udává norma ISO 6579 AMD 1:2004. Mikrobiologie potravin a krmiv. Horizontální metoda pro důkaz salmonel. Pouze s rozdílem pipetování 0,1 ml na selektivní tuhá média. Na selektivní půdě XLD tvoří *Salmonella enterica* růžové kolonie s červeným středem, zatímco *E. coli* tvoří žluté kolonie. Na půdě BGA tvoří *Salmonella enterica* kolonie v barvě média a *E. coli* vytváří žluté až žlutozelené kolonie, které tvoří zónu v médiu.

Stanovení stafylokoků

Na stanovení stafylokoků byla použita půda BP, na kterou bylo sterilní pipetou nanášeno 0,2 ml vaječné melanže, která byla připravena podle postupu uvedeného výše a rozetřeno sterilní hokejkou. Po zaschnutí inokula bylo inkubováno. Teplota a čas inkubace je uvedena v tabulce 6.

Stanovení kampylobakterů

Na stanovení byla použita půda CBA, na kterou bylo sterilní pipetou nanášeno 0,2 ml vaječné melanže a rozetřeno sterilní hokejkou. Po vsáknutí inokula bylo inkubováno. Na inkubaci bylo použito speciální mikroaerofilní prostředí. Byla provedena i kontrola z kuřecích křídel zakoupených v obchodní síti.

Stejným způsobem bylo postupováno i při očkování na půdy ENDO, GKCHA. Každý vzorek byl naočkován paralelně na dvě Petriho misky. Takto bylo postupováno při zkoumání vajec před datem spotřeby i po datu spotřeby. Po celou dobu bylo pracováno v blízkosti zapáleného kahanu, aby bylo zabráněno případné kontaminaci z ovzduší.

Tabulka 4 – Přehled půd a jejich inkubace

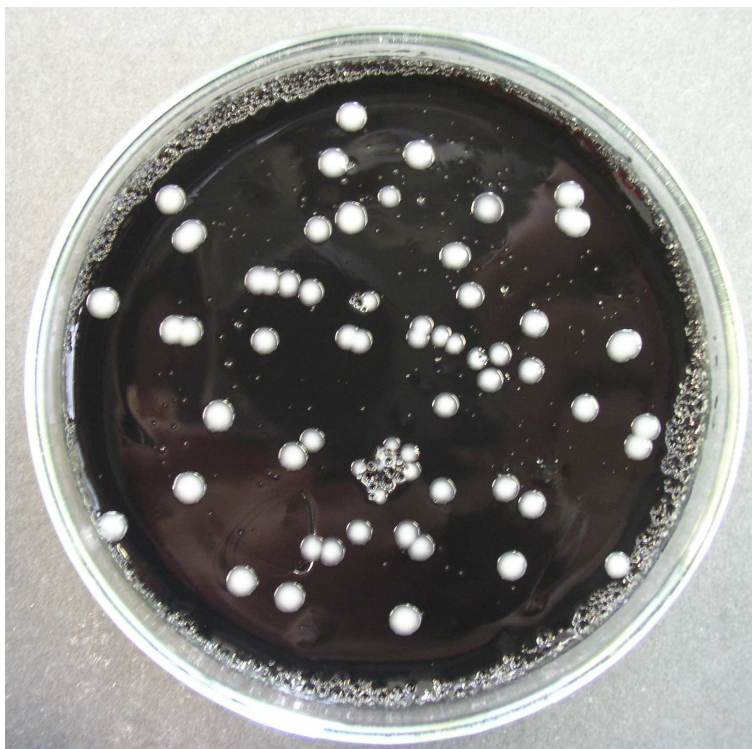
| Půda | Použití půdy | Doba inkubace | Teplota inkubace [°C] |
|------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------|
| BGA | salmonely | 24 hod | 37 |
| XLD | salmonely | 24 hod | 37 |
| ENDO | <i>E.coli</i> | 24 hod | 37 |
| BP | stafylokoky | 24 hod | 37 |
| CBA | <i>Campylobacter ssp.</i> | 24 hod | 42, mikroaerofilní prostředí |
| RV | pomnožovací médium pro salmonely | 24 hod | 42 |
| BPW | pomnožovací médium pro salmonely | 24 hod | 37 |
| GKCHA | kvasinky a plísňe | 5 dní | 25 |
| MPA – CPM | neselektivní půda | 72 hod | 30 |
| MPA – PSM | neselektivní půda | 10 dní | 6 ± 2 |

10 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tabulka 5 – Počet mikroorganismů zjištěných z melanže před uplynutím doby minimální trvanlivosti

| | BP[KTJ/ml] | ENDO[KTJ/ml] | CBA [KTJ/ml] | GKCHA [KTJ/ml] |
|----------------------|----------------------|---------------------|--------------|---------------------|
| 0₁ | 2,5*10 ⁰ | 0 | 0 | 2,5*10 ⁰ |
| 0₂ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2₁ | 7,5*10 ⁰ | 0 | 0 | 0 |
| 2₂ | 5,5*10 ¹ | 0 | 0 | 0 |
| 3₁ | 5*10 ⁰ | 0 | 0 | 2,5*10 ⁰ |
| 3₂ | 1*10 ⁰ | 0 | 0 | 0 |
| D₁ | 1,35*10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| D₂ | 3*10 ³ | 2,9*10 ³ | 0 | 2,7*10 ² |

V tabulce 7 jsou uvedeny výsledky počtů mikroorganismů zjištěných z melanže před uplynutím doby minimální trvanlivosti. Počet stafylokoků se pohyboval v rozmezí jednotek. Nejvíce stafylokoků bylo nalezeno ve vejcích z domácího chovu a poté z chovu nosnic na hluboké podestýlce. V ostatních chovech nebyl zaznamenán téměř žádný nárůst. Výskyt *E. coli* byl nalezen pouze v jednom vejci z domácího chovu, v ostatních chovech nebyl zaznamenán žádný nárůst. *Campylobacter* sp. se nevyskytoval v žádném vejci. V případě kampylobakterů byla provedena kontrola z kuřete, která byla pozitivní. Což je viditelné na obrázku 12. Výskyt plísní a kvasinek byl nejvíce pozorován ve vejcích z chovu na hluboké podestýlce. V ostatních vejcích byl výskyt plísní a kvasinek téměř vyrovnaný.



Obrázek 7 – Selektivní tuhá půda CBA, s naočkovanou kontrolou, která byla prováděna z kuřecích křídél.

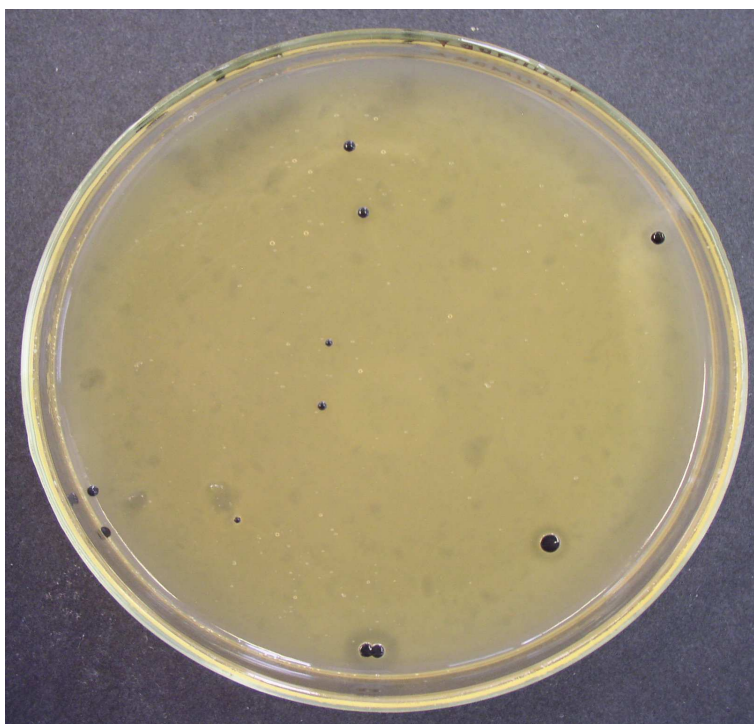
Kampylobaktery na černé půdě vytváří bílé kolonie, barva půdy zůstává nezměněna [33].

Tabulka 6 – Počet mikroorganismů zjištěných z melanže po uplynutí doby minimální trvanlivosti

| | BP [KTJ/ml] | ENDO [KTJ/ml] | CBA [KTJ/ml] | GKCHA [KTJ/ml] |
|----------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| 0₁ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0₂ | $5,55 \cdot 10^2$ | 0 | 0 | $1,82 \cdot 10^0$ |
| 2₁ | $1,5 \cdot 10^1$ | 0 | 0 | 0 |
| 2₂ | $1,13 \cdot 10^2$ | 0 | 0 | $3,64 \cdot 10^0$ |
| 3₁ | $1,83 \cdot 10^2$ | 0 | 0 | 0 |
| 3₂ | $2,5 \cdot 10^1$ | 0 | 0 | 0 |
| D₁ | $1,3 \cdot 10^2$ | $7,49 \cdot 10^2$ | 0 | $2,18 \cdot 10^1$ |
| D₂ | 0 | 0 | 0 | 0 |

V tabulce 8 jsou k dispozici počty mikroorganismů po uplynutí doby minimální trvanlivosti. V případě stafylokoků došlo k nárůstu o téměř dva řády a nejvíce jich bylo nalezeno ve vejcích z ekologického chovu a poté ve vejcích z klecových chovů. *E. coli* byla nalezena pouze v jednom domácím vejci, *Campylobacter* sp.

se nevyskytoval v žádném zkoumaném vejci a výskyt plísní a kvasinek se po uplynutí doby minimální trvanlivosti výrazně nezvýšil.



Obrázek 8 – Selektivní tuhá půda BP. Na kterou byla naočkována melanž vejce z chovu na podestýlce.

St. aureus na této půdě tvoří černé kolonie, s nebo bez zóny opalescence. Byly prováděny i stafytesty, ale *St. aureus* prokázán nebyl.

Tabulka 7 – Počet mikroorganismů zjištěných z melanže před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti

| | před uplynutím doby minimální trvanlivosti | | po uplynutí doby minimální trvanlivosti | |
|----------------------|--|----------------|---|-------------------|
| | BGA [KTJ/ml] | XLD [KTJ/ml] | BGA [KTJ/ml] | XLD [KTJ/ml] |
| 0₁ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0₂ | 0 | 0 | $3,5 \cdot 10^1$ | 0 |
| 2₁ | 0 | 0 | $2,5 \cdot 10^0$ | 0 |
| 2₂ | 0 | 0 | $1,75 \cdot 10^1$ | 0 |
| 3₁ | 0 | 0 | $2,7 \cdot 10^2$ | 0 |
| 3₂ | 0 | 0 | $1,275 \cdot 10^2$ | 0 |
| D₁ | 0 | 0 | $3,11 \cdot 10^2$ | $2,46 \cdot 10^3$ |
| D₂ | $3 \cdot 10^2$ | $3 \cdot 10^2$ | $1,75 \cdot 10^1$ | 0 |

V tabulce 9 jsou uvedeny počty mikroorganismů, které byly zjištěny z melanže před a po uplynutí doby minimální trvanlivosti. Před uplynutím této doby nebyl pozorován žádný nárůst mikroorganismů, výjimku tvořilo pouze jedno domácí vejce. Po uplynutí doby minimální trvanlivosti se na půdě BGA počet výrazně zvýšil, v některých případech až o dva řády. Nejvíce kontaminována byla vejce z chovu nosnic v klecích, následoval domácí chov a chov nosnic na hluboké podestýlce. Na půdě XLD žádný výrazný nárůst mikroorganismů nebyl pozorován. Půdy jsou určeny pro stanovení *Salmonell* sp., ale podle těchto výsledků nelze určit, zda se o salmonely opravdu jedná, protože nebyly provedeny další testy, které by jejich výskyt potvrdily.



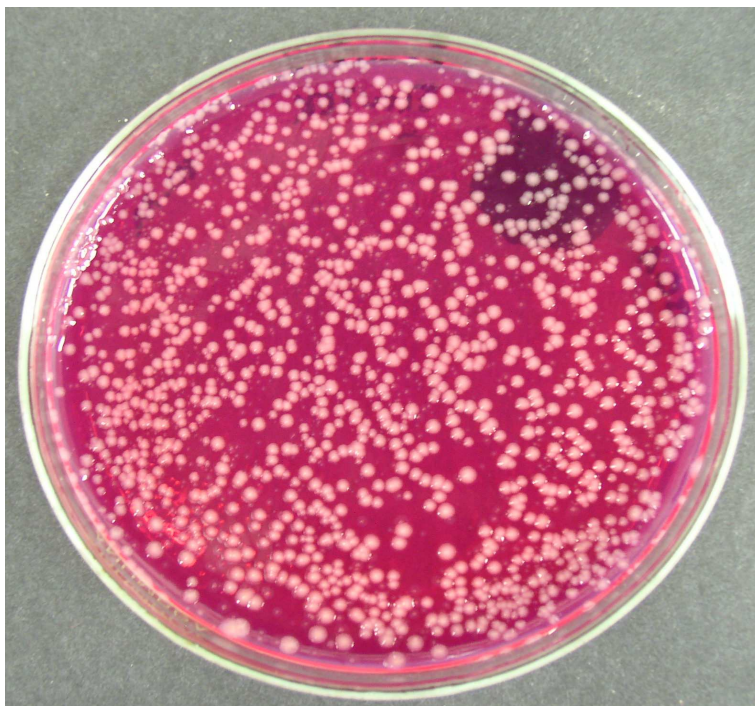
Obrázek 9 – Selektivní tuhá půda XLD, na kterou byla naočkována skořápka vejce z ekologického chovu

Na této půdě vyrostly mikrobiolog žluté kolonie, které způsobily zónu v médiu. Původní hnědo-červená barva média se změnila na žlutou. Z toho se dá usuzovat, že se jedná o *Escherichia coli* [33].



Obrázek 10 – Selektivní tuhá půda XLD, na kterou byla naočkována skořápka vejce z ekologického chovu.

Barva půdy se změnila z původní hnědo-červené na žlutou. Na půdě vyrostly žluté kolonie, podle toho by se dalo usuzovat, že se jedná o *Escherichia coli* [33].



Obrázek 11 – Selektivní tuhá půda BGA, na které byla naočkována skořápka vejce z ekologického chovu

Na půdě vyrostly bílé kolonie a médium bylo změněno na růžové. Z toho se dá usuzovat, že se jedná o salmonelu [33], ale toto stanovení není přesné, protože nebyly provedeny další testy, které by potvrdily, že se o salmonelu opravdu jedná.

Tabulka 8 – Celkový počet mikroorganismů zjištěný stěrem skořápky před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti

| | před uplynutím doby minimální trvanlivosti | po uplynutí doby minimální trvanlivosti |
|----------------------|--|---|
| | CPM [KTJ/vejce] | CPM [KTJ/vejce] |
| 0₁ | $8,5 \cdot 10^2$ | $7,164 \cdot 10^3$ |
| 0₂ | $9,74 \cdot 10^2$ | $9,290 \cdot 10^3$ |
| 2₁ | $8,46 \cdot 10^2$ | $6,818 \cdot 10^3$ |
| 2₂ | $7,12 \cdot 10^2$ | $6,436 \cdot 10^3$ |
| 3₁ | $6,4 \cdot 10^2$ | $6,928 \cdot 10^3$ |
| 3₂ | $6,08 \cdot 10^2$ | $5,964 \cdot 10^3$ |
| D₁ | $1,114 \cdot 10^3$ | $1,1164 \cdot 10^4$ |
| D₂ | $9 \cdot 10^2$ | $5,546 \cdot 10^3$ |

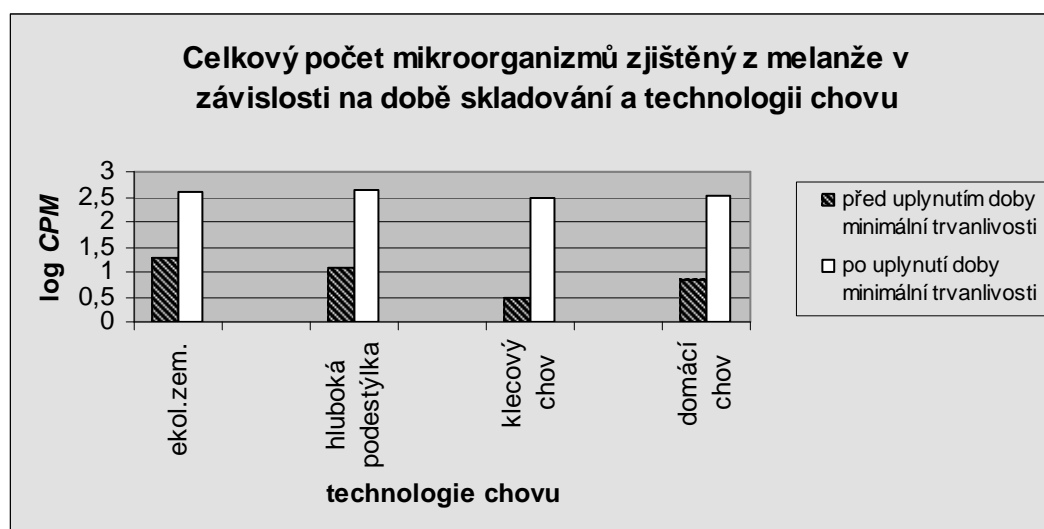
V tabulce 10 jsou uvedeny celkové počty mikroorganismů zjištěné stěrem skořápky před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti. Před uplynutím této doby počet mikroorganismů dosahoval velikosti řádově 10^2 KTJ/vejce. Nejvíce mikroorganismů se nacházelo ve vejcích z domácího chovu, dále následovala vejce z chovu na hluboké podestýlce a nejméně se jich vyskytovalo ve vejcích z klecových chovů. Po uplynutí této doby počet mikroorganismů stoupl o 1 řád a to u vajec všech chovů. Mezi nejvíce kontaminovaná patří vejce z domácího a poté ekologického chovu.

Tabulka 9 – Celkový počet mikroorganismů zjištěný z melanže před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti

| | před uplynutím doby minimální trvanlivosti | po uplynutí doby minimální trvanlivosti |
|----------------------|--|---|
| | CPM [KTJ/ml] | CPM [KTJ/ml] |
| 0₁ | $1,9 \cdot 10^1$ | $3,74 \cdot 10^2$ |
| 0₂ | $1,8 \cdot 10^1$ | $3,95 \cdot 10^2$ |
| 2₁ | $1,4 \cdot 10^1$ | $4,15 \cdot 10^2$ |
| 2₂ | $1,1 \cdot 10^1$ | $4,38 \cdot 10^2$ |
| 3₁ | $1,5 \cdot 10^1$ | $3,05 \cdot 10^2$ |
| 3₂ | $4,5 \cdot 10^0$ | $3,11 \cdot 10^2$ |
| D₁ | $4 \cdot 10^0$ | $2,58 \cdot 10^2$ |
| D₂ | $9,5 \cdot 10^0$ | $3,80 \cdot 10^2$ |

Tabulka 11 udává celkový počet mikroorganismů zjištěných z melanže před a po uplynutí doby minimální trvanlivosti. Počet mikroorganismů před uplynutím doby minimální trvanlivosti se pohyboval v rozmezí 10^1 KTJ/ml a nejvíce se jich nacházelo ve vejcích z ekologického chovu, dále následoval chov nosnic na hluboké podestýlce. Po uplynutí doby minimální trvanlivosti stoupl počet mikroorganismů o jeden řád a v případě domácích vajec o řády dva. Nejvíce byla kontaminována vejce z chovu nosnic na hluboké podestýlce, hodnoty ostatních vajec byly vyrovnané. To lze vidět i v grafu 4.

Graf 1 – Celkový počet mikroorganismů zjištěný z melanže v závislosti na době skladování



Tabulka 10 – Počet psychrotrofních mikroorganismů zjištěných z melanže před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti

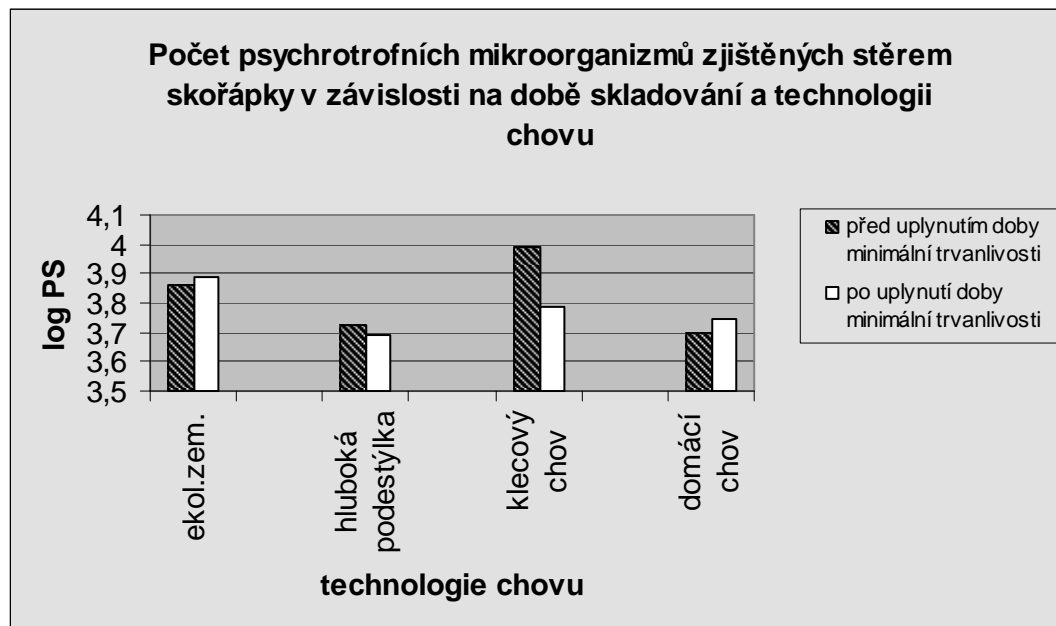
| | před uplynutím doby minimální trvanlivosti | po uplynutí doby minimální trvanlivosti |
|----------------------|--|---|
| | PS [KTJ/ml] | PS [KTJ/ml] |
| 0₁ | $9,5 \cdot 10^0$ | $2,018 \cdot 10^2$ |
| 0₂ | $1,1 \cdot 10^1$ | $2,18 \cdot 10^2$ |
| 2₁ | $7 \cdot 10^0$ | $2,32 \cdot 10^2$ |
| 2₂ | $8 \cdot 10^0$ | $1,78 \cdot 10^2$ |
| 3₁ | 0 | $2,92 \cdot 10^2$ |
| 3₂ | $3 \cdot 10^0$ | $1,62 \cdot 10^2$ |
| D₁ | $1,55 \cdot 10^2$ | $3 \cdot 10^2$ |
| D₂ | $1,85 \cdot 10^2$ | $3,5 \cdot 10^2$ |

V tabulce 12 je uveden počet psychrotrofních mikroorganismů, které byly zjištěny z melanže. Před uplynutím doby minimální trvanlivosti se počet mikroorganismů pohyboval v počtu jednotek, pouze u vajec z domácího chovu byl obsah 10^2 . Po vejcích z domácího chovu byla nejvíce kontaminována vejce z ekologického chovu. Po uplynutí doby minimální trvanlivosti se obsah zvýšil o 2 řády, jen u vajec z domácího chovu zůstal obsah nezměněn. Kontaminována byla nejvíce vejce z chovu domácího a poté vejce z chovu nosnic v klecích. V grafu 5 lze vidět velikost kontaminace vajec v jednotlivých chovech.

Graf 2 – Počet psychrotrofních mikroorganismů zjištěných z melanže v závislosti na době skladování a technologii chovu



Graf 3 – Počet psychrotrofních mikroorganismů zjištěných stěrem skořápky v závislosti na době spotřeby



Graf 6 ukazuje počet psychrotrofních mikroorganismů zjištěných stěrem skořápky v závislosti na době skladování. Před uplynutím této doby byla nejvíce kontaminována vejce z klecového chovu a následně vejce z ekologického chovu. Po uplynutí doby minimální trvanlivosti se počet mikroorganismů ve vejcích z ekologického chovu zvýšil a za ním následoval chov klecový.

Nařízení komise (ES) č.2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny stanovuje, že ve vaječných výrobcích, vyjma výrobků, u nichž výrobní proces nebo složení výrobku vyloučí riziko salmonel, se nesmí ve 25 g tohoto výrobku vyskytovat žádná *Salmonella* sp. Nařízení dále udává, že potraviny určené k přímé spotřebě obsahující syrová vejce, vyjma výrobků, u nichž výrobní proces nebo složení výrobků vyloučí riziko, se ve 25 g nebo ml výrobku nesmí vyskytovat žádná *Salmonella* sp. [32]. Státní veterinární správa české republiky sleduje výskyt salmonel v České republice a vytvořila program na tlumení výskytu salmonel [31]. Inspektoři krajských veterinárních správ se zaměřili na kontrolu jakostních znaků vajec (čistota skořápek, přítomnost cizích látek a pachů), na kontrolu data minimální trvanlivosti. Bylo provedeno 82 kontrolních akcí,

při kterých byla kontrolována vejce ze Slovenska, Polska, Estonska, Německa, Holandska, Dánska, Itálie a Španělska. Nebylo zjištěno mnoho závad, pouze některá vejce byla špatně označena, dvě vejce byla znečištěna nad povolenou míru a měla poškozenou skořápku [34]. Vejce s drobnými prasklinami jsou rizikovější z důvodu snazší mikrobiální kontaminace, protože praskliny výrazně zkracují trvanlivost vajec. Proto se takováto vejce nehodí do studených pokrmů, pouze k tepelné úpravě [35]. Literatura neuvádí jaké jsou rozdíly v kontaminaci vajec z jednotlivých chovů, ale spíše se zaměřuje na rozdíly v kontaminaci skořápky a vaječného obsahu. Bylo zjištěno, že vaječná skořápka je znečištěna až 2x více, než vaječný obsah [36]. Vejce jsou kontaminována řadou různých mikroorganismů. Nejčastěji se hovoří o kontaminaci salmonelou, která je schopna u lidí způsobit vážná alimentární onemocnění. Mnohem častěji jsou však vejce kontaminována *Enterobacter* spp., dále *Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp. [37].

ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na popis složení vejce, jeho fyzikální a chemické vlastnosti. Součástí práce bylo porovnat mezi sebou jednotlivé technologie chovů nosnic, také způsoby kontaminace a popis mikroorganismů, které tyto kontaminace způsobují. Bylo zjišťováno, zda je více kontaminována skořápka nebo vaječný obsah. Dále bylo zkoumáno, zda má vliv datum minimální trvanlivosti na kontaminaci vajec. Cíle, které byly stanoveny na začátku samotné práce byly splněny. Bylo zjištěno, že více kontaminována je skořápka, než vaječný obsah. To je způsobeno ochrannými mechanismy vejce (kutikula, podskořápečné blány aj.) Z výsledků je patrné, že doba minimální trvanlivosti má vliv na kontaminaci vajec. Po uplynutí této doby se počty mikroorganismů zvýšily ve většině případech o jeden až dva řády. Při provádění analýzy skořápek, byla nejvíce kontaminována vejce z domácího chovu, dále vejce z ekologického chovu a poté následovala vejce z chovu nosnic v klecích. Při zjišťování počtu mikroorganismů ve vaječném obsahu, byla nejvíce kontaminována vejce z ekologického chovu, poté následovala vejce z chovu nosnic na hluboké podestýlce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JURAJDA, Vladimír. *Propedeutika chorob drůbeže*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2001. 174 s.
- [2] VÝMOLA, Jarmil. *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Praha : APROS, 1995. 560 s. ISBN 80-901100-4-5
- [3] ŠONKA, František. *Chov a výkrm drůbeže v drobných chovech*. České Budějovice : DONA, 1997. 134 s.
- [4] Technologie chovů nosnic [online]. [cit. 2008-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.econnect.ecn.cz/>>
- [5] Ministerstvo zemědělství ČR, Vyhláška 208/2004 Sb. [online]. [cit. 2008-04-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.mze.cz/>>
- [6] Chov nosnic v klecích [online]. [cit. 2008-03-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.ochranazvirat.cz/>>
- [7] Ekologická legislativa-sbírka zákonů, Vyhláška 191/2002 Sb. [online]. [cit. 2008-04-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.ekolist.cz/>>
- [8] Chov s certifikátem BIO [online]. [cit. 2008-04-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.zlatavejce.cz/>>
- [9] Agrární www portál, [online] Dostupné z WWW : <http://www.agris.cz/>
- [10] Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č.853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu
- [11] Internetový zemědělský portál [online]. [cit. 2008-04-25] Dostupné z WWW: <<http://www.agroweb.cz/>>
- [12] TULÁČEK, František, GORGON, Zdeněk. *Chov hrabavé drůbeže*. Praha: Brázda, 2002. 160 s. ISBN 80-209-0309-7
- [13] FILNEROVÁ, Věra. *Potravinářská revue-odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. Praha: AGRAL s. r. o., 2007. č.1. s.72-73. ISSN 1801-9102

- [14] STEINHAUSEROVÁ, SIMEONOVÁ, Jana, NÁPRAVNÍKOVÁ, Eva, TREMLOVÁ, Bohuslava. *Produkce a zpracování vajec, drůbeže a medu*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2003. 82 s.
- [15] Učební texty Mendlovy lesnické univerzity v Brně [online]. [cit. 2008-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.old.mendelu.cz/>>
- [16] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS, 1999, 352 s.
- [17] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MÓROVÁ, E., KOROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technologií*. Bratislava: MALÉ CENTRUM, 1996. 512 s. ISBN 80-967064-1-1
- [18] HRABĚ, Jan, BŘEZINA, Pavel, VALÁŠEK, Pavel. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. Zlín: UTB, 2008. 180 s.
- [19] BŘEZINA, Pavel, KOMÁR, Aleš, HRABĚ, Jan. *Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin 2*. Vyškov: 2001. 91 s. ISBN 80-7231-079-8
- [20] JANÍČEK, Gustav, HALAČKA, Karel. *Základy výživy*. Praha: SNTL, 1985. 174 s. ISBN 05-003-85
- [21] GÖRNER, Fridrich, VALÍK, Lubomír. *Aplikovaná mikrobiologie □ikrobiol*. Bratislava: MALÉ CENTRUM, 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7
- [22] GROSSMAN, Miroslav. *Mikrobiologie v hygieně*. Vyškov: 1999. 175 s. ISBN 80-7231-037-2
- [23] HAMPL, Bohuš. *Potravinářská mikrobiologie*. Praha: SNTL/ALFA, 1968. 205 s.
- [24] BEDNÁŘ, Marek, FRANKOVÁ, Věra, SCHINDLER, Jiří, SOUČEK, Andrej, VÁVRA, Jiří. *Lékařská mikrobiologie : bakteriologie, virologie, parazitologie*. 2.vyd. Praha: MARVIL, 1996. 558 s. ISBN 10: 80-2380-297-6
- [25] ROSICKÝ, B., SIXL, W. *Salmonelózy*. Praha: SCIENTIA MEDICA, 1994. 208 s. ISBN 80-85526-23-9

- [26] VOLDŘICH, Michal, JECHOVÁ, Marie. *Bezpečnost pokrmů v gastronomii*. ČON
- [27] ICHSF. *Microorganisms in foods*. NY: Kluywer Academic/ Plenum Publisher, 2005
- [28] SEDLÁČEK, Ivo. *Taxonomie prokaryot*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. 270 s. ISBN 80-210-4207-9
- [29] BLACKBURN, W. de Clive. *Food spoilage microorganisms*. NY: CRC PRESS
- [30] KLABAN, Vladimír. *Ilustrovaný mikrobiologický slovník*. Praha: GALEN, 2005. 654 s. ISBN 80-7262-341-9
- [31] Program tlumení salmonel [online]. [cit. 2008-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.svsr.cz/index.php?art1789//>>
- [32] Nařízení komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o Mikrobiologických kritériích pro potraviny
- [33] Živné půdy [online]. [cit. 2008-06-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.zivnepudy.cz//>>
- [34] Vejce [online]. [cit. 2008-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.spotrebitel.cz//>>
- [35] Vejce [online]. [cit. 2008-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.ekonomika.idnes.cz//>>
- [36] Kontaminace vajec [online]. [cit. 2008-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.ars.usda.gov//>>
- [37] Mikroorganizmy kazící vejce [online]. [cit. 2008-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-------|-------------------------------------|
| CPM | Celkový počet mikroorganismů |
| PSM | Psychrotrofní mikroorganismy |
| VLDL | Lipoproteiny o velmi vysoké hustotě |
| LDL | Lipoproteiny o vysoké hustotě |
| HDL | Lipoproteiny o nízké hustotě |
| KTJ | Kolonie tvořících jednotek |
| aj. | a jiné |
| resp. | respektive |
| G+ | grampozitivní |
| G- | gramnegativní |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|-----------|
| Obrázek 1 - Nákres haly pro chov slepic na hluboké podestýlce [2]..... | 10 |
| Obrázek 2 - Nákres haly pro chov slepic v klecích [2]..... | 11 |
| Obrázek 3 - Mapa ČR - hospodářství s chovem nosnic [31] | 13 |
| Obrázek 4 - Mapa ČR - chovy nosnic podle technologie [31] | 13 |
| Obrázek 5 - Struktura vejce [12] | 16 |
| Obrázek 6 – Schéma vejce s modelovým průnikem salmonel [25]..... | 33 |
| Obrázek 7 – Selektivní tuhá půda CBA, s naočkovanou kontrolou, která byla prováděna z kuřecích křídel..... | 47 |
| Obrázek 8 – Selektivní tuhá půda BP. Na kterou byla naočkována melanž vejce z chovu na podestýlce. | 48 |
| Obrázek 9 – Selektivní tuhá půda XLD, na kterou byla naočkována skořápka vejce z ekologického chovu..... | 49 |
| Obrázek 10 – Selektivní tuhá půda XLD, na kterou byla naočkována skořápka vejce z ekologického chovu. | 50 |
| Obrázek 11 – Selektivní tuhá půda BGA, na které byla naočkována skořápka vejce z ekologického chovu..... | 51 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|-----------|
| Tabulka 1 - Chemické složení slepičího vejce v % [18]..... | 21 |
| Tabulka 2 - Průměrný obsah vody v jednotlivých bílkových vrstvách [14]..... | 24 |
| Tabulka 3 - Obsah jednotlivých složek bílku v % [19] | 24 |
| Tabulka 4 – Přehled pūd a jejich inkubace | 45 |
| Tabulka 5 – Počet mikroorganismů zjištěných z melanže před uplynutím doby minimální trvanlivosti..... | 46 |
| Tabulka 6 – Počet mikroorganismů zjištěných z melanže po uplynutí doby minimální trvanlivosti..... | 47 |
| Tabulka 7 – Počet mikroorganismů zjištěných z melanže před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti | 48 |
| Tabulka 8 – Celkový počet mikroorganismů zjištěný stěrem skořápky před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti..... | 51 |
| Tabulka 9 – Celkový počet mikroorganismů zjištěný z melanže před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti | 52 |
| Tabulka 10 – Počet psychrotrofních mikroorganismů zjištěných z melanže před i po uplynutí doby minimální trvanlivosti..... | 53 |

