

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Vejce jako surovina pro výrobu potravin

Jitka Vacková

Bakalářská práce

2017

zadání

Prohlášení

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 20. 6. 2017

.....

Jitka Vacková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat paní Ing. Marcele Pejchalové Ph.D. za cenné rady, připomínky a vstřícný přístup při vedení mé bakalářské práce. Dále bych také chtěla poděkovat svým blízkým a rodině, za jejich podporu během studia.

ANOTACE

V první části mé bakalářské práce je uveden vznik a vývoj vajec jejich charakteristika, složení, fyzikální i chemické vlastnosti. V následující části je popsána mikrobiologie vajec, způsoby kontaminace, charakteristika kontaminujících mikrobů a mikrobiologické stanovení. Poslední část je věnována průmyslovému zpracování vajec, třídění a balení, konzervaci, čištění a výrobkům z nich.

KLÍČOVÁ SLOVA

vejce, vlastnosti, mikrobiologie, mikroby, kontaminace, stanovení, zpracování

TITLE

Eggs as raw material for food production.

ANNOTATION

In the first part of my bachelor thesis there is the origin and development of eggs, their characteristics, composition, physical and chemical properties. The following section describes microbiology of egg contamination way, characteristics of contaminating microbes and microbiological determination. The last part is devoted to the industrial processing of egg, sorting and packing, preserving, cleaning and products out of them.

KEYWORDS

egg, egg properties, microbiology, microbes, contamination, determining, processing

Obsah

Úvod	11
1 Vznik a vývoj vejce	12
1.1 Tvorba žloutku	12
1.2 Tvorba bílku	12
1.3 Tvorba podskořápkových blan	14
2 Vlastnosti vajec	15
3 Chemické složení.....	17
3.1 Chemické složení žloutku	17
3.1.1 Sušina.....	18
3.1.2 Cholesterol	18
3.1.3 Pigmenty	19
3.1.4 Ostatní organické látky	19
3.2 Chemické složení bílku	19
3.2.1 Proteiny.....	20
3.3 Chemické složení skořápky a podskořápkových blan	21
4 Fyzikálně chemické vlastnosti.....	22
4.1 Měrná hmotnost	22
4.2 Bod mrznutí.....	22
4.3 Hodnota pH	22
4.4 Viskozita	22
5 Funkční vlastnosti vajec	23
5.1 Mechanismus tvorby gelu	23
5.2 Mechanismus tvorby pěny	24
6 Mikrobiologie vajec	25
6.1 Způsoby kontaminace vajec	25

6.2	Mikroorganismy kontaminující vejce	26
6.2.1	Rod <i>Salmonella</i>	26
6.2.2	Rod <i>Escherichia</i>	28
6.2.3	Rod <i>Staphylococcus</i>	29
6.2.4	Rod <i>Streptococcus</i>	29
6.2.5	Rod <i>Campylobacter</i>	30
6.2.6	Rod <i>Clostridium</i>	31
6.2.7	Rod <i>Pseudomonas</i>	31
6.2.8	Rod <i>Serratia</i>	31
6.2.9	Rod <i>Proteus</i>	32
6.2.10	Rod <i>Bacillus</i>	32
6.2.11	Rod <i>Listeria</i>	32
6.2.12	Kvasinky	33
6.2.13	Plísně	34
6.2.14	Hniloby	34
6.3	Mikrobiologické vyšetření	36
6.4	Normy	36
7	Metody identifikace	40
7.1	Biochemické metody	40
7.2	Imunochemické metody	41
7.2.1	ELISA	41
7.2.2	LFIA	42
7.2.3	PCR	42
7.2.4	MALDI – TOF MS	43
8	Značení vajec	45
9	Sledované ukazatele vajec	46
9.1	Čerstvost a kvalita	46

9.2	Změny při stárnutí	46
9.3	Vady vajec.....	47
10	Nakládání s vejci	48
10.1	Čištění.....	48
10.1.1	Mikrobiologická rizika při mytí/sušení vajec	48
10.2	Třídění a balení.....	49
11	Průmyslové zpracování vajec	51
11.1	Chlazení a konzervování vajec	51
11.2	Chladírenská vejce.....	51
11.3	Konzervace vajec.....	52
11.4	Pasterace	52
11.5	Zmrazování.....	53
11.6	Rozmrazování.....	54
11.7	Sušení	54
11.8	Výrobky z vajec.....	55
11.9	Zpracování vajec na technické účely.....	56
12	Plemena slepic	57
12.1	Nosná plemena (lehká)	57
12.2	Masná plemena (těžká).....	57
12.3	Plemena s kombinovanou užitkovostí (středně těžká)	57
12.4	Bojovná plemena	58
12.5	Okrasná plemena	58
13	Technologie chovu nosnic.....	59
13.1	Chov nosnic na hluboké podestýlce	59
13.2	Chov nosnic v klecích	59
13.3	Alternativní způsob chovu.....	60
13.4	Domácí chov.....	61

14	Závěr	62
15	Seznam použité literatury	63

Seznam ilustrací a tabulek

Obrázek 1 - Struktura vejce	14
Obrázek 2 - <i>Salmonella spp.</i>	27
Obrázek 3 - MALDI-TOF MS	44
Obrázek 4 - Označení vajec	45
Obrázek 5 - Krabíčka na 6 vajec	50
Obrázek 6 - Hedvábníčka	58
Obrázek 7 - Chovy nosnic podle technologie	61
Tabulka 1 - Druhy vajec a hmotnosti	15
Tabulka 2 - Hmotnostní složení vajec	16
Tabulka 3 - Chemické složení vajec	17
Tabulka 4 - Hniloby	35
Tabulka 5 - Registrační kódy států	45
Tabulka 6 - Hmotnostní skupiny vajec	50

Seznam zkratek a značek

NaCl	Chlorid sodný
<i>Sh.</i>	<i>Shigella</i>
<i>S.</i>	<i>Salmonella</i>
DRBC	Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (Agar s bengálskou červení)
PPV	Pufrovaná Peptonová Voda
XLD	Xylose Lysine Deoxycholate (Deoxycholát xylósy lysinu)
BGA	Brilliant Green Agar (Briliantní zelený agar)
pH	Hodnota stupnice kyselosti a zásaditosti
ppm	Parts per million (Jedna miliontina celku)
MPA	Masopeptonový agar
ALOA	Agar Listeria according to Ottaviani & Agosti (Agar podle Ottavianiho a Agostiho pro stanovení listerií)
CAMP	Test slouží k odlišení beta-hemolytických streptokoků
VPT	Voges-Proskauerův test (Test na tvorbu acetoinu)
TSI	Triple Sugar Iron agar (Agar pro testování produkce H ₂ S)
AFPA	Aspergillus Flavus a Parasiticus Agar (Agar pro stanovení toxinogenních plísní)
PALCAM	Listeria Identification Agar Base (Agarová báze pro identifikaci listerií)
KTJ	Kolonie tvořící jednotky
MPN	Most Probable Number (Metoda stanovení nejpravděpodobnějšího počtu mikroorganismů)
FRASER	Tekutá selektivní půda se sníženou koncentrací inhibičních složek
TSYEA	Tryptone Soy Yeast Extract Agar (Agar s tryptonovým sójovým kvasnicovým extraktem)
MBT	Mycobacterium (Plísně)
kD	kilodalton
spp.	Species (Druh)

Úvod

Z hlediska výživy patří vejce k nejdůležitějším potravinám. V kombinaci s ostatními potravinami představují alternativu pro maso a uzeniny. Obsahují všechny potřebné látky pro lidské tělo.

Mezi největší producenty, ale i konzumenty vajec se řadí i Česká republika. Nejnovější statistiky udávají, že konzumace vajec je 260 až 300 kusů na osobu za rok. Ve velkochovech je vyprodukováno až 60 % vajec z tohoto počtu, zbytek připadá na tzv. maloproducenty. Nejproblémovější produkce se zdá v malochovech neboli v domácí produkci. Nejnížší procento chovů drůbeže představují alternativní chovy jako jsou velkochovy s volným výběhem nebo se speciálním krmným režimem. Nejen u nás, ale i na celosvětovém trhu klesá uplatnění skořápkových konzumních vajec a zvyšuje se podíl zpracovaných vajec na kapalné, sušené nebo mražené finální produkty. V posledních letech vzrostlo využití vajec ve farmaceutickém průmyslu, biochemii, medicíně nebo v kosmetice.

Nejrozšířenější ke konzumaci je vejce slepičí, ale v posledních letech se k lidské výživě začala využívat i vejce křepelčí, vejce perliček, pštrosů, výjimečně i kachen a hus.

K velké produkci jsou vyšlechtěna tzv. nosná plemena, která dokážou snést až 320 kusů vajec za rok.

Obavy z kontaminace, zejména salmonelou, negativně ovlivnily spotřebu vajec na celém světovém trhu. V současnosti se klade důraz na kontrolu vajec zejména ve výživové hodnotě a stravitelnosti. Produkce vajec patří do ekonomické oblasti s nízkými náklady a vysokou návratností.

1 Vznik a vývoj vejce

Vejce vzniká ze zárodečných buněk vytvořených ve vaječníku. Ovocysty vznikají ze zárodečných buněk od 3. až 14. dne po vylíhnutí kuřete. Ve vaječníku se tvoří 28 000 až 680 000 ovocyst. Každá ovocysta je uložena ve vazivovém obalu, který se nazývá folikulární obal. Tento obal je spojen stopkou a vaječníkem, ze kterého je ovocysta vyživována krevní cestou sítí vlásečnic. Celý proces od ovulace kladení vajíček trvá 24-25 h. (Simeonovová et al.,1999).

1.1 Tvorba žloutku

Tvorba žloutku trvá 7 až 11 dní. Ve folikulárním obalu se zvyšuje počet cév a zvyšuje se přísun živin. Vzniká žloutková hmota, která se ukládá v buňce a je podobná podkově. Z jádra vzniká zárodečný terčík. Hmota, která obklopovala původní jádro, se sdružuje kolem terčíku a nazývá se Panderovo jádro. Je spojeno kanálkem se středem žloutku, který je tvořen světlým žloutkem a nazývá se latebra. Má průměrnou velikost 6 mm (Simeonovová et al.,1999).

Žloutek zastává mnoho funkcí. Začíná v něm vývoj embrya, zastává funkci jako zásobárna živin, zejména lipidů a proteinů. Žloutek je heterogenní hmota, ve které se střídá pravidelně světlý a tmavý žloutek (Heldman, 2003).

Světlý žloutek tvoří střed (latebru) a poslední vrstvu pod žloutkovou membránou. Latebra je znatelněji řidší. Světlý žloutek představuje cca 3-6 % z celkové hmotnosti žloutku. Vzniká v době, kdy nosnice nepřijímá potravu. Obsahuje téměř 86 % vody. Sušina je tvořena hlavně proteiny, které činí 13-14 % a tuky představující 3,5 %.

Tmavý žloutek se tvoří v době, kdy nosnice přijímá krmivo. Obsahuje 54,6 % sušiny. Hlavní složky jsou lipidy (asi 35 %) a proteiny (cca 16 %). Má funkci zásobní. Žloutek je tvořen částčkami různé velikosti a tvaru (Wiley et al., 2008).

Žloutek je jeden z největších biologických buněk. Má mírně zploštělý kulovitý tvar s průměrem přibližně 40 mm. Nachází se ve středu vejce a tvoří třetinu jeho hmotnosti. Vejce se skládá z několika vrstev. Je obklopeno pevnou žloutkovou pružnou membránou (Heldman, 2003).

1.2 Tvorba bílku

Tvorba bílku je řízená hormonálním systémem a může trvat 2,5 až 3 hodiny. Dochází k ní ve vejcovodu v žláznatém orgánu rozděleném do několika částí. Začíná nálevkou, v níž se tvoří první vrstva bílku, tzv. chalázový bílek. Ten tvoří jakýsi vak, v němž je uložen žloutek. Chalázový bílek má na starost udržovat žloutek ve středu vejce a vyrovnávat vlivy otřesů při

nešetrné manipulaci. V průběhu stárnutí vejce se začne měnit struktura bílku a dochází k poklesu jeho pružnosti a pevnosti. Chalázový bílek tvoří přibližně 3 % z celkového bílku.

Magnum je nejdelší část vejcovodu, ve kterém se vytváří zbývající bílek, který se skládá z řídkého a hustého bílku. Nejprve vznikne řídký bílek (vnitřní řídký bílek), který představuje cca 17 % z celkového bílku. Pomocí pohybů ve vejcovodu dochází k posunu vejce do hlavního úseku magna, kde dochází k tvorbě hustého (tuhého) bílku. Hustý bílek má gelovitou strukturu, představuje až 57 % celkového bílku (Simeonovová et al., 1999).

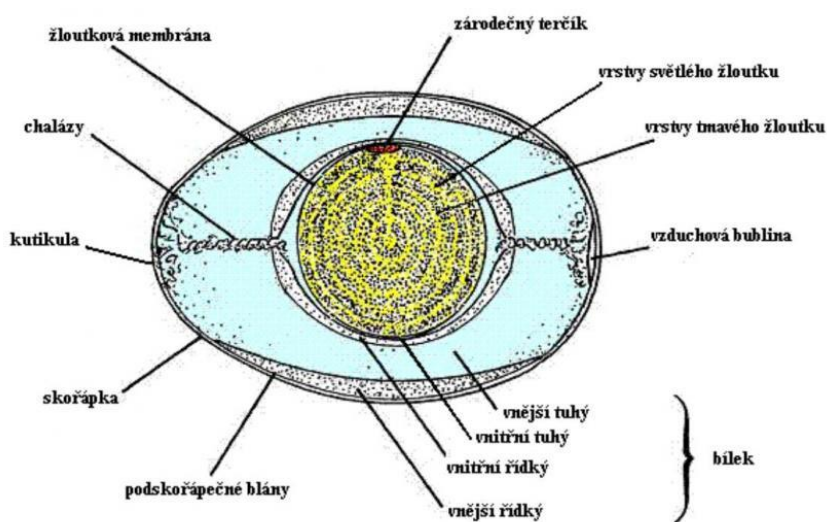
Poslední vrstva bílku, tzv. vnější řídký bílek, se tvoří v části vejcovodu nazývaném jako krček. Zastává cca 23 % objemu bílku. Řídký bílek je tvořený roztokem proteinů ve vodě. Neobsahuje žádná vlákna a obsahuje více vody než ostatní bílky.

Na zastoupení jednotlivých vrstev bílku má vliv řada faktorů, např. dědičná schopnost tvořit bílek, teplota prostředí, stáří a individualita nosnice. Čím jsou nosnice starší, tím je menší podíl tuhého bílku. Obsah a stav hustého bílku má velký význam při posuzování jakosti vajec.

Celkový bílek představuje přibližně 60 % hmotnosti vejce a má funkci zejména jako zásobárna vody pro zárodek a jako ochranná bariéra před škodlivými organismy (Heldman, 2003).

1.3 Tvorba podskořápkových blan

Tvorba podskořápkových blan probíhá v krčku současně s tvorbou řídkého bílku. Celý proces trvá cca 1 hodinu. Tyto blány mají dvě základní části – vnitřní (bílková) a vnější. Tloušťka se u každé blány liší. Důležitou vlastností je jejich pevnost a propustnost. Blány jsou složeny z pletiva z proteinových vláken. Pevnost blan závisí na jejich složení. Vnější podskořápková blána je pevnější než vnitřní podskořápková blána. Pevností a pružností blan se vyrovnává křehkost skořápky. Vnitřní podskořápková blána je spojena s vnějším řídkým bílkem a kontroluje změny jeho objemu. Vnější blána pevně přiléhá ke skořápce. V okamžiku snesení vejce dojde k ochlazení na teplotu prostředí a díky tomu se obě podskořápkové blány na tupém konci vejce od sebe oddělí. V důsledku smrštění vaječného obsahu vznikne vzduchová bublina (komůrka) (Simeonovová et al.,1999).



Obrázek 1 - Struktura vejce (převzato: ceskavejce.cz)

2 Vlastnosti vajec

Z vnějších vlastností vajec se nejvíce věnuje pozornost velikosti vajec, jejich tvaru, barvě a stavbě skořápky. Velikost vajec se vyjadřuje jejich hmotností. Za standardní se pokládá vejce o hmotnosti 58-62 g. V následující tabulce 1 jsou uvedeny všechny druhy vajec.

Tabulka 1 - Druhy vajec a hmotnosti

Druh	Hmotnost (g)
Pštros	1 520
Husa	155
Kachna	93
Slepice	60
Perlička	40
Holub	17
Křepelka	11

(převzato: Simeonovová et al., 1999)

Velká vejce mají často dva žloutky, jsou tzv. dvoužloutková. Rozměry vajec ovlivňuje plemenná příslušnost nosnice, genetické faktory, stáří nosnice, roční období, klimatické podmínky, výživa, pořadí vejce ve snáškovém cyklu, intenzita snášky a individualita nosnice. Největší vejce snáší nosnice v prvním roce snášky a na začátku druhého roku. Značný vliv na velikost vajec mají i roční období. Na jaře jsou vejce největší (Wiley et al., 2008).

Nosnice snášejí vejce v pravidelných intervalech, které se cyklicky opakují. Jednu sérii tvoří 5 - 6 snesených vajec. Poté nastává jednodenní odpočinek. Pokud není vyvážený poměr živin v krmivu, může dojít k přerušení snášky vajec až na několik dní (Kadlec et al., 2002).

Skořápka normálního vejce by měla být hladká, u čerstvě sneseného vejce poloprůsvitná. Při vývoji skořápky může dojít k anomáliím – mohou se tvořit dvě skořápky nebo naopak žádná. U starších vajec postupně vysychá a dostává matnou barvu. Není to však pravidlem. Pokud má skořápka vyšší obsah vody (tj. více než 29 %), je skořápka mramorovaná. Povrch může být zvrásněný s hrboleky uhličitanu vápenatého. Absence skořápky nastane díky nedostatku vápníku a vitamínu D v krmivu. Důležitou vlastností je pevnost skořápky. Ta souvisí se strukturou a tloušťkou skořápky. Tloušťka skořápky bývá kolem 0,30 mm. S rostoucí teplotou prostředí pevnost skořápky klesá. Vliv na pevnost skořápky má výživa, dědičnost, stáří nosnice, choroby, ale i stres (Wiley et al., 2008).

Barva skořápky může být bílá nebo odstíny hnědé barvy podle daného plemena nosnice. Plemeno *Aracuana* má skořápku zelenou. Mezi faktory ovlivňující barvu skořápky je zejména délka snáškového období, tmavší vejce bývají na počátku a na konci snášky.

Barva skořápky je důležitým ukazatelem z ekonomického důvodu. V současné době konzumenti v ČR, stejně jako v dalších evropských zemích, preferují více vejce s hnědou skořápkou. Naopak v Asii, zejména pak v Japonsku, jsou žádána vejce s bílou skořápkou. Hnědá skořápka bývá obvykle tlustší a pevnější (Simeonovová et al., 1999).

Poměry skořápky se mohou významně lišit. Podíl skořápky je u velkých vajec vzhledem k hmotnosti menší (Caballero, 2003).

Tabulka 2- Hmotnostní složení vajec

<i>Druh</i>	<i>Bílek (%)</i>	<i>Žloutek (%)</i>	<i>Skořápka (%)</i>
<i>Husa</i>	52,5	35,1	12,4
<i>Kachna</i>	52,6	35,4	12,0
<i>Krůta</i>	55,9	32,3	11,8
<i>Slepice</i>	59,6	30,1	10,3
<i>Perlička</i>	52,3	35,1	12,6

(převzato: Kadlec et al., 2002)

3 Chemické složení

Vejce obsahuje všechny základní složky potřebné pro vývoj (tj. dostatek živin, sušiny, proteinů, lipidů, sacharidů a minerálních látek). Hlavní složkou je voda, která tvoří ve vaječném obsahu bez skořápky přibližně 74 % a nachází se především v bílku.

Sušina je tvořena proteiny, lipidy, sacharidy, minerálními látkami a dalším minimálním množstvím vitamínů, enzymů, kyselin a barviv (Wiley et al., 2008).

Tabulka 3- Chemické složení vajec

<i>Složky (%)</i>	<i>Celé vejce</i>	<i>Skořápka a blány</i>	<i>Bílek</i>	<i>Žloutek</i>
<i>Voda</i>	65,6	1,6	87,9	48,7
<i>Sušina</i>	34,4	98,4	12,1	51,3
<i>Proteiny</i>	12,1	3,3	10,6	16,6
<i>Lipidy</i>	10,5	Stopy	Stopy	32,6
<i>Sacharidy</i>	0,9	Stopy	0,9	1,0
<i>Minerální látky</i>	10,9	95,1	0,6	1,1

(převzato: Saláková, 2014)

3.1 Chemické složení žloutku

Žloutek je z chemického hlediska nejsložitější část vejce. Obsahuje nejen sušinu, ale i poměrně velké množství vitamínů, barviv a dusíkatých látek. Obsah sušiny ve žloutku bývá v rozmezí 50,5-54,5 %. Strukturu žloutku tvoří dvě části – plazma a granule. Plazma obsahuje především lipidy. Lipidy tvoří cca 33 % sušiny žloutku. Bílkoviny tvoří 11-13 % hmotnosti vejce a obsahují aminokyseliny. Bílkoviny žloutku a bílku se liší. Tuky jsou obsaženy ve velkém množství (až 12 %). Jsou tvořeny převážně nasycenými mastnými kyselinami (cca 70 %). Kyseliny jsou ovlivňovány řadou biologických faktorů a prostředím. Vejce obsahuje všechny bohatě známé vitamíny rozpustné jak ve vodě, tak i v tucích. Nejvíce přítomný je vitamín C. Karoteny ovlivňují odstín oranžové barvy žloutku (Kadlec et al., 2002).

3.1.1 Sušina

Většinu sušiny tvoří proteiny, které vytváří komplexy s lipidy a sacharidy. Mezi čisté proteiny patří livetiny. Lipoproteiny tvoří přibližně 63,5 % proteinů žloutku. Proteiny podléhají snadno denaturaci. Složení aminokyselin v proteinech je stálé. Na proteiny jsou vázány i sacharidy, které se však nachází ve velmi malém množství.

Lipidy tvoří asi 33 % sušiny. Pro žloutek je typické vysoký obsah nenasycených mastných kyselin. Nasycené kyseliny tvoří přibližně 30 %. Nejvíce se vyskytuje kyselina palmitová a kyselina stearová (Kadlec et al., 2002).

Žloutek obsahuje vitamíny A, E, rozpustné v tucích a vitaminy rozpustné ve vodě. Nejvíce z nich je zastoupena kyselina pantothenová, riboflavin, oxyridoxin, thiamin (Heldman, 2003).

3.1.2 Cholesterol

Cholesterol se nachází volně ve žloutku a 15 % je esterifikováno mastnými kyselinami. Představuje významný faktor pro vývoj zárodku. Jeho obsah ve žloutku se liší podle druhů, plemen a linií. U vajec s bílou skořápkou je obsah cholesterolu nižší než u vajec s hnědou skořápkou. Velmi nízký obsah cholesterolu je uváděn u jihoamerického plemene slepic *Aracuana*, který je známý vejci se zelenou skořápkou. Výše cholesterolu ovlivňuje i stáří nosnice, s rostoucím věkem nosnice dochází ke snižování tvorby cholesterolu. Během snáškového cyklu u téže nosnice může docházet i ke kolísání obsahu cholesterolu. Ve vejcích z velkochovu bývá menší přítomnost cholesterolu než u vajec z malochovů a to díky nekontrolovatelné regulaci tuků. Křepelčí vejce dosahují vyššího obsahu cholesterolu (Simeonovová et al., 1999).

Obavy z konzumace cholesterolu znamenalo snížení konzumace vajec, neboť vysoká hladina cholesterolu patří mezi rizikové faktory při onemocnění cév a srdce. Na druhou stranu je cholesterol pro člověka nezbytný kvůli vitamínu D, žlučovým kyselinám nebo některým hormonům. Tlak na chovatele snížit příjem cholesterolu ovlivnil producenty vajec, kteří snížili obsah šlechtěním nosnic a skladbou krmiva (Kadlec et al., 2002).

3.1.3 Pigmenty

Žloutek obsahuje většinu barevných pigmentů, které se ve vejcích nacházejí. Nejvíce barviva je v tmavém žloutku. Barva je dána karotenoidy. Karotenoidy jsou žlutá, oranžová nebo červená barviva rozpustná v tucích, která se dostávají z krmiv do žloutku. Bohatým zdrojem je kukuřice, zelené krmivo nebo řasy. Karotenoidy se dělí na dvě skupiny pigmentů – karoteny a xantofyly (Wiley et al., 2008). Hlavní podíl na barvě žloutku mají xantofily, které mají 2x vyšší mohutnost než karoteny. Z xantofilů bývá zastoupen lutein a jeho deriváty. Jejich obsah závisí na složení krmiva. Vzhledem k tomu, že konzumenti vyžadují intenzivně zbarvený žloutek, fortifikují se krmné směsi přírodními barvivy a jejich přírodními bohatými zdroji (Wiley et al., 2008).

Vaječný žloutek je zdrojem mnoha minerálních látek potřebných pro vývoj embrya. Nejvíce je zastoupen fosfor, který je vázán i v některých proteinech. Jedním z dalších významných prvků je železo. Více než 95 % železa je vázáno ve formě, která je špatně biologicky využitelná. Z ostatních jsou zastoupeny mikroprvky zejména mangan, selen, kobalt, nikl, chrom, měď, baryum a jod. Objevuje se však nízký obsah sodíku. Obsah minerálních látek je velmi nestálý a značně kolísá. Ve světlém žloutku je obsah minerálních látek téměř osmkrát vyšší než v tmavém žloutku (Kadlec et al., 2002).

3.1.4 Ostatní organické látky

Jedná se o produkty metabolických přeměn nebo jiných reakcí. Rozkladem bílkovin vznikají aminokyseliny, aminy, kyselina močová a amoniak. Ze sacharidů se rozkládají organické kyseliny, např. kyselina pyrohroznová, kyselina mléčná, jantarová, jablečná a citronová. Řada nízkomolekulárních látek má vliv na vůni a chuti vaječného žloutku. Patří mezi alifatické uhlovodíky, které ovlivňují chuť (Simeonovová et al., 1999).

3.2 Chemické složení bílku

Převažující složkou bílku je voda. Organickou část bílku tvoří především proteiny. Sušina se objevuje okolo 8 až 16 %. Sušina má nejvyšší obsah ve vejcích na počátku snášky. V jednotlivých vrstvách bílku se nachází rozdílný obsah vody. Bílek je dobře rozpustný ve vodě. Většina sacharidů v bílku se nachází ve vázané formě. Jedná se především o D-galaktósu, D-manosu, D-glukosamin, D-galaktosamin a kyselinu salicylovou. V bílku jsou pouze přítomny vitamíny rozpustné ve vodě (skupina B). Jejich obsah kolísá v závislosti na krmivu, plemeni a ročním období. Během stárnutí dochází ke změnám v obsahu vitamínů. Obsah minerálních látek v bílku je přibližně 0,6 až 0,95 %, zároveň obsahuje více sodíku, draslíku a

síry, méně železa, fosforu a vápníku. Nejsilnější zastoupení z organických kyselin má kyselina mléčná, citronová a jablečná (Caballery, 2003).

3.2.1 Proteiny

V bílku je zastoupena přibližně 40 různých typu proteinů, které patří mezi rozpustné ve vodě. Mezi 6 hlavních a zároveň nejvíce zastoupených proteinů patří ovoalbumin, ovotransferin, ovomukoid, lysozym, globuliny a ovomucin (Simeonovová et al.,1999).

Ovoalbumin je tvořen 385 aminokyselinami, z nichž asi polovina patří mezi hydrofóbní. V molekule jsou vazebná místa, na která se váží kationty některých kovů, např. zinku, manganu a mědi. Denaturace tohoto proteinu začíná při zahřevu na 57,5 °C. Denaturační teplota závisí na pH. Nejodolnější je proti účinkům tepla při pH 6,5 - 7. K denuraci dochází i při mechanickém šlehání bílku. Ovoalbuminy jsou dobře rozpustné ve vodě i ve zředěných roztocích solí, zásad a kyselin.

Ovotransferin je druhý nejvíce zastoupený protein vaječného bílku. Je to glykoprotein, který neobsahuje fosfor. Díky nevyužitelnosti pro mikroorganismy se ovotransferin stává inhibitorem růstu bakterií, zejména *E. coli*. Ze všech proteinů bílku je právě tento nejvíce citlivý vůči zahřevu, denaturuje se při 53 °C (Caballery, 2003).

Ovomukoid se nachází v bílku přibližně kolem 11 %. Patří mezi první objevené proteiny bílku a má vysoký obsah sacharidů. Ovomukoid je inhibitorem enzymů. Je rezistentní vůči zahřevu a při alkalickém pH se denaturuje při 80 °C (Simeonovová et al.,1999).

Lysozym patří k nejznámějším proteinům. Je tvořen řetězcem 129 aminokyselin. Pomocí enzymové aktivity působí lysozym jako ochranný faktor bránící průniku mikroorganismů ze skořápky až ke žloutku. Chrání embryo před infekcí v době, kdy nemá ještě vytvořené vlastní imunoglobuliny. Největší účinnost má především proti bakteriím rodů *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus* nebo *Clostridium*. Jeho aktivita se mění během skladování v závislosti na teplotě. Lysozym je termostabilní a v neutrálním nebo kyselém prostředí snese zahřev až na 100 °C.

Ovomucin je obsažen 1,5 - 3,5 % ve vaječném bílku. Je hlavním původcem fyzikálních vlastností hustého bílku. V řídkém bílku se nachází v rozpustné formě a v mnohem menší koncentraci než v hustém bílku. Patří mezi glykoproteiny. Charakteristický je vysoký obsah cystinu a kyseliny siacylové. V molekule jsou vázány zbytky kyseliny sírové. Přítomnost a množství kyseliny siacylové ovlivňuje šlehatelnost a objem pěny (Simeonovová et al.,1999).

3.3 Chemické složení skořápky a podskořápkových blan

Skořápka a podskořápkové blány se svým chemickým složením výrazně liší od ostatních částí vajec. Převažující složkou skořápky je sušina tvořená především anorganickou hmotou.

Struktura skořápky je tvořená uhličitanem vápenatým. Základ tvoří proteiny. Na struktuře se podílí hlavně vlákna keratinu. Skořápka obsahuje 0,045 % lipidů a v podskořápkových blanách je až 1,35 %. Nejvíce zastoupen je cholesterol a jeho estery. Ve skořápce převládají nasycené mastné kyseliny – kyselina palmitová, stearová a z nenasycených – kyselina olejová a linolová (Kadlec et al., 2002).

4 Fyzikálně chemické vlastnosti

4.1 Měrná hmotnost

Měrná hmotnost (relativní hustota) vejce je definována jako poměr hmotnosti vejce ku objemu při konstantní teplotě. Závisí na tvaru vejce a tloušťce skořápky. Během skladování se měrná hmotnost mění podle vlhkosti prostředí a doby (Wiley et al., 2008). Vzhledem ke ztrátám hmotnosti vejce je i měrná hmotnost nižší.

4.2 Bod mrznutí

Bod mrznutí bílku leží mezi 0,442 °C až – 0,465°C. Bod mrznutí žloutku se pohybuje mezi – 0,585 °C až – 0,617°C. Tento bod je ovlivněn úbytkem oxidu uhličitého. Největší změny nastávají v prvních 12 hodinách po snesení (Simeonovová et al.,1999).

4.3 Hodnota pH

Hodnoty pH jsou pro bílek a pro žloutek odlišné. U čerstvě sneseného vejce je pH bílku cca 7,6, pH žloutku přibližně 6. Během stárnutí vajec se uvolňuje oxid uhličitý rozpuštěný v bílku a hodnota pH roste až na 9,7. V bílku závisí hodnota pH na iontech a proteinech. Čím více je prostředí nasyceno oxidem uhličitým, tím více jsou potlačeny změny pH bílku.

Rychlost změn pH dále závisí na podmínkách skladování, zejména na teplotě. Hodnota pH žloutku se mění během skladování podstatně méně a dosahuje hodnot 6,3 - 6,8. Nárůst souvisí se zvyšováním koncentrace amoniaku uvolňovaného z proteinů v průběhu stárnutí (Simeonovová et al.,1999).

4.4 Viskozita

Viskozita je významnou technologickou veličinou. Změny vlastností bílku a žloutku i strukturální změny vaječných proteinů ovlivňují průběh viskozity v závislosti na teplotě. Viskozita bílku a žloutku závisí na řadě faktorů – stáří vajec, teplotě, pH, měrné hmotnosti a obsahu vody. Tato veličina je také ovlivňována obsahem lysozymu, který tvoří komplexy s ostatními proteiny bílku. Viskozita slouží jako indikátor změn koloidního systému, zejména při pasteraci (záhřevu). U obnovených zmrazených nebo sušených hmot se objevuje pseudoplastické chování a tixotropie. Vzrůst viskozity zmrazeného a následně rozmrazeného žloutku je úměrný viskozitě před zmrazením (Kadlec et al., 2002).

5 Funkční vlastnosti vajec

Schopnosti, které jsou využitelné při výrobě a při přípravě potravin. Patří mezi ně především tvorba gelu, tvorba pěny, emulgační vlastnosti a zvyšování nutriční hodnoty tzv. funkční potraviny. Vejce mimo to přispívají i k barvě potravin, chuti a vůni a k potlačování krystalizace (Heldman, 2003).

Dnes jsou dostupné řady různých polysacharidů a proteinů, kterými je možno docílit podobných účinků. Jedná se především o monofunkční látky, které však nikdy nemohou plně nahradit polyfunkční systém, jakým je vejce. Vajíčka se uplatňují při výrobě řady nejrůznějších potravin a pokrmů.

5.1 Mechanismus tvorby gelu

Největším a nejběžnějším mechanismem tvorby gelu je denaturace. Denaturace je proces, při kterém se proteinové a polysacharidové vazby rozpadají a tvoří se nová struktura. Biologicky aktivní proteiny ztrácejí aktivitu (Šilhánková, 1997). K denaturaci dochází záhřevem, šleháním, mícháním, adsorbci nebo vlivem organických rozpouštědel a dalších látek (Wiley et al., 2008). Při agregaci dochází k interakci mezi proteiny, která vede k tvorbě komplexů o velké molekulové hmotnosti. Intermolekulární síly u proteinových molekul jsou podobné jako intermolekulární síly u globálních proteinů. Jedná se o vodíkové můstky, elektrostatické síly a hydrofóbní skupiny (Simeonovová et al., 1999).

Proteiny se denaturují při různé teplotě a mají různý sklon ke koagulaci. Čím je molekula proteinu méně větvená, tím hůře podléhá agregaci. Při uspořádání agregací proteinů se tvoří trojrozměrná síťovitá struktura – gel. Gely mohou být čiré nebo kalné. Největší roli pro želírování gelu hrají molekuly a intermolekulární síly. Během tvorby gelu se roztahují řetězce polypeptidů. V dnešní době rozlišujeme 3 typy gelů (Kadlec et al., 2002). Tvorba gelu je ovlivňována řadou faktorů. Nejvýznamnější je teplota, kdy při cca 65 °C přechází bílek z kapalného stavu do stavu pevného. Při 70-74 °C se zvyšuje elasticita a při 89 °C dochází ke stabilizaci gelu. Nejpevnější gely jsou mezi 71 °C až 83 °C. Na tvorbu a vlastnosti gelu má vliv i doba záhřevu. Optimální teplota při bílkovinném gelu je záhřev při 80 °C až 85 °C po dobu 30 až 60 minut (Caballero, 2003).

Dalším důležitým faktorem při tvorbě gelu je koncentrace proteinů. Vyšší obsah proteinů vede k lepší a rychlejší tvorbě gelu. Při přípravě míchaných vajec určuje množství kapaliny, jestli vznikne pevná tuhá hmota nebo jemná nadýchaná struktura. Pevnost gelu klesá s vyšším obsahem vody. Rovněž pH má také vliv na tvorbu gelu. Zvýšením iontové síly, např. přidávkem

NaCl nebo jiných solí, se zvyšuje pevnost gelu. Nejvyšší elasticity a tvrdosti bílkového gelu bylo dosaženo při 85,2 °C, pH 9 a koncentraci NaCl 0,8 %.

Bílek vykazuje lepší schopnost tvořit gel než žloutek, protože neobsahuje lipidy. Schopností bílku tvořit gel a vázat vodu se využívá při výrobě řady potravin, např. uzenářských výrobků, pekařských výrobků, dezertů nebo náplní (Heldman, 2003).

5.2 Mechanismus tvorby pěny

Tvorba pěny patří mezi nejdůležitější vlastnosti bílku. Uplatňuje se v potravinářských technologiích při výrobě pekařských a cukrářských výrobků. Nežádoucí je při zpracování vajec, např. při míchání, čerpání, pasterizaci apod. (Caballero, 2003).

Pěna je dvoufázový disperzní systém, ve kterém je dispergovanou fází vzduch a povrchovou fází tvoří tenká vrstva denaturovaných proteinů. K denaturaci proteinů dochází mechanicky, šleháním, a její mechanismus je jiný než u tepelné denaturace. Dochází ke změnám, kde vystupují hydrofóbní skupiny. Díky tomu nastává silná absorpce proteinů. Ke zlepšení tvorby pěny přispívá nejen množství hydrofóbních skupin, ale i velikost proteinových molekul. Při nevhodném šlehání může dojít k tzv. přešlehání, kdy se vytvoří hrudky (Wiley et al., 2008).

Na tvorbě pěny se podílejí především ovoalbumin, ovotransferin a ovomukoid, menší množství lysozymu, ovomucinu a globulinu. Zejména proteiny snižují povrchové napětí a stabilizují trvanlivost pěny. Při dlouhém šlehání přispívají k rozpadání struktury pěny. Kvalitu pěny může zlepšit přídavek mléčných proteinů. Přítomnost lipidů, například vaječných nebo mléčných, tvorbu pěny zhoršuje až znemožňuje. Bílková pěna se uplatňuje při výrobě třeného a šlehaného pečiva, zmrzliny, krémů, pěn, desertů, cukrovinek apod. (Simeonovová et al., 1999). Jejím hlavním úkolem jsou kypřicí účinky.

Na kvalitu pěny má vliv i stáří vajec. Během stárnutí vajec se komplexy s rostoucím pH bílku rozpadají. Při vyšších hodnotách pH se šlehatelnost zhoršuje, ale zlepšuje se trvanlivost pěny. Trvanlivost je vyšší u starších vajec. Na tvorbu pěny mají vlivy i další faktory jako způsob šlehání, homogenizace bílku, teplota, okyselení (zlepšení šlehatelnosti), přídavek vody, přídavek NaCl, přídavek cukru, žloutek, olej, povrchově aktivní látky, estery, emulgátory a stabilizátory (Wiley et al., 2008).

6 Mikrobiologie vajec

6.1 Způsoby kontaminace vajec

K mikrobiální kontaminaci vajec dochází, jak z vnějšího prostředí přes skořápku, tak i z těla nemocné nosnice krevní cestou. Na rozsah znečištění vajec má vliv především zdravotní stav chovu a úroveň hygieny prostředí i osob, s nimiž jsou nosnice v kontaktu.

K endogenní kontaminaci dochází při transportu do tvořícího se žloutku. U nosnic, které trpí záněty vejcovodu, se může vaječný obsah infikovat přímo z tkáně vejcovodu. Původci bývají především patogenní mikroorganismy jako, např. *Clostridium*, *Listeria* nebo *Salmonella* (*S.typhi*, *S.Typhimurium*, *S.gallinarum*, *S. Enteritidis*), *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*. Zdrojem kontaminace může být i hmyz, hlodavci, ale i lidé. Proniknutí mikroorganismů do obsahu vejce podporují znečištění skořápky (mytí vajec, praskliny, defekty skořápky). Mikroorganismy produkují enzymy, které pomáhají rozkládat složky vaječného obsahu (Caballero et al., 2003).

Častější a více rozšířená je exogenní kontaminace, která závisí především na čistotě prostředí. Nejvíce bývají kontaminovány skořápky vajec z volných chovů. Největší nebezpečí, u čerstvě sneseného vejce, je vlhký lepkavý povrch, na který se nalepí nečistoty z prostředí (prach, podestýlka, hlína, trus, peří). Uvádí se, že na povrchu skořápky se mohou vyskytovat až miliony mikrobů, bakterií a plísní, které dokáží prorůst až do podskořápkové blány. Skořápka může být kontaminována i vzdušnou mikroflórou. Jako další zdroje kontaminace se mohou považovat například znečištěné proložky, přepravné krabice, nevyhovující skladovací zařízení. Nejvíce náchylné místo ke kontaminaci je bílek. Teploty pod 8 °C brání růstu bakterií a zpomaluje ztrátu vnitřní kvality. Teplota kolem 18 °C snižuje přirozenou vaječnou ochranu. Relativní vlhkost při skladování by měla být mezi 70 % a 85 %. Pod 70 % dochází ke zhoršení kvality, nad 85 % je mikrobiální kontaminace zvýšena. Důležitým procesem je mytí vajec. Vejce s mikrobiálně znečištěnou skořápkou se rychleji kazí a může přenášet i zdravotně závadné mikroorganismy (Immerseel et al., 2011). Po umytí se musí vejce osušit.

Vejce může být čištěno dvěma způsoby – mokrou a suchou cestou. Suché čištění odstraní kutikulu a tím je vejce citlivější ke kontaminaci. Při mokrému čištění je důležitá teplota lázně, která ovlivňuje mikrobiální kontaminaci. Mokrý skořápka společně s poklesem teploty usnadňuje průnik bakterií do vajíčka. V České republice je mytí vajec pro potravinářské účely zakázáno, takto mytá vejce mohou být používána pouze pro účely technologické (Immerseel, 2011). Mezi nejběžnější kontaminace se řadí černá hniloba, zelená hniloba, červená hniloba,

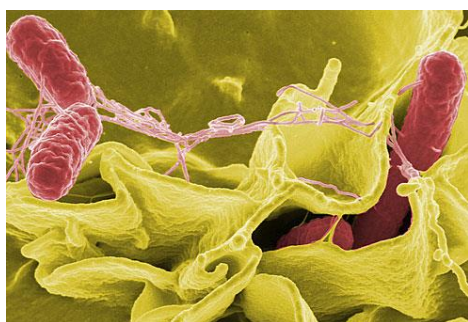
bílá hniloba. Na skořápkách před mytím a sušením se vyskytují bakterie zejména rodu *Micrococcus*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Escherichia*. Rozsah kontaminace lze snížit čistotou zařízení, včasným sběrem vajec a jejich uchováním ve vhodných podmínkách. Mikroorganismy jsou schopny zůstat na skořápkách poměrně dlouho podle podmínek skladování. V chladném a vlhkém prostředí přežívají déle než v teplém a suchém prostředí (Simeonovová et al., 1999). V Trinidadu odebrali 184 vajec pro různá nákupní centra a pomocí tamponů provedli stěry. Výsledek stěrů ukázal na přítomnost bakterií rodu *Salmonella*, *Escherichia coli* a *Campylobacter* (Lashley et al., 2005).

6.2 Mikroorganismy kontaminující vejce

6.2.1 Rod *Salmonella*

Salmonella patří do skupiny bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*. Jsou to gramnegativní nesporulující tyčinky, které se pohybují pomocí bičíků. Jsou fakultativně anaerobní (Brožková et al., 2016). Rostou na běžně užívaných půdách. Všechny druhy salmonely fermentují glukózu s tvorbou plynu. Typická je i produkce sirovodíku. Optimální růstová teplota je 37 °C (Adams et al., 1995). Testy na oxidázu a ureázu vykazují u salmonely negativní výsledek, u katalázy pozitivní výsledek. Vyrůstají dobře na Endově půdě, protože nezkašují laktózu. Většinou jsou to bezbarvé kolonie s tmavým středem. Na Wilsonově-Balírově agaru tvoří leskle černé kolonie (Slováková et al., 2013). Nachází se v kontaminovaných či znečištěných vodách i potravinách (Adams et al., 1995). Rezervoárem infekce pro člověka je nedokonale zpracované maso, vejce infikovaných slepic a výrobky z vajec např. cukrářské výrobky. Kontaminace může být primární nebo sekundární. Primární kontaminace je způsobena výrobky připravené z kontaminovaných vajec. U sekundární kontaminace je nezávadná potravina (vejce) kontaminována v průběhu výrobního procesu. Kontaminace skořápky pochází buď z vejcovodu, nebo z kloaky nemocné nosnice. Nejvyšší výskyt salmonel na skořápce je u vajec vodní drůbeže, a proto se vejce vodní drůbeže nesmějí v ČR používat k potravinářským účelům. Pravděpodobnost přežití salmonel na skořápce a jejich proniknutí do vaječného obsahu závisí na teplotě a podmínkách skladování vajec (Fernandes, 2009). Při pokojové teplotě pronikne *Salmonella* skořápkou během 1-3 dnů. *Salmonella* je poměrně odolná bakterie proti sušení, mražení, solení a uzení. Minimální teplota růstu je 2-6 °C, optimální 37-43 °C. K vysokým teplotám jsou citlivé. Minimální pH je 3,8, optimální 7 a maximální 9. Pro odstranění salmonel se používá pasterizace, ale může být použit i ohřev, který závisí na obsahu sušiny produktu (pro majonézy, krémy) (Kadlec et al., 2002). Rozeznáváme několik druhů *Salmonell*. *Salmonella*

schotmuelleri se podobá břišnímu tyfu. Inkubační doba je 14-16 dní. Nejčastější druh způsobující tzv. salmonelózu je *S. Enteritidis* (Robinson, 2000). Salmonelózy způsobují krvácivé průjmy, zvracení, nevolnost a teploty, které většinou odezní do 48 hodin. Jejich inkubační doba se pohybuje v intervalu 6-8 hodin, nejčastěji mezi 8-10 hodinami. Pro snížení rizika salmonelózy se používá gama záření, sušení lyofilizací, horký vzduch, horká voda, infračervená pára, mikrovlnný ohřev a radiofrekvenční ohřev (Mead, 2005). Typickým zdrojem mohou být lahůdkářské a cukrářské výrobky, do kterých se přidávají syrová vejce (Motarjemi et al., 2014). Salmonely se množí v tenkém střevě. *Salmonella enterica* se vyskytuje ve většině států Evropy a způsobuje záněty trávicího traktu u zvířat i lidí. Známé je 1454 sérotypů. Základem prevence je důkladná zoohygienická opatření v chovu hospodářských zvířat, jejich ustájení, nezávadnosti krmiv (Robinson, 2000). *Salmonella typhi* je pro člověka patogenní (Adams et al., 1995). Nejčastěji se přenáší vodou. Vyvolává břišní tyf. Mezi charakteristické příznaky patří vysoká horečka, bolesti hlavy, slabost, nechutenství, vyrážka na trupu, zácpa a později průjem. Inkubační doba je přibližně 7 dní (Adams et al., 1995). Léčí se antibiotiky, které však nepředstavují nejvhodnější léčbu z důvodu narušení přirozené střevní mikroflóry. Ve většině případů se přenáší orální cestou (vodou, potravinami). Ve všech případech se doporučuje vyhledat lékařskou pomoc. V těžších případech může dojít i k hypoglykémii nebo zvýšené srdeční frekvenci. Většina salmonel způsobující onemocnění přežívá až 80 °C, takže je zapotřebí potraviny (nejčastěji vejce) dobře tepelně upravit. Nedoporučuje se potraviny opakovaně mrazit z důvodu pomnožení salmonel a zhoršení celé nákazy. Nejvíce jsou kontaminována vejce s trhlinami nebo vejce špinavá. V roce 1970 byl v USA zaveden zákon o zákazu prodeje vejce s trhlinami (Tesařová, 2006). *S. Enteritidis* způsobuje nejčastěji nákazu salmonelózy a to až 64,5 %. Po roce 1997 bylo v Anglii a Walesu nahlášeno více než 32 000 případů salmonelózy, z toho 68 případů bylo smrtelné (Dani, 2015). V Anglii v roce 2005 a 2006 pocházelo 58 % případů onemocnění z vajec (Pawsey, 2002). Na skořápkách byl proveden test na posouzení rizik kontaminace salmonelózy při teplotě 18 °C a 7°C. Účinnější byla teplota 7 °C, při které se bakterie dále nerozrůstají (Suwannarach, 2017).



Obrázek 2 - *Salmonella* spp. (převzato: webmd.com)

6.2.2 Rod *Escherichia*

Nejznámější, tyčkovitá, gramnegativní, pohyblivá bakterie *Escherichia coli* též řadící se do čeledi *Enterobacteriaceae* (Adams et al., 1995). Jsou podmíněně patogenní. Může vyvolat onemocnění močových cest a průjemové infekce (Lawley et al., 2012). Tvoří součást mikroflóry střeva. *E. coli* syntetizuje důležité vitamíny a tím přispívá k rovnováze mikroorganismů přítomných ve střevech. Zabraňuje růstu škodlivých bakterií se kterými „soutěží“ o kyslík a živiny. Využívá se jako modelový organismus pro fyziologické, biochemické a genetické výzkumy. *Escherichia coli* se dělí do 6 skupin: enteropatogenní, enterotoxigenní, enteroinvazivní, enteroagregativní, difúzně adherentní a enterohemoragické (Bell, 1998). Enteropatogenní kmeny se mohou uplatňovat jako patogenní bakterie. Všechny skupiny způsobují vodnaté, krvavé průjmy, cestovatelské průjmy a vysoké horečky. *E.coli* se vyskytuje ve dvojici a tvoří pouzdra (Adams et al., 1995). Jsou fakultativně anaerobní a rostou na běžné půdě. Tato bakterie vytváří plyn. Výsledky testů na oxidázu a katalázu jsou stejné jako u salmonely. Štěpí glukózu, laktózu a způsobuje syntézu vitamínu B a K (Votava, 2000). *Escherichia coli* produkuje toxiny, které přispívají k tvorbě hemolyticko-uremického syndromu (Wijinsma et al., 2017). Syndrom je považován za nejčastější příčinu destrukce červených krvinek a akutního selhání ledvin, zejména u malých dětí (Markus, 2012).

Do rodu *Escherichia* se řadí i gramnegativní, nepohyblivá tyčka *Shigella*, která je geneticky velmi podobná *E.coli* (Patel, 1994). *Shigella* byla objevena v roce 1987 japonským bakteriologem Kiyoshi Shiga (Hamm et al., 2016). Je to aerobní bakterie, která je velmi citlivá. *Shigella* má 4 podskupiny – *Sh. dysenteriae*, *Sh. flexeneri*, *Sh. boydii* a *Sh. Sonnei* (Lawley et al., 2012). Převažuje druh *Shigella sonnei*, který může být přítomen ve fekálním znečištění a v potravinách. Zkvašují glukózu, bez tvorby plynu. Způsobuje úplavici. Vniká orální cestou a přenáší se kontaminovanými rukama. Optimální růstová teplota je 37 °C. Výsledky na oxidázu jsou negativní, na katalázu pozitivní. Jako zdroj uhlíku nevyužívají citrát. Považují se za patogeny člověka. Onemocnění se nazývá „nemoc „špinavých rukou““ tzv. shigelóza (Gopfertová, 2002). Shigelóza (bacilární úplavice) způsobuje vysoké horečky, bolesti břicha a průjmy. Inkubační doba 1-5 dní (Ryšková, 2000). Mezi lety 1989-1990 vědci dokázali, že 80 % kmenů *Shigella* bylo rezistenstních vůči antibiotikům (Barros – Velázquez, 2016).

6.2.3 Rod *Staphylococcus*

Grampozitivní koky, které se vyskytují ve shlucích po 2-4 nebo 6 v krátkých řetízích (Adams et al., 1995). Jsou nepohyblivé, nevytvářejí spory. Jsou to všudypřítomné patogenní bakterie (Votava, 2010). Spadají do skupiny fakultativně anaerobní bakterií (Lukášová et al., 1976). Do tohoto rodu se řadí až 35 druhů. Produkují katalázu a při zkvašování cukrů tvoří kyseliny. Odolávají záhřevu na 55 °C po dobu 30 minut, vysychání a vyšší koncentraci NaCl. Způsobují hnisavé záněty a intoxikaci těla. Rozdělují se podle produkce plazmakoagulázy na negativní a pozitivní. Negativní se následně rozdělují na citlivé a rezistentní k antibiotikům (Ryšková, 2000). Mohou pronikat až do folikuly a mazových žlázek. Nahromaděním hnisu může dojít až prasknutí kůže. Nejlépe roste na krevním agaru, kde vytváří hemolýzu. Rostou jako krémově bílé kolonie. Výsledky testu na oxidázu je negativní, na katalázu pozitivní (Horák et al., 1991). *Staphylococcus* dokáže redukovat nitráty na nitrity. Optimální růstová teplota je mezi 30-37 °C. Nejznámější je *Staphylococcus aureus*, který se vyznačuje velkou odolností vůči podmínkám. Mohou způsobovat nejen infekce, otravy z potravin, ale i vznik abscesů (ohraňčené zánětlivé ložisko, ve kterém je dutina s hnisem). Až třetina zdravých osob mohou být bacilonosiči. Branou vstupu je kůže. Preventivní ochrana spočívá zejména v preventivní dezinfekci rukou. (Klaban, 2005). Toxiny *Staphylococcus aureus* vyvolávají stafylokovou enterotoxikózu, která se projevuje nevolností, křečemi v břiše a zvracením (Immerseel et al., 2011). Potíže většinou odezní do 1 až 2 dnů. Toxiny se dobře vytvářejí za teplých klimatických podmínek a vysoké koncentraci bílkovin (Adams et al., 1995). Na skořápkách, žloutcích a bílcích bylo provedeno 1125 testů. Rod *Staphylococcus* byl nalezen v 514 případech, z nich největší koncentrace se nacházela na skořápkách (Motarjemi et al., 2014). *Staphylococcus aureus* dominuje zejména ve žloutcích vajec z malých drůbežáren (Gondek et al., 2013).

6.2.4 Rod *Streptococcus*

Grampozitivní koky okrouhlého tvaru tvořící řetízky nebo dvojice. Nejsou pohyblivé a netvoří spory. Většina druhů je fakultativně anaerobních. Oxid uhličitý podporuje jejich růst. Mohou fermentovat až na kyselinu mléčnou. Některé druhy jsou primárně patogenní, velkou skupinu tvoří druhy podmíněně patogenní. Podle vzniku hemolýzy se dělí do několika podskupin. Může se rozkládat na částečnou nebo úplnou hemolýzu až na methemoglobin (Votava, 2010). Nejznámější druh je *Streptococcus pyogenes*, který se vyskytuje v dutině ústní a nosohltanu (Ryšková, 2000). V nejteplejších měsících může dojít ve vejcích k přemnožení *Streptococcus*

a tím vznik epidemie tzv. streptokokové faryngitidě. Tato nákaza pochází z vajec přidávaných do salátů a majonéz, které se přidávají jako příloha např. při grilování (Katzenell et al., 2001).

6.2.5 Rod *Campylobacter*

Štíhlé, zahnuté, gramnegativní tyčky, které netvoří spory a pohybují se pomocí bičíku. Jsou součástí mikroflóry zvířat. Považují se za důležitého potravinového patogena. Glukózu nefermentují (Patel, 1994). Způsobem přenosu může být přímý kontakt se zvířaty, konzumaci kontaminované potravy nebo porušení hygienických předpisů při přípravě jídla nebo stykem s nemocným člověkem. Rostou na agaru se sníženým obsahem kyslíku a zvýšeným obsahem oxidu uhličitého. Nejznámější je *Campylobacter jejuni*, který vyžaduje pro svůj růst půdu s krví obohacenou o vitamíny a aminokyseliny. Optimální teplota pro růst je mezi 42-43 °C (Steinhausová, 1998). Na agaru rostou kolonie hnědě zbarvené a „plazí“ se po povrchu půdy. *Campylobacter jejuni* produkuje jak oxidázu, tak i katalázu. Charakteristické jsou bakteriální průjemy a zvýšená teplota (Adams et al., 1995). Kolonie vyrůstají nepravidelně a jsou ploché, šedě zbarvené (Julák, 1998). Nemoc, kterou *Campylobacter jejuni* způsobuje, se nazývá kampylobakterióza. Onemocnění se projevuje únavou, bolestí hlavy, nevolností, vodnatými průjemy a teplotou po dobu 2-5 dní. Nebezpečí může představovat i dehydratace organismu (Jonas et al., 2015). Kampylobakteriózy tvoří přibližně 10 % (Hrubý et al., 1996) a je po salmonelóze druhé nejčastější onemocnění. *Campylobacter* se salmonelou jsou jedny z nejčastějších bakteriálních příčin onemocnění potravinami v Evropě. V České republice je kampylobakterióza sledována od 80. let (Tsunematsu, 2012). V rozvojových zemích je nákaza kampylobakterií primární onemocnění, které se vyskytuje zejména během dětství. V posledních letech se počet nemocných pohybuje kolem 30 na 100 000 obyvatel. Nejvyšší počet onemocnění bylo zaznamenáno u lidí ve věkovém rozmezí 18-25 let, kteří opouští své domovy za účelem studia, pracovních příležitostí (Jonaidi-Jafari et al., 2016). Epidemie se může vyskytnout i z prostředí s větší koncentrací lidí např. dětské tábory, kde zdrojem nákazy mohou být zhoršené hygienické podmínky nebo podávání rizikových potravin. Nakažení jedinci většinou nevyhledají pomoc u lékaře, což může způsobit rychlé rozšíření (Pires et al., 2010). Před několika lety byla v Iráku provedena detekce *Campylobacter* v 440 vzorcích vajec (skořápky, bílku). Druhy pak byly identifikovány pomocí biochemických testů a PCR. Přítomnost *Campylobacter* byla stanovena v 7 z 100 kuřecích vajec a 3 ze 60 kachních vajec. V roce 2005 a 2006 byla nejčastějším zdrojem (32 %) nákazy kampylobakterií vejce (Lashley, 2005).

6.2.6 Rod *Clostridium*

Kontaminaci způsobuje druh *Clostridium perfringens*. Jsou to velké, silné, nepohyblivé, grampozitivní tyčky, které se snadno kultivují. Vyskytuje se zejména ve střevní mikroflóře lidí i zvířat. Produkuje toxiny, které dokáží štěpit i lecithin. Bakterie se pomnožují v kontaminovaných potravinách a při chladničkové teplotě. Pokud se bakterie dostanou do střevního systému člověka, začne vytvářet toxin (enterotoxin), který zamezuje transportu tekutin a tím způsobí průjem s bolestivými křečemi v žaludku. Příznaky se mohou projevit 8-24 hodin po požití kontaminované potravin (Immerseel et al., 2011). *Clostridium tetani* jsou grampozitivní, aerobní bakterie tyčkovitého tvaru se spory, uspořádané v krátkých řetězcích se zakulacenými konci. Většina kmenu je pohyblivá. Optimální teplota je 10-65 °C (Slováková, 2013). Bakterie je přítomna ve střevním obsahu lidí a zvířat, mořských sedimentech. Účastní se hnilobných procesů. Vlastní infekce se uskuteční prostřednictvím spor přítomných v půdě. *Clostridium tetani* a *Clostridium botulinum* mohou produkovat silné toxiny – botulotoxiny a tetanotoxiny (Adams et al., 1995). Toxiny způsobují akutní intoxikace, které mohou vést až k úmrtí (Hrubý et al., 1996).

6.2.7 Rod *Pseudomonas*

Gramnegativní, mírně zahnuté pohyblivé tyčky, které netvoří spory a patří k tzv. nefermentujícím tyčkám. Nacházejí se v půdě, přírodě i v rostlinách a ve vodě v tropických oblastech. Potraviny pak zapáchají a mají kašovitý vzhled. Způsobuje i onemocnění plic. Některé druhy mohou rozkládat chitin a štěpit cukry (Gopfertová et al., 2002). Nejvýznamější je *Pseudomonas aeruginosa*, která vytváří žlutozelený fluorescein. Je považována za častého původce nemocničních nákaz, močových cest a zánětů středního ucha. Netvoří sulfan ani indol. Jsou to tzv. striktní patogeny. Dokáží přežít i v dezinfekčních roztocích. Není náročná na živiny. Roste dobře na kultivačních půdách (Šilhánková, 1995). Není výjimkou ani tvorba pigmentu a pachu. Barvu mohou mít od žluté, žlutozelené, zelenou až po modrou a hnědou. Stará kultura má zápach po amoniaku, čerstvá kultura naopak po jasmínu (Klaban, 2005).

6.2.8 Rod *Serratia*

Gramnegativní, rovné tyčky, pohyblivé pomocí bičíků. Spadají do skupiny fakultativně anaerobních mikroorganismů. Dobře rostou při 30-37 °C (Sedláček, 2006). Některé druhy mohou tvořit červený pigment. Značí se tvorbou plynu. Nachází se v půdě, ve vodě, na povrchu

rostlin a způsobují infekce močových cest. Nejznámější jsou druhy *Serratia marcescens*, *plymuthica*, *rubidaea* (Klaban, 2005).

6.2.9 Rod *Proteus*

Stejně jako u *Serratia* jsou bakterie *Proteus* gramnegativní rovné tyčky, pohyblivé a fakultativně anaerobní. Jejich růstová teplota je kolem 37 °C (Mosio, 2012). Produkují sulfan. Přítomny jsou ve střevním traktu, znečištěných vodách. Mají velkou rezistenci k antibiotikům. Může být i součástí mikroflóry, kde rozkládá organickou hmotu živočichů (Immerseel et al., 2011).

6.2.10 Rod *Bacillus*

Grampozitivní tyčky, které se řadí do aerobní nebo fakultativně anaerobní skupiny mikroorganismů. Sporulace probíhá za přítomnosti kyslíku. Kontaminuje potraviny i klinický materiál. Nejznámější je druh *Bacillus cereus* (Adams et al., 1995). Kultivačně nenáročná bakterie rostoucí v teplotách 8-55 °C (Votava, 2000). Vytváří plstnaté kolonie a na krevním agaru dokáže vytvořit hemolýzu. V nedostatečně upravených potravinách mohou vytvářet toxiny. Toxiny způsobují nevolnost, bolesti břicha, průjem (Bell, 1998). Podle průzkumů stačí k onemocnění 10⁵ buněk *Bacillus cereus* (Graham, 1996). Mají schopnost žít v širokém rozmezí teplot a množit se v nevhodně uchovávaných potravinách. Jsou součástí mikroflóry tlustého střeva a mohou vyvolat otravu. Léčí se antibiotiky (Ryšková, 2000).

6.2.11 Rod *Listeria*

Primární patogeny, které mají tvar krátkých tyček. Pohybují se při teplotách 20-25 °C. Při teplotách vyšších než 37 °C se přestávají pohybovat (Sedláček, 2006). Tvoří krátké řetězky. Jsou fakultativně anaerobní. Netvoří pouzdra a nehydrolyzují želatinu. Nejznámější *Listeria monocytogenes* způsobuje nemoc nazývanou listerióza (Hrubý et al., 1996). Nákaza se projevuje jako angína, zánět očních spojivek nebo sepse (Patel, 1994). Onemocnění je nebezpečné hlavně pro lidi s oslabenou imunitou, starší lidi a pro těhotné ženy. Mikroorganismy rodu *Listeria* můžeme najít u hospodářských zvířat, v půdě, ve střevním traktu (Adams et al., 1995). Je známo několik druhů infekce – prenatální, perinatální, postnatální. U prenatálního vzniká kontaminace při porodu, kdy se je kontaminace způsobena při průchodu infikovanými porodními cestami. U těhotných žen může dojít, po nákaze, i ke spontánnímu porodu (Nys et al., 2011). S postnatální infekcí se můžeme setkat u ošetřovatelů, kteří pečují o

nakažená zvířata (Duben, 2007). V roce 1981 vypukla epidemie listeriózy z vajec v Kanadě. Následky vykazovaly 41 infekcí a z toho 18 úmrtí. Studie ve Francii dokazují přítomnost *Listeria monocytogenes* až u 29,5 % vajec od nosnic chovaných v klecích (Thong, 2013).

6.2.12 Kvasinky

Kvasinky mají v potravinářském průmyslu velký význam. Technologicky se využívají ve fermentačním průmyslu zejména při výrobě vína, piva a různých potravinářských produktů. Mohou však být považovány i za škůdce masa, vajec nebo ryb. Jsou to saprofytické mikroorganismy. Nejznámější jsou tři druhy kvasinek – *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae* a *Rhodotorula rubra*. *Candida albicans* a *Saccharomyces cerevisiae* patří mezi tzv. bílé kvasinky, které tvoří bíle zbarvené kolonie. *Rhodotorula rubra* je kvasinka tzv. červená a její kolonie jsou růžové až červené (Votava, 2000). Kvasinky potřebují pro svůj růst dostatek kyslíku. Rostou v širokém rozmezí teplot a hodnot pH. Výjimečně mohou některé druhy růst výhradně v prostředí s vysokým obsahem cukru nebo při sníženém tlaku. Používají se jako genový model manipulace v eukaryontních buňkách. (Klaban, 2005). V roce 2008 v Musgrově byl proveden experiment na stanovení kvasinek. Bylo stanoveno až 380 druhů kvasinek (Immerseel et al., 2011).

Nejznámější a nejvíce využívané jsou kvasinky *Saccharomyces*. Jsou dobře geneticky vybaveny a u některých byla nalezena plazmidová DNA. Tvar mají kulatý, oválný nebo i protáhlý. Rozmnožují se pučením a stadium je až na výjimky diploidní. Zkvašují glukózu, galaktózu, maltózu a sacharózu. Využívají se zejména v pivovarnictví, lihovarnictví (Tesařová, 2006).

Kvasinky rodu *Candida* jsou nejčastější původce mykotických onemocnění. Mají kulatý tvar. Nejlépe rostou při 40-45 °C (Horák et al., 1991). U zdravých lidí jsou tyto kvasinky přítomny v minimálním množství v dutině ústní, ve střevě a na kůži. Jsou odolné k nízkému pH (Votava, 2010).

6.2.13 Plísňe

Plísňe jsou mikroskopické organismy vytvářející různé jemné vláknité povlaky na různých rostlinných produktech, potravinách nebo na vhodných mikrobiologických půdách náležící mezi houby (Horák et al., 1991). Řadí se mezi eukaryoty, protože mají pravé jádro. Potřebují pro svůj růst vzdušný kyslík a vlhké prostředí. Rozmnožují se pomocí hyf nebo spor (Adams et al., 1995). Spory vznikají vegetativním způsobem nebo po spájení. Plísňe se dobře přizpůsobují extrémním podmínkám. Mezi nejznámější zástupce podílející se na kontaminaci vajec, jsou *Aspergillus*, *Mucor*, *Alternaria* a *Penicillium* (Votava et al., 2000). Podle růstu plísňe můžeme rozeznávat dva druhy kažení – tečkovitou skvrnitost a plísňovou hnilobu. Tečkovitá skvrnitost je rané stádium růstu plísňe tvořící malé kolonie na skořápce. Barvy skvrn se odvíjí od druhu plísňe např. *Penicillium* vytváří žluté skvrn (Stuper et al., 2011).

Rod *Aspergillus* se vyskytuje v půdě, vodě, ovzduší a patří k nejrozšířenějším houbám. Kolonie vynikají velmi pestrou škálou pigmentů (žlutá, žlutozelená, zelenomodrá, hnědá, černošedá) (Horák et al., 1991). Nejčastější zastoupení je v tropických a subtropických oblastech. Tento rod zahrnuje přibližně 200 druhů (Adams et al., 1995). Mohou vyvolat infekční onemocnění nebo alergii. Některé rody jsou schopny produkovat mykotoxiny, které pak vedou ke vzniku otrav. Postihují nejvíce játra a ledviny. Mezi nejznámější toxin patří aflatoxin. Za zdroj otrav se považují arašídy, kešu, pistácie (Tesařová, 2006).

Rod *Penicillium* je hojně rozšířený druh vyskytující se v půdě a v potravinách (vejcích, mléčných výrobcích). Pod mikroskopem jsou vidět větvené konidiofory, na jejichž koncích vznikají řetízky konidií. Kolonie jsou ploché, nejčastěji zbarveny dožluta (Klaban, 2005). Mohou způsobovat mykotické onemocnění (Adams et al., 1995). V průmyslovém využití jsou používány na výrobu antibiotik a při zrání plísňových sýrů.

6.2.14 Hniloby

Hniloby jsou způsobeny bakteriemi a plísněmi. Považují se za konečný stupeň kažení vajec (Stuper et al., 2011). Vzniká tehdy, když plísňe prorostou přes póry, popř. i pukliny do vejce. Projevují se zápachem, změnou konzistence nebo barvy. Podle barvy mohou být označovány jako „červená hniloba“, „bílá hniloba“ nebo „zelená hniloba“ (Peterková, 2009). Přehled nejčastějších hnilob je v následující tabulce.

Tabulka 4 - Hniloby

Druh hniloby	Změny	Původce
Černá typ I	Tmavohnědý moučnatý žloutek, tmavohnědý bílek	<i>Proteus spp.</i>
Černá typ II	Zčernalý gelovitý žloutek, šedý, vodnatý bílek	<i>Aeromonas liquefaciens</i>
Hořčičná	Ve žloutku hořčici podobná tělíska, někdy pokryta olivově zeleným pigmentem	<i>Enterobacter spp.</i>
Červená	Žloutek je obklopen tělísky, červený bílek	<i>Serratia marcescens</i>
Růžová	Fluoreskující zelená barva se mění na růžovou, okolo žloutku zrnka	<i>Pseudomonas maltophilia</i>
Zelená	Zeleně fluoreskující bílek	<i>Pseudomonas putida</i>
Modrá	Modře fluoreskující bílek	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Žlutá	Na membránách se vyskytuje žlutý pigment	<i>Flavobacterium</i>
Bezbarvá	Nenastávají žádné změny	<i>Alcaligenes spp.</i>

(převzato: Peterková, 2009)

6.3 Mikrobiologické vyšetření

Vyšetřuje se skořápka, jak čerstvá, tak i konzervovaná. Spočívá v průkazu patogenních organismů (salmonely, kampylobaktery, stafylokoky) přítomnost podmíněně patogenních mikrobů, plísní ve skořápce pomocí stěrů ve vaječném obsahu.

Vyšetření se provádí pomocí stěru z povrchu skořápky, který se následně vytřepe do sterilního fyziologického roztoku. Pro důkaz plísní se provede zaočkování DRBC agaru. Přítomnost *Staphylococcus aureus* lze dokázat zaočkováním agarů dle Baird-Parker. Ve zbytku stěru se vyšetřují salmonely. Po provedení stěru se vejce omyje, otře a vydenzifikuje etanolem. Poté se rozklepne do misky, rozmíchá a provede se rozbor na masivní bakteriální kontaminaci. Na krevní agar se nanese kličkou část vaječného obsahu a rozetře se. Nechá se kultivovat při 37 °C 24 hodin (Brožková et al., 2016).

6.4 Normy

V České republice jsou jednotlivé metody, postupy stanovení a průkazy mikroorganismů stanoveny normami ČSN ISO.

Norma ČSN ISO 6579: Všeobecné pokyny pro metody průkazu bakterií rodu *Salmonella* poskytuje pokyny pro mikrobiologické zkoušení potravinářských výrobků. Principem průkazu salmonel je založen na odolnosti k barvivům, osmotickému tlaku, antibiotikům a na biochemických vlastnostech (Český normalizační institut, 1995). Vzorek se izoluje do pufované peptonové vody (PPV médium), inkubuje se za přístupu vzduchu nejlépe při 37 °C po dobu 20 hodin a vyočkuje se do dvou pevných půd – XLD agar a BGA agar popř. agar pro stanovení salmonel (Patel, 1994). Naočkované misky se opět nechají inkubovat při 37 °C 24 hodin. Bílorůžové kolonie se vyočkují na standardní MPA agar, na kterém se provádí biochemické testy nejčastěji na růst na TSI agaru, průkaz lyzindekarboxylázy, průkaz štěpení močoviny, průkaz fenylalanindeaminázy, Voges-Proskauerův test, průkaz tvorby indolu, asimilace citrátu a důkaz pohybu (Český normalizační institut, 1995).

Norma ČSN ISO 7932: Všeobecné pokyny pro stanovení počtu *Bacillus cereus* specifikuje pokyny pro stanovení počtu životaschopných bakterií *Bacillus cereus* ve výrobcích určených pro lidskou výživu nebo ke krmení zvířat, a to technikou počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. Principem je rozstírání určeného objemu vzorku, výchozí suspenze na agarovou živnou půdu v Petriho miskách. Indikátor se používá fenolová červeň. Inkubuje se za přístupu vzduchu při 30 °C po dobu 18-48 hodin. Po kultivaci vyrostou suché drsné kolonie s nepravidelnými

okraji růžové barvy. Pod mikroskopem se pozorují tyčinky a jejich pohyblivost v nativním preparátu pomocí metody visuté kapky. V biochemických testech se hodnotí VPT test, fermentace glukózy v tryptonovém agaru s glukózou a bromkrezolem purpurem a manitolu na povrchu šikmého minerálního agaru (Český normalizační institut, 1995).

Norma pro stanovení *Bacillus cereus* ČSN EN ISO 7932: Horizontální metoda stanovení počtu presumptivního *Bacillus cereus* specifikuje stanovení počtu životaschopných bakterií *Bacillus cereus* vykultivovatelných při 30 °C. *Bacillus cereus* produkuje lecitinázu, která tvoří zóny kolem kolonií. Nedochází k produkci kyselin a díky tomu se barva indikátoru nemění. Kolonie mají růžové zbarvení.

Potvrzení je založeno na průkazu β -hemolýzy při kterém se používá krevní agar. Při celkovém vyhodnocení se hodnotí růžově zbarvené kolonie, které vykazují pozitivní reakci na test β -hemolýzy (Český normalizační institut, 1995).

Počet *Bacillus cereus* se stanoví v gramu nebo mililitru ve vzorku na základě počtu kolonií vyrostlých na plotnách. Potvrzení se provádí v glukózovém agaru, v půdě pro Voges – Proskauerovou reakci. Kolonie se očkují do zkumavek s glukózovým agarem, inkubují se v inkubátoru s teplotou 30 °C po dobu 24 hodin. Pozitivní reakci značí žluté zbarvení celého sloupce (Český normalizační institut, 1995).

Norma: ČSN ISO 7251: Všeobecné pokyny pro stanovení počtu suspektních *Escherichia coli* poskytuje pokyny pro mikrobiologické zkoušení potravinářských výrobků určených pro výživu lidí i zvířat pomocí kultivace v tekutých metodou MPN při 35 °C, 37 °C a 45 °C. Do zkumavek s tekutou pomnožovací půdou (tryptózová půda s laurylsulfátem) o dvojnásobné koncentraci a do zkumavek o jednoduché koncentraci se očkuje určený objem zkušební vzorku. Inkubuje se při 35 °C a 37 °C 24-48 hodin (Český normalizační institut, 1995). U zkumavek, ve kterých došlo k tvorbě plynu, se znovu očkují do nové série zkumavek s tekutou půdou (půda obohacená o tryptózu, laktózu a žlučové soli). Nově zaočkované zkumavky se inkubují při 45 °C 24-48 hodin. Zjišťuje se tvorba plynu a indolu (Jičínská et al., 1998).

Norma ČSN EN ISO 10272-1: Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu *Campylobacter* spp. slouží k odhadu KTJ kampylobakterií ve vzorku. Pro stanovení je zapotřebí mikroaerobní atmosféry, která zajišťuje sníženou koncentraci kyslíku, zvýšenou koncentraci oxidu uhličitého a minimální množství vodíku a dusíku. Kultivace probíhá v uzavíratelných nádobách (anaerostatech), ve kterých se nacházejí soupravy k vyvíjení plynů. Metoda zahrnuje předmnožení v tekuté půdě, vyočkování, mikroskopické testy a biochemické testy (Český normalizační institut, 1996). Pro identifikaci druhů rodu *Campylobacter* spp. se používá test na přítomnost katalázy (Brožková et al., 2016).

Identifikace *Campylobacter* probíhá nejčastěji v pomnožovacím bujónu podle Prestona nebo do bujónu podle Parka a Sanderse, vyočkování na povrch dvou selektivních půd (agar podle Karmaliho, agar podle Skirrowa). Hodnotí se vzhled kolonií, které mají většinou šedou nebo světle hnědou barvu s nepravidelnými okraji, pohyb v zástinu, Gramovo barvení, biochemické testy obsahující test na oxidázu, katalázu a růst při mikroaerofilních podmínkách (Český normalizační institut, 1996).

Norma ČSN ISO 6888-1: Horizontální metoda stanovení počtu koagulázopozitivních stafylokoků (*Staphylococcus aureus*) popisuje stanovení koagulázopozitivních stafylokoků založenou na počítání kolonií vyrostlých na pevném médiu (agarová půda podle Baird-Parkera) za přístupu vzduchu při 35 °C nebo 37 °C (Český normalizační institut, 1999). *Staphylococcus aureus*, produkující lecitinázu, rozkládá vaječný žloutek a tím způsobuje tvorbu projasněných zón kolem kolonií. Teluričitan draselný se redukuje na telur, který způsobuje černé zbarvení kolonií a tvořící se opalescentní prstenec. Na Baird-Parker agaru vyrostou béžové až šedozelené kolonie s hladkými okraji s hemolýzou (Brožková et al., 2016). Standardně se používá i zkumavkový koagulázový test.

Norma ČSN EN ISO 11290-1: Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu *Listeria monocytogenes* zahrnuje 4 kroky: 1. krok primární pomnožení v selektivním (Fraser) médiu při 30 °C, 2. krok sekundární pomnožení, 3. krok kultivace v tuhém selektivním médiu PALCAM a poslední ověření suspektních kolonií na TSYEA agaru. *Listeria monocytogenes* se mohou kultivovat i v prostředí s vysokou koncentrací. Kultura se dále očkuje na agarové médium (ALOA) nechá se inkubovat při teplotě 37 °C 1-2 dny za přítomnosti vzduchu (Český normalizační institut, 1999). Kolonie mají modrozelenou barvu (Brožková et al., 2016).

Ve volitelném diagnostickém médiu PALCAM je průkaz listerií založen na inhibici doprovodných složek, hydrolýze eskulinu a nezkvašování manitolu. Kolonie jsou v PALCAM

agaru zbarveny do šedozelené až olivově zelené barvy s lesklým vzhledem (Brožková et al., 2016). Provádí se Gramovo barvení, sledování pohybu ve zkumavce, průkaz katalázy a hemolýzy, využívání cukrů, hydrolýzy eskulinu a CAMP test. Principem CAMP testu je detekce extracelulárního proteinu (Český normalizační institut, 1999).

Norma ČSN ISO 7954: Všeobecné pokyny pro stanovení počtu kvasinek a plísni poskytuje všeobecné přípravné kroky pro stanovení počtu životaschopných kvasinek a plísni ve výrobcích určených pro lidskou výživu ke krmení zvířat. Určený objem se zaočkuje do zkušební vzorku. Zalije se selektivní kultivační agarovou půdou obohacenou o kvasničný extrakt, glukózu a chloramfenikol. Nechá se inkubovat za přístupu vzduchu při 25 °C po dobu 3,4 nebo 5 dnů. Po 5 dnech se vyberou plotny, kde vyrostlo méně než 150 kolonií (Jičínská et al., 1998).

Norma ČSN ISO 21527: Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísni zahrnuje tříkrokový postup - přípravu suspenze s desítkovým ředěním ve vzorku, výsev a kultivace. Pro výrobky s aktivitou vody vyšší než 0,95 se pro stanovení používá ztužený glycerolový agar (Jičínská et al., 1998). Kvasinky mají při 25 °C lesklé kolonie s pravidelným okrajem (Denmerová et al., 2016). Plíseň vytváří ploché zárodky.

K identifikaci toxinogenních plísni se nejčastěji využívá půda AFPA. Půda AFPA je selektivní chromogenní médium obsahující směs látek chloramfenikolu a dichloranu zabráňující růstu cizích plísni. Principem je reakce kyseliny aspergilové, produkované plísněmi, s železitými ionty, při které dochází ke vzniku oranžovožlutého komplexu zbarvující spodní stranu kolonií (Denmerová et al., 2016).

7 Metody identifikace

Po izolaci jednotlivých kolonií probíhá jejich identifikace. K identifikaci se nejvíce používají biochemické a imunochemické metody.

7.1 Biochemické metody

Principem biochemických metod jsou složky diferenční nebo diagnostické. Fyziologická odolnost vůči činidlům např. antibiotika, barviva, žlučové soli umožní zúžení a přesnější identifikaci rostoucích mikroorganismů. Prvním krokem určení je zařazení do skupiny pomocí Gramova barvení, které rozdělí mikroorganismy na gramnegativní a grampozitivní. U grampozitivních mikroorganismů je sledována přítomnost katalázy, u gramnegativních přítomnost oxidázy a schopnost fermentovat glukózu. Dalšími sledovanými znaky jsou vznik a typ hemolýzy, tvorba pigmentu a zápach, tvar, povrch, okraj a konzistence kolonií. *Staphylococcus aureus* má typicky zlatavou barvu, *Pseudomonas aeruginosa* zelenou s vůní po jasmínu (Gopfertová et al., 2002). Podle těchto kritérií jsou mikroorganismy rozděleny do několika skupin. V rámci dané skupiny jsou následně jednotlivé rody a druhy odlišeny pomocí biochemických testů. Převážně se jedná o testy štěpení močoviny ureázou, dekarboxylace lyzinu, tvorba indolu, fermentace sacharidů za tvorby kyseliny nebo plynu, rezistence k antibiotikům (Demnerová et al., 2016). Detekce biochemických vlastností je nejčastěji prováděna na základě změny pH, která docílí změnu barvy indikátorů.

Mikroorganismus je k identifikaci izolován z určitého vzorku. Kultivační testy mohou být v podobě tekutých médií ve zkumavkách, na šikmých agarech či plotnách. Někdy se kultivační testy mohou objevit ve tvaru mikrodestiček. Každá souprava jednotlivých mikrotitračních destiček je specifická pro daný druh nebo rod mikroorganismu. Testy se mohou lišit v počtu jednotlivých reakcí a době jejich stanovení.

Některé druhy bakterií vyžadují anaerobní podmínky (za nepřístupu vzduchu). Anaerobní podmínky se vytvoří pomocí převrstvení tekutých médií nebo jamek parafínovým olejem. Z důvodu kontroly kvality médií a podmínek kultivace je doporučeno pojistit kontrolní zkumavkou se šikmým agarem. Z narostlé kultury je připravena suspenze ve fyziologickém roztoku, která je pipetována do jednotlivých testovacích jamek (Julák, 1998).

Každý druh nebo rod mikroorganismu má jinou dobu inkubace. Po inkubaci je proveden odečet testů. Odečítá se změna barvy, tvorba plynu nebo růst podél vpichu. V některých testech je možno použít činidlo. Výsledky se poté zaznamenávají podle přiloženého návodu do příslušné tabulky, kterou vyhodnotí počítač (Demnerová et al., 2016).

Pro rychlou detekci salmonel se používá imunomagnetický průtokový test (Rumíšková et al., 2016). Test funguje v kapalině, vaječné skořápce i v sušených produktech. Jeho principem je stanovení různých druhů sérotypů skupin salmonel. Výsledky dokazují až 99 % spolehlivosti testu.

7.2 Imunochemické metody

Imunochemické metody využívají k detekci reakci mezi protilátkou a antigenem (Julák, 1998). Nejčastější protilátky jsou bílkoviny.

Jedna z dost často používaných imunochemických metod v mikrobiologii je pasivní latexová aglutinace (RPLA). RPLA je založena na vizuální detekci rozpustného antigenu (Slováková et al., 2013). Provedení spočívá v nanesení známého roztoku antigenu do jamky mikrotitrační destičky. K němu se přidá kapka testovaného vzorku. Pokud jsou v testovaném vzorku přítomny specifické protilátky dojde ke vzniku jasně viditelné sraženiny. Výhodou této metody je časová nenáročnost, možnost zpracování více vzorků najednou a nízká cena. Nevýhodou je nízká citlivost a specifita. Metoda se využívá při detekci *Staphylococcus aureus*, shigel, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* (Demnerová et al., 2016).

7.2.1 ELISA

Nejznámější a nejvíce využívanou metodou pro detekci bakterií je enzymová imunoanalýza tzv. ELISA. V této metodě je jeden z imunoreaktantů upevněn na membránu, skleněnou podložku nebo na stěnu zkuševky (Patel, 1994). Reakcí enzymů se detekuje druhý reaktant. Nejčastěji pro detekci je využíván tzv. sendvičový formát. Nejprve se znehybní protilátky. Následně je přidán vzorek obsahující buňky mikroorganismů, který reaguje s protilátkou. Nenavázané složky se odstraní a následně se vloží další protilátky s enzymem např. s peroxidázou, alkalickou fosfatázou nebo glukózo oxidázou (Patel, 1994). Poslední krokem detekce je založena na enzymové reakci, při které se bezbarvý substrát přemění na barevný produkt. Podmínka úspěšné detekce je před vlastní aplikací bakterie pomnožit pomocí běžných kultivačních metod (Demnerová et al., 2016).

Nejběžněji je ELISA prováděna v jamce mikrotitrační destičky, která má optimální optické vlastnosti. Náhradou jamek mohou být plastové tyčinky tzv. „měřicí tyčinky“. Obal tyčinek slouží jako mikrozkuševka umožňující dávkování. Jamky se od měřicích tyčinek liší enzymovou reakcí, která je použita k detekci (Julák, 1998). Výhody tyčinek spočívá v rychlosti, jednoduchosti provedení a testování menšího počtu vzorků.

7.2.2 LFIA

LFIA představuje imunochromatografický test, který je velmi rychlý, jednoduchý a nenáročný. Test se skládá z nitrocelulózové membrány, na které je přichycen reaktant (protilátka), který vytváří testovací zónu. Využívá se sendvičového formátu, který používá dva typy protilátek specifických pro stanovený protein. Test se skládá ze tří podložek. První je podložka, na kterou je aplikován vzorek, druhá podložka s konjugátem barevné částice a třetí je absorpční podložka napomáhající vztlínání vzorku. Vše je uzavřeno do plastového pouzdra (Julák, 1998). Hodnocení je prováděno vizuálně.

Vzorek, určený k testování, je nanesen na počátek membrány. Vzorek se nejprve dostává do kontaktu s barevným konjugátem s protilátkou, který se rozpustí a následně s ním vztlíná membránou. Je-li přítomen ve vzorku antigen, který reaguje za tvorby imunokomplexu, vztlíná až k testovací zóně. Následně interaguje s protilátkami na membráně za vzniku barevné linky. Ke kontrole funkčnosti testu slouží tzv. kontrolní zóna, na níž je uchycena protilátka. Přebytek vztlíná a váže se k této zóně. Pokud je výsledek testu negativní, objeví se jen jedna linka v horní části testovacího proužku. Tyto testy se nejvíce používají při detekci rodu *Salmonella*, *Listeria* (Demnerová et al., 2016)

7.2.3 PCR

V dnešní době se začínají v molekulární biologii využívat metody založené na řetězové polymerázové reakci. PCR je metoda rychlého množení vybraného úseku DNA (Patel, 1994). Závisí na identifikaci mikroorganismů, kdy se nejprve DNA izoluje přímo z analyzovaného vzorku. K detekci stačí malé množství nukleové kyseliny, které slouží jako templát (kopie) pro PCR (Gaudin, 2009). Princip je založen na syntetizaci jednoho řetězcem druhým řetězcem (Demnerová et al., 2016). Do směsi jsou přidány části řetězce nukleových kyselin, aby se rozšířily úseky DNA pro konkrétní mikroorganismus.

Po PCR reakci následuje elektroforéza v agarózovém nebo akrylamidovém gelu. Část DNA příslušného mikroorganismu je v gelu detekován barvivem. Po obarvení následuje vizualizace gelu pod UV lampou nebo pod modrým LED světlem (Demnerová et al., 2016).

Proti falešným výsledkům je vhodné zařadit další analýzu produktu. Jako značky se používají enzymy, barviva, digoxigenin nebo biotin (Patel, 1994). Neznačené produkty mohou být detekovány pomocí sond.

PCR je velmi účinná a rychlá metoda, při níž se identifikují nejčastěji mikroorganismy v potravinách, zejména *Saccharomyces cerevisiae* a *Escherichia coli* (Patel, 1994).

Pro detekci přítomnosti a kvantifikaci vznikajících produktů v průběhu reakce se používá qPCR založené na analýze zaznamenaného signálu měřeného v průběhu reakce. Zapotřebí je fluorescenčních činidel v podobě specifických sond nebo nespecifických barviv (SYBR green I, ResoLight).

7.2.4 MALDI – TOF MS

Hmotnostní spektrometrie s laserovou absorpcí a ionizací (MALDI – TOF MS) je založena na separaci a detekci laserového pulzu, speciální matrice k ionizaci a odpaření analytu. MALDI-TOF MS je nejčastěji využívaná metoda ke stanovení zejména mikroorganismů rodu *Listeria*, *Campylobacter*, *Salmonella spp.* (Gaudin, 2009). Směs vzorku je podrobena ionizaci pomocí krátkých pulsů. Energie je spotřebována matricí, která chrání před laserem. Schopnost absorbance laserového záření a účinnost ionizovat vzorek jsou hlavními faktory, které ovlivňují volbu matrice (Julák, 1998). Využívají se slabé aromatické organické kyseliny např. deriváty kyseliny skořicové, benzoové, ethanolu nebo methanolu.

Principem identifikace je analýza jejich proteinového profilu. V závislosti na stavbě a složení buněčné stěny se používají dva způsoby přípravy vzorku. První způsob je nanesení neošetřené kultury na spodek ocelové desky. Tento způsob se používá jako univerzální metoda pro většinu bakterií. Druhý způsob je založen na extrakci proteinů, při které je extrakt (Demnerová et al., 2016). Metoda pomocí extrakce se nejvíce hodí k identifikaci kvasinek a plísní.

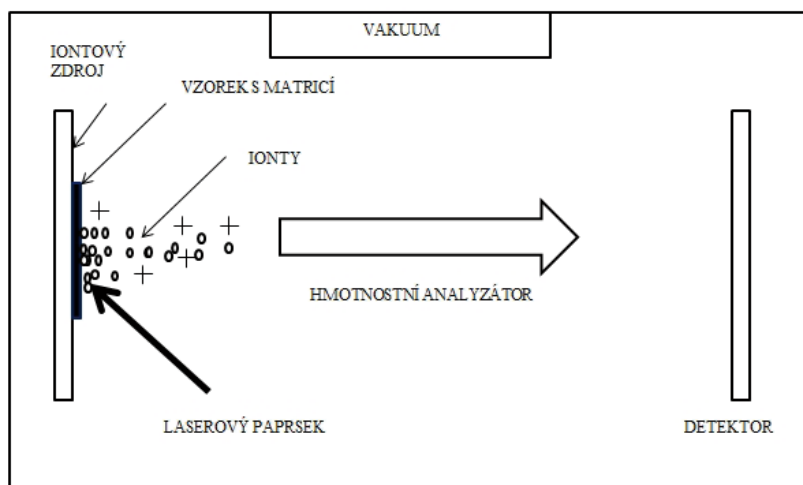
Pro stanovení se používá čerstvě narostlá kultura rostoucí za optimálních podmínek. Lepší spolehlivosti stanovení je docíleno pomocí proteinů o molekulové hmotnosti 2-20 kD (Demnerová et al., 2016).

V dnešní době existují databáze MALDI – TOF MS s požadovanými proteinovými profily.

Běžným postupem je srovnávání velikosti a intenzity proteinového profilu testovaného vzorku s proteinovými profily kmenů v databázi. První možnost je srovnávat navzájem proteinové profily s největší shodou. Druhou možností je srovnávat testovaný proteinový profil vůči limitovanému počtu vrcholů (superspektrum). Superspektrum je založeno na analýze proteinových profilů omezeného počtu referenčních kmenů specifických druhů. Shody nabývají číselných hodnot a to od 0 (žádná shoda) až 1000 (absolutní shoda). Shoda je následně převedena do dekadického logaritmu od 0 do 3, který se nazývá skóre podobnosti. Skóre podobnosti stanovuje spolehlivost získané identifikace (Julák, 1998). Čím vyšší hodnota skóre podobnosti, tím je identifikace spolehlivější.

Výhodou metody je rozsáhlá analýza velkého množství, rychle zpracované výsledky, jednoduchá příprava vzorků, jednoduchost provedení a velká citlivost. Mezi nevýhody se řadí vysoké cenové náklady a izolace mikroorganismu do formy čistých kultur.

Velkou komplikací může být identifikace některých druhů např. *E. coli* nebo rod *Shigella*. V případě kvasinek byly problémy vyřešeny přidávkou ethanolu nebo provedení extrakcí. Plísňe však metodou MALDI – TOF lze obtížně identifikovat, proto se používá technika MALDI Biotyper (Bruker, 2016). Je to mikrobiologická metoda, jejichž stanovení je založeno na základě proteomických otisků. Zapotřebí je pouze několik jednoduchých kroků pro vytvoření kvalitní a spolehlivé identifikaci mikroorganismů během několika minut. Plísňe se identifikují v tzv. knihovně MBT obsahující 180 druhů s 781 kmenů druhu *Mycobacterium* (Bruker, 2016). V posledních letech se metoda MALDI-TOF stala velmi úspěšnou a často používanou metodou při identifikaci bakterií, proto se stává často běžným vybavením laboratoří. Spolehlivost se pohybuje kolem 92 % (Julák, 1998).



Obrázek 3 - MALDI-TOF MS (převzato: Komínková, 2014)

8 Značení vajec

Každé vejce musí být řádně označeno. K tomu slouží kód vytisknutý na straně vejce. V Evropské Unii platí povinnost označování vajec typem chovu, zemí původu a registračním číslem hospodářství. Kódy jsou také označovány na obalech. Označování neplatí pro chovatele malých chovů do 50 nosnic. U vajec starých 9 dní, musí být na obale označena skupina A – čerstvá (Verhoef et al., 2015). Dále pak minimální trvanlivost, údaje o podmínkách skladování, způsobu chovu nosnic. Doba minimální trvanlivosti u třídy A je 28 dní. Všechny vejce se musí skladovat při teplotách mezi 5–18 °C.



Obrázek 4 - Označení vajec (převzato: ceskavejce.cz/znaceni-vajec)

1. První číslice označuje způsob chovu nosnic: (Pehle, 2008)
 - 1 – vejce nosnic ve volném výběhu
 - 2 – vejce nosnic v halách
 - 3 – vejce nosnic v klecích
 - 0 – vejce nosnic chovaných v souladu s požadavky ekologického zemědělství (BIO)
2. Další dvě písmena značí kód stát, ze kterého vejce pochází:

Tabulka 5 - Registrační kódy států

AT Rakousko	EE Estonsko	IE Irsko	PL Polsko
BE Belgie	ES Španělsko	IT Itálie	PT Portugalsko
BG Bulharsko	FI Finsko	LT Litva	RO Rumunsko
CY Kypr	FR Francie	LU Lucembursko	SE Švédsko
CZ Česká republika	GR Řecko	LV Lotyšsko	SI Slovinsko
DE Německo	HU Maďarsko	MT Malta	SK Slovensko
DK Dánsko	HR Chorvatsko	NL Nizozemsko	UK Spojené království

(převzato ceskavejce.cz/znaceni-vajec)

3. Poslední 4 čísla je registrační číslo hospodářství.

9 Sledované ukazatele vajec

9.1 Čerstvost a kvalita

Každý spotřebitel vyžaduje, aby vejce měla vysokou nutriční hodnotu, charakteristické smyslové znaky a byla zdravotně nezávadná. Velký vliv může mít i stáří vajec a skladování. U čerstvosti vajec je nutné rozlišovat biologickou a obchodní čerstvost.

Biologická čerstvost je charakterizována schopností vývoje zárodku ve vejci. Za příznivých podmínek mohou být uchována několik dní.

Obchodní čerstvost vyjadřuje vhodnost vejce pro použití na potravinářské účely. Od snesení probíhají ve vejci nezvratné změny, které snižují jeho biologickou hodnotu, což znemožňuje jeho přesnou stanovitelnost. Ve snaze přiblížit se Evropské unii byla v naší legislativě stanovena minimální trvanlivost konzumních skořápkových slepičích vajec 28 dní ode dne třídění za předpokladu skladování při teplotách 5 až 18 °C, což představuje obchodní čerstvost 28 až 32 dní (Kadlec et al., 2002). V EU se stanovuje minimální trvanlivost od data snášky tzn. obchodní čerstvost je max. 28 dní (Hálková et al., 2000).

9.2 Změny při stárnutí

Důležitý je úbytek hmotnosti, který se projevuje odpařením vody z vejce po jeho snesení. Rychlost odpařování závisí na relativní vlhkosti prostředí a teplotě. Vliv může mít velikost vejce, propustnost skořápky a množství pórů.

Mezi bílkem a žloutkem je u čerstvého vejce na obou stranách žloutkové membrány rozdílný osmotický tlak. V průběhu stárnutí se tlak vyrovnává. Díky rozpadu struktury hustého bílku, bílek řídne a klesá v něm obsah vody a roste obsah sušiny. Ve žloutku je to naopak. Může dojít i k prasknutí membrány, pokud je sušina ve žloutku nižší než 46 % (Kadlec et al., 2002).

Následkem úbytku vody se během stárnutí zvětšuje vzduchová bublina. Výška vzduchové bubliny je důležité kritérium při třídění vajec do jakostních tříd. V souvislosti se zvětšováním bubliny se snižuje měrná hmotnost vejce. Z tohoto jevu vychází i nejjednodušší metoda posuzování stáří vajec tzv. hydrometrická metoda. Metoda závisí na tom, zda-li čerstvé vejce v nádobě s vodou klesne ke dnu.

Vedle úbytku vody se z vejce uvolňuje i oxid uhličitý, který zvyšuje pH bílku a způsobuje změny ve struktuře hustého bílku. Tyto změny jsou charakterizovány tzv. indexem bílku I_b , který je dán poměrem výšky hustého bílku ku jeho průměrné šířce. Během stárnutí se bílek ztenčuje.

Při hodnocení vajec se používají Haughovy jednotky. Jednotky vychází z výšky hustého bílku a hmotnosti vejce (Šilhánová, 1997). Tato hodnota postupem času klesá.

Podobně jako u bílku je i u žloutku tzv. Index žloutku I_z . Ten je dán poměrem výšky žloutku k jeho šířce (Kadlec et al. 2002). Během stárnutí tyto hodnoty klesají. Mění se i vzhled skořápky, na které se díky vlhkosti vytvářejí skvrny. Může docházet i k chemickým změnám. Nejvýznamnější znak stárnutí je tvorba organických kyselin.

Pro spotřebitele je nejdůležitější ukazatel chuťová změna vejce. Čerstvé vejce má charakteristickou chuť a vůni, které se během stárnutí mění vlivem tvořících se metabolitů.

9.3 Vady vajec

Vady se zjišťují při třídění vizuálně nebo prosvěcováním. Vizuálně se vejce posuzují podle zjevných vnějších znaků, prosvěcováním podle vnitřních znaků.

Mezi vnější vady patří špinavost skořápky nebo její porušenost. Za viditelné vady se pokládají viditelné prasklinky, abnormální struktura, tvar, velikost nebo vysoká poréznost. Vejce s porušenou skořápkou se nesmí používat k potravinářským účelům. Vejce s deformacemi skořápky se mohou používat na výrobu vaječných hmot (Hálková et al., 2000).

Vnitřní vady se rozdělují do 3 skupin – mechanické, biologické a mikrobiologické. Drobné praskliny a trhliny ve skořápce, které nejsou viditelné se řadí do skupiny mechanických vad. Ty jsou viditelné až při prosvěcování. Tato vejce je možno používat pro výrobu vaječných hmot. Do mechanických vad patří i vzduchová bublina, která se vytvoří při potření podskořápkové blány.

Skupinou biologické vady se rozumějí vady, k nimž došlo při tvorbě vejce. Příkladem biologické vady může být prasknutí folikuly mimo stigm, při čemž vzniká krvavá skvrna. V bílku se mohou nacházet i cizí tělíska, např. kamínky, sláma, peří. S těmito vadami je vejce nepoživatelné a mohou se zpracovat pouze na technické účely. (Kadlec et al., 2002). Mezi tyto vady patří i specifické složení žloutku, např. vejce bez žloutku nebo naopak se 2 žloutky či vejce bez skořápky.

Mezi nejzákladnější vady patří vady mikrobiální. Tyto vady nelze objevit prosvěcováním. Mění se vzhled bílku (řídne, kalí se) a žloutku (zplošťuje se). V rané fázi se může objevit plíseň, v pokročilém stádiu pak může dojít až k rozkladu vaječné hmoty tzv. hnilobě. Vejce kontaminované plísní nebo hnilobou musí být zlikvidována.

10 Nakládání s vejci

10.1 Čištění

Skořápka může být po snesení znečištěná trusem, podestýlkou, krví, vaječným obsahem atd. Rozsah znečištění závisí na podmínkách snášky. Používají se dva způsoby čištění – čištění za sucha a za mokra. Přirozeně čistá vejce si uchovávají své kvalitativní znaky (čerstvost) o 8 až 10 dní déle (Immerseel et al., 2011). Čistá vejce se nesmí používat ke skladování a ke konzervaci.

Při čištění za sucha se nečistoty z povrchu vejce odstraňují mechanicky pomocí různých kartáčů, prášků a brusných materiálů. Nevýhodou je ztenčení a poškození skořápky, odstranění kutikuly a u vajec s tmavou skořápkou zůstává patrné poškrábání.

Více používaný způsob je mytí vajec. Mycí prostředky obsahují detergenty, které mají desinfekční účinky. Prostředky určené k desinfekci by se měly měnit z důvodu rezistence mikroorganismů. Mycí systémy pracují na různých principech. Nejstarší a nejméně vhodný je máčení vajec (Whiley, 2015). Při tomto způsobu se v lázni koncentrují nečistoty a mikroorganismy, které mohou proniknout do vajec. Nejvhodnějším a nejlepším způsobem je sprchování. Vejce je osprchováno desinfekčními a detergentními prostředky. Proces končí oplachem a usušením teplým vzduchem. Zásadou je teplota mycího a oplachovacího roztoku, která musí být minimálně o 11 °C vyšší než teplota vajec (Leteu et al., 2011). Mycí prostředky musí být bez vůně.

10.1.1 Mikrobiologická rizika při mytí/sušení vajec

Mikrobiologická rizika při mytí vajec byla popisována už před několika desítkami let po celé Evropě. Podle předpisů a norem se všechna vejce musí před balením pečlivě umýt a usušit. Technika mytí se používá v průmyslu v USA, Kanadě a Austrálii (Whiley, 2015). Představuje alternativní způsob dekontaminace skořápky a snižuje mikrobiální účinky. Nejčastěji se používá voda o alkalickém pH, čistící prostředek a teplá voda. Vysoká koncentrace čistícího prostředku může vejce zničit. V ideálním případě by se vejce měla umýt do 48 hodin po snesení. Vejce jsou opláchnuta a vydezinfikována. Mokrá vejce jsou více náchylná k znehodnocení a kontaminaci (Immerseel et al., 2011). Nejvíce běžnou kontaminací je kontaminace salmonelou, kterou však lze redukovat mytím tryskou pod přísnou kontrolou teploty vody. *Salmonella* Enteritidis a *Salmonella* Typhimurium může přes skořápku vniknout i za menšího poklesu teploty vody (Leteu et al., 2011). Ke snížení počtu salmonel se vejce omývá alkalickým hydroxidem draselným a ošetří chlórovým stabilizátorem. Důsledek je prodloužení doby trvanlivosti a zpomalení růstu patogenů na skořápkách (Immerseel et al., 2011). Ovlivňovat růst

a přežití salmonely může i pH vody. Je prokázáno, že mycí voda s pH 9 je méně účinná než s pH 11. Optimální teplota vody se pohybuje kolem 40 °C obsahující chlor 100-200 ppm a méně než 2 ppm obsahu železa (Immerseel et al., 2011).

Voda nad 49 °C může zvýšit i teplotu uvnitř vajíčka a tím způsobit růst mikroorganismů zůstávajících uvnitř. Studie ukázaly v tomto případě až na 39 % zvýšení výskytu bakterií (Immerseel et al., 2011). Hlavní proces mytí probíhá ošetřením vajíček štětcem otáčejícím se na dopravníku. Následně vejce musí být důkladně osušeno, aby nevznikaly plísně. Vejce tráví v sušičce 10-20 vteřin. Mytí i sušení se průběžně kontroluje a musí být začleněno do celkové dokumentované analýzy rizik.

V Marylandu provedli vědci pomocí tampónů stěry ze skořápky. Výsledky značily přítomnost rodu *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Serratia*. Po promytí byla přítomnost *Lactobacillus* snížena o 67 % (Immerseel et al., 2011).

Jedním ze způsobu je i praní vajec, které je v současné době v Evropské Unii zakázáno. Praní může poškodit kůžičku. Vejce od starších nosnic mají kůžičku chudší, která může být po praní ještě více ztenčena a představuje tak větší riziko kontaminace a proniknutí bakterií do vejce (Whiley, 2015).

K velice účinným metodám sušení patří i pasterizace horkým vzduchem. Proti *Salmonella enteritidis* je nejúčinnější zahřátí na 57 °C. Pasterizace horkým vzduchem nebo mikrovlnami představuje nejčastěji vyhodnocované metody pro mikrobiální buňky (Kadlec et al., 2002).

Speciální metoda pomocí tlakových sprejů snižuje odolnost pokožky proti příjmu vody. Pokožka chrání vejce proti dehydrataci a poskytuje přirozenou ochranu (Kadlec et al., 2002). V důsledku tohoto poškození ztrácí vlhkost a vzniká větší pravděpodobnost kontaminace bakteriemi.

10.2 Třídění a balení

Čerstvá vejce se pomocí třídění dostávají na přímý prodej. Třídění se provádí pomocí třídících strojů. Kapacita vajec se pohybuje kolem 600 vajec za hodinu pro malochovy a pro velkochovy až 1500 vajec za hodinu. Vejce z přepravních obalů se vykládají na pás, kde se provádí třídění a vyřazují se vejce s vnějšími vadami (Kadlec et al., 2002). Vejce s vnitřními vadami se vyřazují ručně nebo elektronicky fotosensorem. Následně se vejce rozřazují do 4 hmotnostních skupin. Jejich značení se provádí na skořápku. V tabulce níže jsou popsány hmotnostní skupiny.

Tabulka 6 - Hmotnostní skupiny vajec

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

(převzato: ceskevejce.cz/znaceni-vajec):

Poslední část třídičky je balení. Vejce se balí do proložek po 30 kusech nebo do krabiček po 6, 10 nebo 12 kusech. Obaly jsou vyrobeny nejčastěji z tvrzené papírové hmoty, které jsou určeny k jednorázovému použití. Obaly musí být suché a čisté. Za velkospotřebitelská balení se považují kontejnery nebo palety, do kterých se vkládají vejce v proložkách a zajišťují tím ochranu proti rozbití během transportu.

Celý proces třídění a balení je řízen počítačem, který zároveň provádí evidenci celého procesu tzn. počet vyřazených vajec, počet zabalených vajec. Spotřebitelský obal musí obsahovat údaje jako název výrobku, jméno nebo firmu, jakostní třídu, hmotnostní skupinu, počet kusů, datum minimální trvanlivosti a upozornění pro spotřebitele.

Při třídění se vyřadí vejce, která nejsou vhodná k uvádění na trh jako konzumní skořápková vejce, ale lze je zpracovat na vaječné hmoty (Kadlec et al., 2002). Jsou to zejména vejce abnormálních velikostí, tvarů a vejce s mírně porušenou a deformovanou skořápkou.

Tříděná a zabalená vejce se před distribucí do tržní sítě nebo před dalším zpracováním skladují v čistých skladech při teplotě 5-18 °C a relativní vlhkosti kolem 70 % (Immerseel et al., 2011). Vejce nesmí být vystaveno přímým slunečním paprskům.



Obrázek 5 - Krabička na 6 vajec (převzato: nasevejce.cz/o-vejci/obaly-na-vejce)

11 Průmyslové zpracování vajec

Vejce se potravinou stávají v okamžiku, kdy jsou zpracována. Základní podmínkou vysoké jakosti vajec je péče o vejce ihned po snesení. Záleží především na dodržení hygieny a správné výrobní praxe jak v chovech nosnic, tak i při všech dalších manipulacích. K zabezpečení jakosti a zdravotní nezávadnosti přispívají opatření jako okamžité vyřazení silně znečištěných a rozbitých vajec, skladování vajec ve vhodných skladech za vhodných podmínek, nejkratší prodlevy, dodržení technologických postupů, veterinární dozor a mikrobiologická kontrola. Současná legislativa klade velký důraz na zabezpečení zdravotní nezávadnosti potravin. Pro vejce, jakožto potenciální původce salmonelóz, je toto opatření obzvláště důležité. Principem je stanovení daných míst, kde dochází k minimalizaci nebo zcela eliminaci zdravotního rizika. Tato místa se nazývají kritické kontrolní body (Kadlec et al., 2002). Ty se průběžně monitorují a stanoví se veličiny, které lze měřit. Naměřené hodnoty se dlouhodobě zaznamenávají a slouží k vyhodnocení výrobního procesu. V případě tohoto zpracování kontrolními body jsou vejce prosvěcována, kontroluje se jejich teplota a vlhkost při skladování, pasterační teploty a doby, teploty při mražení, zbytková vlhkost při sušení a manipulace s finálními produkty. Každý výrobce si musí podle svých podmínek a způsobu výroby provést vlastní analýzu.

11.1 Chlazení a konzervování vajec

Vejce se skladují v prostorách se sníženou teplotou (okolo 0,5 °C), s přiměřenou vlhkostí ze vzduchu 75 až 80 % a vhodným větráním (Kadlec et al., 2002). Při skládání je zejména nutné zabránit větším teplotním výkyvům, při kterých vzniká na skořápce orosení, které výrazně snižuje trvanlivost vajec. Sezonní nedostatek vajec se řeší jejich konzervováním v roztocích nebo chlazením. V průmyslovém měřítku se konzervují pasterací nebo olejem. Prodloužení doby spotřeby vajec se docílí pomocí chlazením nebo různými způsoby konzervace.

11.2 Chladírenská vejce

Chladírenská vejce jsou ta, která jsou skladována při teplotách nižších než 5 °C. Rozmnožování mikroorganismů a pomalejší stárnutí vajec může být docíleno pomocí nízkých teplot. Teploty v chladírnách nesmí kolísat a pohybují se pod bodem mrazu. Při teplotě kolem -2 °C začíná mrznout vaječný obsah. Relativní vlhkost vzduchu je významným faktorem při chladírenském skladování. Její hodnota je zvolena tak, aby se dosáhlo co nejmenších hmotnostních ztrát způsobené odpařováním vody. Zvýšená hodnota relativní vlhkosti umožňuje rozvoj plísní. K potlačení plísní se používá ozonizace chladírny. K chladírenskému skladování musí být vejce

čerstvá s nepoškozenou skořápkou. V chladírnách lze skladovat vejce až 9 měsíců. Sklady se nejprve musí řádně očistit a vydezinfikovat. U některých chladíren se používají předchlazovací komory (Kadlec et al., 2002). Obaly musí být též čisté. Naskladňování probíhá tak, aby mezi vejci proudil vzduch. Při naskladňování je nutno zabránit prudkému teplotnímu šoku, který by vedl k orosení vajec. Teplota rosného bodu okolí musí být vyšší než teplota vajec.

11.3 Konzervace vajec

Nejčastější a nejznámější způsobem konzervace je olejování. Princip spočívá v zakrytí pórů olejovým filmem, který zabrání vypařování vody a úniku oxidu uhličitého. Pokud je omezen únik oxidu uhličitého, zpomalí se i změny pH bílku a tím si vejce uchová dlouho znaky čerstvosti. Olejování se provádí za studena nebo za tepla. Lze použít stabilní oleje, které nepodléhají oxidaci. Nevhodné oleje jsou rostlinné oleje, neboť způsobují pach vajec. Za studena se vejce olejují při teplotách 25-40 °C, za tepla při 80-85 °C (Kadlec et al., 2002). Při procesu za tepla dochází k mikrobiální dekontaminaci skořápky. Podmínka je, že teplota oleje musí mít vždy vyšší teplotu než teplota vajec. Pokud není podmínka splněna, olej se následně nasává do vaječného obsahu. Vejce konzervovaná olejem lze skladovat při chladírenských i běžných teplotách.

Druhým způsobem konzervování vajec je skladování v upravené atmosféře. Nejčastěji se používá atmosféra se zvýšeným obsahem oxidu uhličitého, která vede k udržení nízkého pH bílku a potlačení strukturálních změn (Kadlec et al., 2002). Na obdobném principu je založena i termostabilizace vajec. Při ní se ukládají vejce do horké vodní lázně. Efekt je při tomto způsobu stejný jako při olejování.

11.4 Pasterace

Pasterace je proces, při němž se celkové počty mikroorganismů snižují a inaktivují se enzymy. Zlepšuje se tím údržnost vaječných hmot a zvýší se zdravotní nezávadnost. Podmínky pasterace jsou omezené, aby se docílilo usmrcení největšího počtu patogenních mikroorganismů zejména salmonel. K dostatečné likvidaci přítomných vegetativních forem mikroorganismů se považuje kombinace teploty 61 °C po dobu 4 minut. Účinnost závisí i na pH, počáteční kontaminace, stáří bakteriálních buněk, obsahu volné vody v prostředí. Rozeznáváme 2 druhy pasterace – stacionární a průtokovou.

Stacionární pasterace se provádí v nádobkách nebo v obalu zahříváním ve vodní lázni (Kadlec et al., 2002). Přenos tepla se zajišťuje mícháním. Pasterační teplota musí být dosažena v celém objemu. Po dodržení teplotní výdrže se provádí chlazení vodou.

Průtoková pasterace je šetrnější, spolehlivější a má mnohem větší uplatnění. Potřebná doba je přibližně 3 minuty. Provádí se v trubkových nebo deskových pasterech. Zapotřebí je i chladicího média. Režimy pasterizace závisí na druhu, vlastnostech a technických parametrech vaječné hmoty.

Lepších výsledků se dosahuje při pasteraci čerstvých vajec, kdy je kontaminace nejnižší (Kadlec et al., 2002). Účinnost se podle podmínek pasterace a kontaminace pohybuje mezi 95-99 %.

Pasterované vaječné hmoty se mohou dodávat v kapalně formě nebo se mohou konzervovat mražením popř. sušením. Balí se do čistých zdravotně nezávadných obalů. Údržnost závisící na podmínkách a účinnosti pasterace, čistotě obalů, se pohybuje kolem 10 dní. Během skladování a přepravy nesmí teplota stoupnout nad 4 °C (Kadlec et al. 2002).

Alternativou může být pasterizace v pulzivním elektrickém poli, pasterace vysokým hydrostatickým tlakem, pasterace ozařováním, pasterace vajec vysokofrekvenčním i nízkofrekvenčním ohřevem, při kterých se využívá přeměny elektrické energie na teplo. Za speciální pasteraci se považuje ohřev sušených vaječných hmot.

11.5 Zmrazování

Pomocí zmrazování se prodlužuje údržnost vaječných hmot. Mikroorganismům se odnímá volná voda, kterou potřebují pro jejich život a množení. Zmrazování se musí provádět rychle. Je potřeba zabránit růstu velkých krystalů, které mohou potřhat strukturu tkání a poškodit vlastnosti vaječné hmoty. Tento jev nastává při pomalém zmrazování nebo při kolísání teploty během skladování. Při -5 °C se většina volné vody vymrazí a při teplotě kolem -18 °C bývá zmrazeno 88-93 % vody (Kadlec et al., 2002). Při zmrazování žloutku je kritická teplota - 6°C. Ta musí být rychle překonána, protože by mohlo dojít k tzv. gelovatění žloutku. Gelovatění je nevratný proces, kdy žloutek se po rozmrznutí už nezkapalní. Proti gelovatění se používá přídavek směsi glukózy a fruktózy.

Zmrazování se provádí v obalech nebo v kartonech vyložených plastovými pytli. Hmota se rozmrazuje v mrazících tunelech proudem studeného vzduchu. Žloutek a melanž mrznou pomaleji na rozdíl od bílku.

Zmrazené hmoty se skladují a přepravují při stálé konstantní teplotě a lze je skladovat až 1 rok. Pomocí zmrazování se redukuje počet mikroorganismů ve vaječné hmotě, ale některé sporotvorné mikroorganismy přežívají ve zmrazených výrobcích v latentním stavu a po rozmrazení obnovují své životní funkce. Před mrazením musí vždy vaječná hmota projít pasterizací.

11.6 Rozmrazování

Rozmrazování je, stejně jako zmrazování, důležitý proces, při kterém se musí dodržovat správný postup. Vaječná hmota se pokládá rozmrazená při -1 °C. Rozmrazovat je třeba co nejrychleji, aby nedocházelo k teplotnímu šoku. Na rozmrazování se používají nižší teploty a proudící studená voda, protože při vyšších teplotách probíhá rozmrazování nerovnoměrně.

Význam mražených hmot postupem let klesá. Hlavními důvody jsou vysoké energetické náklady na zmrazování a skladování. Hmota se nesmí opakovaně zmrazovat.

11.7 Sušení

Před sušením je zapotřebí dané vejce upravit. Nejčastější úprava před sušením je zahušťování. Používá se nejčastěji u bílku, kdy se sušina zvyšuje na dvojnásobek (Heldman, 2003). Sušina vaječného žloutku je dostatečně vysoká. Zahušťování se provádí na vakuových odparkách případně ultrafiltrací nebo reverzní osmózou.

Pro minimalizaci negativních výsledků po sušení se přidávají aditiva. Aditiva zlepšují funkční vlastnosti sušených vaječných hmot. K prodloužení údržnosti a zlepšení vlastností sušených hmot se používají antioxidanty. Emulgační vlastnosti žloutku se zlepšují po přidavku emulgátorů. Emulgátory brání odpaření vody a usnadňují tím rychlejší rozpouštění. K bílku se přidávají stabilizátory pěny, které zabezpečují stejnorodost a kompenzují negativní změny vzniklé při sušení. Proti chemickým změnám a zpomalení organoleptických vlastností se používá okyselení kyselinou mléčnou, citronovou nebo chlorovodíkovou (Heldman, 2003).

Při samotném sušení se odpařuje voda, která znemožňuje růst mikroorganismů a zpomaluje průběh chemických reakcí. Sušené vaječné hmoty představují nejvýznamnější formy pro výroby z vajec. Jejich výhodou je malý objem, nízké náklady na skladování a přepravu, pohotovost. Sušení zlepšuje funkční vlastnosti (Kadlec et al., 2002). Konzervovat sušením se může bílek, žloutek i melanž.

Sušení probíhá v komorových nebo v rozprašovacích sušárnách. Bílek se suší převážně v komorových sušárnách. Proces sušení trvá 36–44 hodin při teplotě kolem 45 °C. Sušením

vzniká krystalický bílek, který má jantarově žlutou barvu. Používá se pro speciální účely např. výrobu pěnových cukrovinek. Používají se dva druhy sušení – souprroudé nebo protiproudé. V dnešní době není výjimkou ani sušení sprejové. Tento proces se zakládá na rozptýlení vaječné hmoty na drobné kapky, které se mísí se zahřátým suchým vzduchem. Intenzita odpařování vody závisí na rychlosti, směru pohybu kapky, vlhkosti vzduchu a složení sušeného produktu. Vstupující teplota vzduchu se volí podle sušeného materiálu. U bílku se teplota pohybuje v rozmezí 110–165 °C, u žloutku 165 °C a melanže 185 °C (Heldman, 2003). Sušárny musí být konstruovány tak, aby se teplota vzduchu během sušení snižovala, neboť zejména na začátku sušení dochází k odpařování volné vody. Speciálním a zároveň šetrným způsobem sušení je sušení sublimační. Sušení je pouze konzervační metodou, což znamená, že přítomné mikroorganismy mohou sušení přežít. Hmoty se suší na zbytkovou vlhkost 7-8 % u bílku, 3,5-5 % u žloutku a 4-5 % u melanže (Kadlec et al., 2002). Sušené vaječné hmoty se balí do plechovek nebo do vrstvených plastových pytlů. Obal brání proniknutí vzduchu a vlhkosti. Na skladování jsou stanoveny minimální nároky. Skladovací prostory musí být čisté, suché, bez plísní a bez zápachů. Teplota by se měla pohybovat kolem 15 °C. Trvanlivost sušených výrobků je neomezená a mohou se uchovávat buď v suché formě nebo se rehydratují.

11.8 Výrobky z vajec

Vejsce se používají při výrobě mnoha pokrmů. Mezi nejznámější patří majonézy a majonézové omáčky. Majonéza je definována jako studená omáčka složená z oleje, vody, octa a ochucovadla (koření). Emulgátorem je vaječný žloutek. Na tvorbě emulze se nejvíce podílejí fosfolipidy, které jsou v komplexu s proteiny ve žloutku (Simeonovová et al., 1999). Stabilita emulze je ovlivněna typem použitého výrobků a hodnotou pH, která by měla být do 4,1.

Mezi vaječné výrobky se řadí i sušené homogenizované směsi, jejich základem je piškot, vaječné konzervy.

Vařená, loupaná, konzervovaná vejce se vyrábějí uvařením, oloupáním a naložením do konzervačního nálevu. Dobu životnosti mají přibližně 1 měsíc a jsou používány především jako polotovar (Simeonovová et al., 1999). Tzv. „dlouhá vejce“ vznikají uvařením současně bílku i žloutku ve 2 soustředných válcích.

V posledních řadě let je největší poptávka po melanži. Melanž je název pro celý vaječný obsah. Získává se odstraněním skořápky – výtlukem. Výtluk může být buď ruční nebo strojový. Ruční vytloukání se provádí více na malých farmách, strojové vytloukání naopak na farmách velkých. Stroj se skládá z pásu, na který se ručně nebo strojově naskládají vejce. Následuje myčka,

vytloukáací část, kde je vejce uchopeno mezi čelisti a příčně rozklepnuto. Obsah stéká do podložních misek, které se pohybují na kruhovém nebo pásovém dopravníku a překlápí do sběrných žlabů. Skořápky se odstraňují. Během výtluhu se musí kontrolovat obsah každé misky a vyřazují se vadné vaječné obsahy. Prostory musí splňovat přísné hygienické podmínky. Na výtluh se používají vejce všech druhů i skupin s výjimkou vajec, které nevyhovují zdravotní nezávadnosti.

Velký význam z hlediska výtěžnosti má velikost a stáří vajec. Mezi malými a velkými vejci jsou rozdíly v zastoupení bílku, žloutku a skořápce. Ve velkých vejcích je obsah melanže nižší než u vajec malých a u starých vajec je naopak vyšší. Podmínka při oddělování bílku a žloutku je, aby nebyl bílek kontaminován žloutkem (Kadlec et al., 2002). Malé množství bílku zůstává na skořápce, což znamená menší výtěžnost. Po výtluhu následuje filtrace, při které se odstraňují úlomky skořápek, blány. Odstřeďování lze nahradit filtrací. Hmotu po filtraci popřípadě odstřeďování, je třeba spojit, aby se docílilo stejnorodosti produktu a snížení viskozity. Takto zpracovaná vaječná hmota se při teplotě 4 °C může skladovat až 48 hodin.

11.9 Zpracování vajec na technické účely

Některá vejce, která nelze použít pro výrobu pokrmů, se stávají surovinou určené na zpracování na technické účely. Technické žloutky se vyrábějí oddělením žloutků jejich konzervaci pomocí solí. Používají se nejčastěji slepičí vejce, která vykazují mechanické nebo biologické vady, ale neprojevuje se u nich známky mikrobiální kontaminace. Žloutky jsou nejvíce používány v kosmetice a pro biotechnologické účely. Do III. třídy technických žloutků řadíme vaječnou melanž získanou vytlučením zejména ze starých vajec (Kadlec et al., 2002). Používají se v kožedělném průmyslu na změkčování kůží.

Oddělením bílku z vyřazených vajec a jeho konzervací se vyrábí technický bílek. Do technického bílku se přidává i bílek zůstávající na skořápkách. Využití mají zejména při barvení textilu a kůží, při výrobě lepidel a tmelů.

Skořápky jsou bohatý zdroj vápníku a minerálních látek, tudíž se mohou používat při krmení hospodářské drůbeže.

12 Plemena slepic

Plemena byla vyšlechtěna k různým účelům. V dnešní době existuje několik kritérií podle kterých lze plemena dělit. Některé publikace ukazují na existenci na 50ti plemen v různých barevných variantách. Plemena se dělí do dvou základních skupin – plemena podle stupně prošlechtění a plemena podle užitkovosti. Plemena podle stupně prošlechtění následně na primitivní, přechodná (zušlechtěná), kulturní (ušlechtilá) a plemena podle užitkovosti na nosná plemena, masná, plemena s kombinovanou užitkovostí, bojová plemena a okrasná plemena (Tuláček, 2002).

12.1 Nosná plemena (lehká)

Nosná plemena vznikla ve státech okolo Středozemního moře. Patří sem plemena slepic chovaných pro dobrou snášku vajec. Hmotnost kohouta se pohybuje kolem 2,5 kg, hmotnost slepice kolem 2 kg. Díky své malé hmotnosti dobře létají. Trup mají ve tvaru obdélníku. Charakteristické jsou pro ně bílé náušnice, žluté zobáky a běháky. Jejich kladné vlastnosti jsou v temperamentnosti, aktivitě hledat si potravu a v pilné hrabavosti (Havlín, 1991). První vejce kladou už po 150 dnech. Slepice, díky své menší hmotnosti, lépe létají. Typickými druhy nosných plemen jsou: Leghornky, Vlašky, Minorkey, Hamburčanky, Plymutky, Australky, Velsunky, Vyandotky a České zlaté kropenky (Tuláček, 2002).

12.2 Masná plemena (těžká)

Plemena chovaná na maso. Jejich společný znak je větší hmotnost než u nosných plemen. Cílem jejich šlechtění bylo rychlé a kvalitní přírůstky a následnému zpracování na maso. Jedná se většinou o klidná zvířata. U tohoto plemena se musí dodržovat zvýšená pozornost ohledně krmiva. Hlava bývá menší s červenými ušnicemi. Jejich snáška je menší než u nosných plemen. Dospívají ve 180 dnech (Stern et al., 2013). U některých plemen není výjimkou větší kvokavost. Zástupci masných plemen nedokáží dobře létat. Mezi tyto plemena patří Brahmánka, Dorkinky, Bredy, Kočinka, Sasexsky nebo Orpingtonky (Verhoef et al., 2003).

12.3 Plemena s kombinovanou užitkovostí (středně těžká)

Plemena tzv. dvojího druhu. Jsou chovaná na produkci vajec i na maso. Jejich kladná vlastnost je v klidnější povaze a mají menší snahu létat. Snadno je lze ochočit. Často mívají zbarvené peří. Do této skupiny se řadí Amroksky, Barneveldky, Hempšírky, Laflešky, Faverolky, Rodajlenky (Verhoef et al., 2003).

12.4 Bojovná plemena

Tato plemena byla vyšlechtěna za účelem zvýšit bojovné schopnosti pro vzájemné zápasy. U těchto plemen se nehodnotí jejich snáška vajec nebo zbarvení, ale jejich povaha, postoj. Kohouti, určené k boji, musí být nejméně rok a půl staří. K charakteristickým vnějším znakům patří vyzývavé držení těla, vysoce posazená ramena, nízký hřeben, malé ušnice, silný a krátký zobák a nepřilíš husté opeření. Obdivovatelé oceňují hrdé držení těla a jiskru v oku (Pehle et al., 2008). Nejčastěji se chovají v asijských zemích. Patří sem Asilky, Bojovnice Šamo a Malajky (Verhoef et al., 2003).

12.5 Okrasná plemena

Okrasná plemena jsou směsice plemen, která se chovají pro jejich vzhled. Tato plemena mají charakteristické běháky, vousy nebo ocasní peří. Příkladem je plemeno Fénix, které je charakteristické dlouhými ocasními pery, která neustále dorůstají. Kohouti s nejkrásnějšími pery jsou chováni v Japonsku. Každý kohout má svou voliéru, ve které sedí nahoře na hřadu a ocas má spuštěný dolů k zemi. Délka a mohutnost pír vyžaduje krmiva s dostatečným množstvím bílkovin. V Evropě jsou nejčastěji k vidění kohouti s ocase „pouze“ 2-3 metry dlouhými (Pehle et al., 2008). Typickými zástupci jsou Holanďanky, Holokrčky, Paduánky, Brabantky, Sumatranky a Hedvábníčky (Verhoef et al., 2003).



Obrázek 6 - Hedvábníčka (převzato: hedvabnicky.cz)

13 Technologie chovu nosnic

V dnešní době existuje několik druhů technologií chovů nosnic. Nejznámějšími a nejčastějšími jsou chovy na hluboké podestýlce, v klecích a voliérový typ. Způsoby chovů mohou ovlivnit i dobu snášení vejce. Porovnáním všech způsobů chovů je nejvhodnější chov v alternativních systémech s vlastními hnízdy (Nys et al., 2011).

13.1 Chov nosnic na hluboké podestýlce

Chov na hluboké podestýlce se nejčastěji používá při výkrmu drůbeže. Výhodou tohoto způsobu chovu jsou nízké náklady na vybudování i údržbu. Jako haly se mohou využívat i starší objekty. Na hlubokou podestýlku se umísťují krmítka a rošty ve výšce 60-70 cm, napáječky a snášková hnízda (Vyhláška č.208/2004 Sb.). Při ručním sběru se snášková hnízda umísťují při okraji, při mechanizovaném ve středu haly. Jako podestýlka se používá suchý, neprašivý materiál nejčastěji hobliny z měkkého dřeva nebo piliny, které dobře přijímají vodu. Teplota podestýlky se pohybuje v rozmezí 18-26 °C. Podestýlka by měla v zimním období sloužit i k vyhřívání kurníku. Materiál je vrstven podle druhu podestýlky a stáří nosnic. Důležitá je výměna podestýlky. Při nepravidelné výměně podestýlky je třeba provést autoasanaci. Autoasanace je proces, kdy se podestýlka shrne na jednu hromadu, zvlhčí a ponechá 6-10 minut samovolně zahřát (Gumulka et al., 2016). Při samovolném zahřátí dosahuje teplota podestýlky kolem 70 °C a ničí se při ní vajíčka cizopasníků a patogenní zárodky. Po skončení zahřátí se podestýlka znovu rozvrství a přidá se na ni nová podestýlka. Kvůli velkému množství nosnic v těchto chovech vzniká u nosnic velká agresivita. K zabránění agresivity se preventivně používá proces tzv. kauterizace zobáku. Kauterizace spočívá v uštípnutí zobáku žhavým ostrým.

13.2 Chov nosnic v klecích

Pro chov nosnic v klecích se mohou používat různé druhy typů podlaží. Klece mohou být jednopodlažní až sedmipodlažní. Tato technologie pomocí klecí umožňuje úplnou automatizaci provozu a její výhodou je v nižší pravděpodobnosti kontaminaci vajec. V jedné kleci jsou nejčastěji chovány 3-4 nosnice. Za velkou výhodou se považuje i zamezení většího počtu slepic pohromadě, což snižuje riziko nebezpečí přenosu chorob a parazitů. Omezený pohyb nosnic v kleci snižuje spotřebu krmiva a zvýšení produkce vajec. Velké množství nosnic na jednom místě zatěžuje životní prostředí a omezuje potřeby drůbeže. Z těchto důvodů je od roku 2012 zakázáno používat původní klecovou technologii, která je nahrazována novými systémy. Do 31.12. 2011 byla v platnosti vyhláška 208/2004 Sb., O minimálních standardech pro ochranu

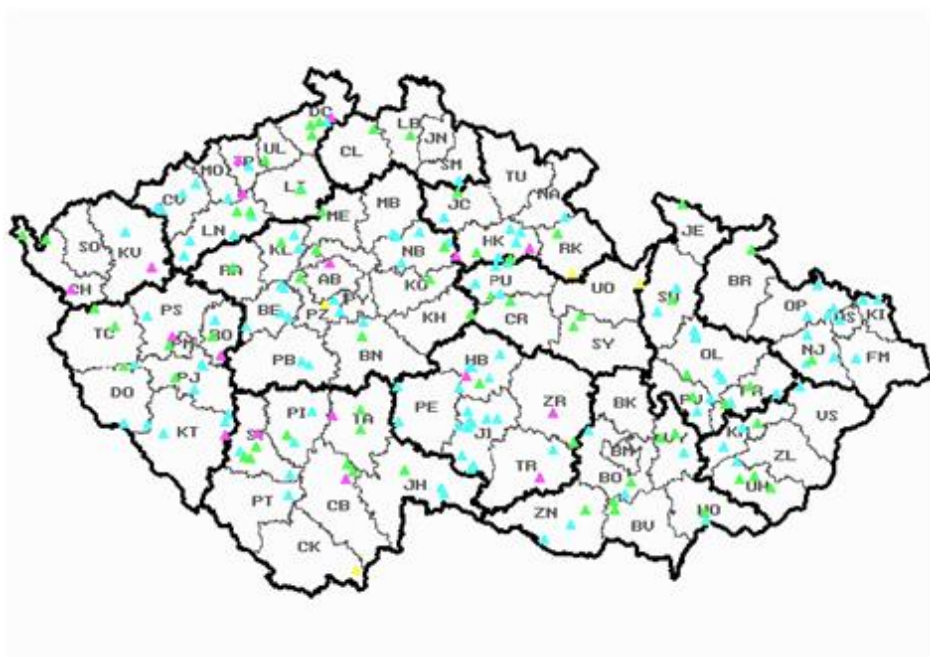
hospodářských zvířat v neobohacených klecových systémech. Nyní je v platném znění vyhláška č.208/2004 Sb., O minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat v obohacených klecových systémech (Vyhláška č.208/2004 Sb.). Tento systém musí splňovat následující podmínky. Nosnice musí mít nejméně 750 cm² prostoru v kleci na jednu nosnici. Z toho musí být 600 cm² využitelné plochy (Vyhláška č.464/2009 Sb.). Žádná klec nesmí mít celkovou plochu menší než 2000 cm². V kleci musí být hnízdo, stelivo pro klování a hrabání, vhodné žlábkové krmítko. Na jednu nosnici v kleci musí být minimálně 12 cm krmného prostoru. Každá klec musí mít napájecí systém v podobě kapátkových nebo kalíškových napáječek. Pro lepší zajištění kontroly, instalace a snížení počtu nosnic musí být ulička mezi klecemi 90 cm. Mezi podlahou a spodní řadou klecí musí být mezera 35 cm (Vyhláška č. 208/2004 Sb.). Klece jsou umístěny ve velkých halách s umělým osvětlením. Podlaha má určitý sklon. Nosnice snese vejce, které se „skutálí“ na dopravní pás. Tento způsob je ekonomicky nejvýhodnější.

13.3 Alternativní způsob chovu

Pro nové alternativní způsoby chovu drůbeže (voliérový typ, volný chov s certifikátem BIO) jsou stanoveny podmínky, které musí být dodrženy. Alternativní chovy jsou chovy mimo klec, kde mohou nosnice projevit své přirozené chování. Požadavky, které musí být splněny jsou na žlábková krmítka, která poskytují nejméně 10 cm délky krmiva pro jednu nosnici, popř. kruhové krmítko, poskytující krmivo 4 cm délky. V napájecím prostoru musí být žlábkové napáječky poskytující 2,5 cm délky na jednu nosnici. V místě napájecího zařízení by měly být minimálně dvě kalíškové napáječky na každou nosnici. Pro každých 7 slepic je zapotřebí jedno hnízdo. Podlaha musí být rekonstruována takovým způsobem, aby poskytovala oporu každému prstu a běhákům. Používají-li se systémy chovu, kde se nosnice mohou libovolně pohybovat mezi podlažími, v tom případě nesmí být postavena více jak 4 podlaží. Krmná a napájecí zařízení musí být dobře a dostupně rozmístěna pro všechny nosnice. Přístup do venkovních výběhů musí být několika otvory 35 cm vysokými a 40 cm širokými (Vyhláška č.208/2004 Sb.). Tento systém je náročnější na půdu, protože výběhy musí být vyhovující hustotě osazení. Přístřešky chrání nosnice před nepříznivými vlivy a predátory. Maximální hustota osazení nosnic je stanoveno na 9 nosnic na 1 m² využitelné plochy (Vyhláška č. 464/2009 Sb.). Slepice volně žijící jsou vystaveny více stresovým faktorům, což může způsobit tvorbu a množení bakterií na vejci (Halaj et al., 1998).

13.4 Domácí chov

Nosnice jsou chovány v domácím prostředí. Mají výběh a kurník, který je chrání před nepříznivým počasím a predátory. V kurníku je k dispozici bidélko (hřadová tyč), popeliště, trusné jámy a snáškové hnízdo pro kladení vajec. Popeliště slouží jako očištná „koupel“, kterou se slepice zbavují cizopasníků. Hřady slouží jako místo k odpočinku ve výšce 120 cm od podlahy. Tyče jsou za sebou ve vzdálenosti 35 cm. V kurníku může být i podestýlka z hoblin nebo listí. Korýtko slouží ke krmivu a vedle je zapotřebí napáječky nebo nádoby určenou pro vodu. Na 1m² je počítáno 3–5 slepic (Stern et al., 2013). Půdorys kurníku je nejlepší čtvercového nebo obdélníkového tvaru. Teplota by neměla přesáhnout 23 °C, je-li teplota vyšší je zapotřebí přítomnosti oken nebo otvorů, které zajistí proudění vzduchu. Vyšší teploty způsobují snížení hmotnosti vajec, pozdější snášky nebo i jejich zastavení. Vlhkost kurníku by se měla pohybovat mezi 60–75 %. Vysoká vlhkost může způsobovat kondenzaci vodní páry. Hrabaniště slouží k pobytu slepic v zimním období. Nejlepší materiál pro kurník je dřevo. Dovnitř může být použit polystyrén nebo sklená vata jako izolační materiál. Hloubka kurníku by měla být maximálně do 4 m (Šonka, 1997).



Obrázek 7 - Chovy nosnic podle technologie (převzato: Raková, 2008)

Zelená – chov nosnic v klecích, modrá – chov nosnic v halách na hluboké podestýlce, růžová – volný chov nosnic, žlutá - ekologický chov nosnic (Raková, 2008)

14 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá vejci jako surovinou pro výrobu potravin. Jsou zde uvedeny vlastnosti vejce, vývoj, způsoby kontaminace a mikrobiální stanovení. Následně jsou popsány podmínky pro čištění, třídění, balení, konzervaci vajec, technologické zpracování a výrobky.

Větší část práce je zaměřena na mikrobiální kontaminaci vajec a stanovení mikrobů biochemickými i imunochemickými metodami. Největší a nejčastější kontaminaci způsobují bakterie *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, kvasinky a plísně. Tyto bakterie a kvasinky mohou způsobovat hniloby, kažení vajec a následně pak ohrozit člověka na jeho zdraví. K jejich stanovení slouží imunochemické metody. Nejčastěji se používá metoda PCR, MALDI - TOF nebo ELISA.

Před uvedením vejce na trh musí splňovat základní podmínky. Jedny z nich jsou správné označení, třídění, omytí, usušení a balení. V důsledku nedodržení norem a předpisů při mytí a sušení vajec mohou být vejce znehodnocena. Nejlepší hygienická kvalita a nejmenší kontaminace byla prokázána u vajec z klecového chovu, nejhorší z chovu ve volném výběhu.

V závěrečné části bakalářské práce jsou uvedeny jednotlivé druhy plemen a způsobu chovu nosnic. V dnešní době stále přetrvávají domácí chovy nosnic, které jsou však v posledních letech spíše na ústupu. Největší efektivitu chovu nosnic z ekonomického hlediska mají chovy v kletkách.

Vejce jsou charakteristické svými vlastnostmi a dodávají lidskému tělu potřebné živiny. Jejich využití je rozmanité, ať už se jedná o vejce slepičí, křepelčí, pštrosí, kachní nebo husí.

15 Seznam použité literatury

Knihy/ Články

- [1] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [2] MOSIO, P. *Atlas bakterií*. Pardubice: Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2012, 90 s. ISBN 978-80-7395-467-3.
- [3] BROŽKOVÁ, I., P. MOŤKOVÁ, PEJCHALOVÁ M. a ŠILHA D. *Laboratoře z potravinářské mikrobiologie*. Pardubice: Polygrafické středisko Univerzity Pardubice, 2016, 104 s. ISBN 978-80-7395-997-5.
- [4] ČERVENKA, J. *Jakost a certifikace potravin*. 2.vyd. Praha: Reprografické studio PEF ČZU Praha, 2001, 188 s. ISBN 80-213-0762-5.
- [5] HÁLKOVÁ, J., M. RUMÍŠKOVÁ a RIEGLOVÁ J. *Analýza potravin*. Újezd u Brna: Ivan Straka, 2000, 102 s. ISBN 809027753-5.
- [6] RUMÍŠKOVÁ, M., J. KADAVÁ a MELENOVÁ I. *Laboratoř mikrobiologického zkoumání potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 122 s. ISBN 978-80-7080-957-0.
- [7] SIMEONOVÁ, J., K. MÍKOVÁ a KUBÍŠOVÁ S. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Brno: Ediční středisko MZLU Brno, 1999, 247 s. ISBN 80-7157-405-8.
- [8] MÍKOVÁ, K. a J. VACULOVÁ. *Příručka JED nebo LÉK: Kalorie, Cholesterol, Nutriční hodnoty a tabulky více než 100 běžných jídel*. Praha: Svojka, 2007, 208 s. ISBN 978-80-7352-623-8.
- [9] KUDEROVÁ, L. *Nauka o výživě: pro střední hotelové školy a veřejnost*. Praha: Fortuna, 2005, 284 s. ISBN 80-7168-926-2.

- [10] DUBEN, J. *Kdo se bojí listerií*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2007, 21 s. ISBN 978-80-7271-001-0.
- [11] KLABAN, V. *Ilustrovaný mikrobiologický slovník*. Praha: Galén, 2005, 654 s. ISBN 80-7262-341-9.
- [12] SEDLÁČEK, I. *Taxonomie prokaryot*. Brno: Masarykova Univerzita, 2006, 272 s. ISBN 80-210-4207-9.
- [13] VOTAVA, M. *Lékařská mikrobiologie vyšetřovací metody*. Brno: Neptun, 2010, 504 s. ISBN 978-80-86850-04-8.
- [14] RYŠKOVÁ, O. *Základy lékařské mikrobiologie a imunologie*. Praha: Karolína, 2000, 132 s. ISBN 80-246-0135-4.
- [15] VOTAVA, M. *Lékařská mikrobiologie speciální*. Brno: Neptun, 2000, 495 s. ISBN 80-902896-6-5.
- [16] HORÁK, V., O. RYŠKOVÁ a HOZÁK A. *Přehled mikrobiologie pro studující lékařství*. Praha: Univerzita Karlova, 1991, 191 s. ISBN 80-7066-818-0.
- [17] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie: pro potravináře a technology*. Praha: Victoria Publishing, 1995, 361 s. ISBN 80-85605-71-6.
- [18] MAŠEK, L. *Potraviny a nápoje v kostce*. Praha: Ratio, 2005, 221 s. ISBN 978-80-2381-585-6.
- [19] STEINHAUSEROVÁ, I. *Campylobacter sp: v prostředí a v potravinách živočišného původu*. Brno: LAST, 1998, 110 s. ISBN 80-900260-5-2.
- [20] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Hygienu mikrobiálních výrob*. Praha: nakladatelství VŠCHT Praha, 1997, 57 s. ISBN 80-7080-274-X.

- [21] JULÁK, J. *Identifikace bakterií: Metodami instrumentální chemické analýzy*. Praha: Karolinum, 1998, 195 s. ISBN 80-7184-451-9.
- [22] HRUBÝ, S. a B. TUREK. *Mikrobiologická problematika ve výživě*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1996, 145 s. ISBN 80-7013-232-9.
- [23] JIČÍNSKÁ, E. a J. HAVLOVÁ. *Mikrobiologická kontrola potravin a potravinářských surovin v legislativě EU*. Praha: ÚZPI Praha, 1998, 145 s. ISBN 80-85120-95-X.
- [24] GOPFERTO VÁ, D., D. JANO VSKÁ, DOHNAL K. a MELICHERČÍKOVÁ V. *Mikrobiologie, Imunologie, Epidemiologie, Hygiena: Pro střední a vyšší odborné zdravotnické školy*. 3. Praha 10: TRITON, 2002, 145 s. ISBN 80-7254-223-0.
- [25] HRUBÝ, S. *Mikrobiologie v hygieně výživy*. Praha: Avicenum/Zdravotnické nakladatelství, 1984, 208 s. ISBN 08-083-84.
- [26] PEHLE, T., Y. HACKSTEIN a SKLENÁŘOVÁ D. *Lexikon Slepice: Výběr, chov, plemena*. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, 2008, 294 s. ISBN 978-80-7234-897-8.
- [27] ŠONKA, F. *Chov a výkrm drůbeže v drobných chovech*. České Budějovice: DONA, 1997, 294 s. ISBN 80-85463-85-7.
- [28] STERN, A. a H. KHOLOVÁ. *Začínáme s chovem domácích zvířat*. Praha: Víkend, 2013, 171 s. ISBN 978-80-7433-068-1.
- [29] HAVLÍN, J. *Domácí chov zvířat*. 3. Praha: Brázda, 1991, 400 s. ISBN 80-209-0189-2.
- [30] TULÁČEK, F. *Chov hrabavé drůbeže*. Praha: Brázda, 2002, 160 s. ISBN 80-209-0309-7.
- [31] VERHOEF, E. a S. ALDERLIESTEN. *Slepice: Příručka začínajícího chovatele*. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, 2005, 63 s. ISBN 80-7234-404-8.

[32] VERHOEF-VERHALLEN, E. a H. VÁLKOVÁ. *Encyklopedie slepic*. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, 2003, 336 s. ISBN 80-7234-285-1.

[33] SLOVÁKOVÁ, M., Z. BÍLKOVÁ a KORECKÁ L. *Vybraná laboratorní cvičení z imunoanalytických metod*. Pardubice: Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2013, 115 s. ISBN 978-80-7395-610-3.

[34] CABALLERO, B., L. C. TRUGO a FINGLAS P. M. *The Use of Fresh Eggs*. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. UK: Elsevier Science, 2003, 3, 1996-2015, ISBN 0-12-227055-X.

[35] HELDMAN R., D. *Egg production and introduction*. Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering. New York: Marcel Dekker, 2003, 1, 767-769. ISBN 0-8247-0938-1.

[36] SEIDEL, A. *Eggs*. Kirk-Othmer: Food and Feed Technology. Canada: John Wiley, 2008, 1, 355-373. ISBN 978-0-470-17448-7.

[37] BELL, Ch. a A. KYRIAKIDES. *Listeria: A practical approach to the organism and its control in foods*. Great Britain: International, 1998, 1, 150. ISBN 0751404640.

[38] BELL, Ch. a A. KYRIAKIDES. *E. coli: A practical approach to the organism and its control in foods*. Great Britain: International, 1998, 1, 200. ISBN 0751404624.

[39] DART, R.K. *Microbiology for the analytical chemist*. UK: The Royal Society of Chemistry, 1996, 1, 172. ISBN 0-85404-524-4.

[40] PATEL, P. *Rapid Analysis Techniques in Food Microbiology*. Great Britain: Edmundsbury Press, 1994, 1, 289. ISBN 0-7514-0030-0.

[41] ADAMS, M.R. a M.O. MOSS. *Food Microbiology*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1995, 1, 398. ISBN 0-85404-509-0.

- [42] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 32.
- [43] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Breeding*. Improving the Safety and Quality of Eggs Products. Egg Chemistry. Production and Consumption, 2011, 1, 10.
- [44] FERNANDES, R. *Salmonella spp.* Microbiology Handbook – Meat Products, 2009, 2, 26.
- [45] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Comparison of Conventional Cages and Furnished*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Egg Chemistry, Production and Consumption, 2011, 1, 30.
- [46] MOTARJEMI, Y. M., G. E. TODD. *Egg Production: Laying Hens*. Encyclopedia of Food Safety, 2014, 1, 55.
- [47] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Poultry Breeding for Egg Quality: Traditional and Modern*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products Egg Chemistry, Production and Consumption, 2011, 1, 17.
- [48] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Management and Sanitation Procedures to Control Salmonella in Laying Hen*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 17.
- [49] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Egg decontamination by Washing*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 18.
- [50] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Alternative Egg Decontamination Techniques to Washing*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products. Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 18.
- [51] SURAK, J. G., WILSON S. *Microbiological Control*. Certified HACCP Auditor Handbook, 2007, 1, 19.

- [52] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Epidemiology of Salmonella Infection in Laying Hen with Special Emphasis*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products. Egg Safety and Nutritional, 2011, 2, 13.
- [53] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Microbiology and Safety of Table Eggs*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Product, Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 32.
- [54] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Chemical Residues and Contaminants in Eggs*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 19.
- [55] IMMERSEEL, VAN NYS F., Y. BAIN MAUREEN. *Detection and Monitoring of Salmonella in Laying Hen Flocks*. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Egg Safety and Nutritional Quality, 2011, 2, 25.
- [56] MEAD, G. C. *Characteristics of Salmonella Contamination of Eggs*. Food Safety Control in the Poultry Industry, 2005, 1, 20.
- [57] DANI, S. *Salmonella Contamination*. Food Supply Chain Management and Logistics – From Farm to Fork, 2015, 1, 19.
- [58] ROBINSON, R. K. *Contamination Problems with Salmonella*. Encyclopedia of Food Microbiology. 2000, 3, 6.
- [59] PAWSEY, R. K. *Salmonella spp. and Infection of Eggs*. Case Studies in Food Microbiology for Food Safety and Quality, 2002, 1, 33.
- [60] FELLOWS, P. *Enteropathogenic Escherichia coli*. Food Processing Technology – Principles and Practise, 2017, 4, 20.
- [61] BARROS-VELÁZQUE, J. *Escherichia coli*. Antimicrobial Food Packaging, 2016, 1, 12.

- [62] LAWLEY, R. C., L. J. DAVIS. *Escherichia coli*. Food Safety Hazard Guidebook, 2012, 2, 197.
- [63] SUWANNARACH N., C. KAEWYANA, YODMEEKLIN A., KUMLA J., MATSU K., LUMYONG S. *Evaluation of Muscodor Cinnamomi as an Egg Biofumigant for the reduction of Microorganism on eggshell surfaces and its effect on egg quality*. International Journal of Food Microbiology, 2017, 24, 52-61.
- [64] DROZD L., M. GONDEK, SZKUCIK K., KNAGA S., ZIOMEK M. *Microbiological contamination of quail eggshell surfaces*. Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practise 2015, 71, 303-306.
- [65] BAHOBAIL A., S. HASSAN, EL-DEEB B. *Microbial Quality and content Aflatoxins of Commercially Available Eggs in Taif, Saudi Arabia*. African Journal of Microbiology Research, 2012, 6, 3337-3342.
- [66] STUPER K., H. KONTECKA. *Microscopic fungi in eggs of ring-necked pheasant kept in aviaries*, Poultry Science, 2011, 90, 2467-2470.
- [67] MUSGROVE MT., D. JONES, NORTHCUTT K., HARRISSON M., COX N. *Impact of commercial processing on the microbiology of shell eggs*. Journal of Food Protection, 2005, 68, 2367-2375.
- [68] MENG F., D. CHEN, LI X., LI J., BAO J. *The effect of large or small furnished cages on behaviours and Tibia bone of laying hens*, Journal of Veterinary Behaviour-Clinical Applications and Research, 2017, 17, 63-73.
- [69] GUMULKA M., A. OTWINOWSKA-MINDURT, KANIA-GIERDZIEWICZ. *Mathematical models for egg production in broiler breeder hens*. Annals of Animal Science, 2016, 16, 1185-1198.
- [70] GONDEK M., SZKUCIK K., BELKOT Z. *Presence of Pathogenic Microorganisms on the surface of eggs from different hen-housing systems*. Medycyna Weterynaryjna, 2013, 69, 374-377.

- [71] MOYLE T., K. DRAKE, GOLE V., K. CHOUSALKAR, HAZEL S. *Bacterial Contamination of eggs and behaviour of Poultry Flocks in the free range environment* Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases, 2016, 49, 88-94.
- [72] AYGUN, A. *Egg Innovations and Strategies for Improvements*. The Eggshell Microbial Activity Turkey: Faculty of Agriculture, 2017, 1, 135-144.
- [73] ANGELOVIČOVÁ, M., L. ŠEVČÍKOVÁ a ANGELOVIČ M. *The table Eggs and their Quality in small-scale breeding*. Potravinárstvo, 2015, 9, 442-450.
- [74] HALAJ, M., J. BENKOVÁ a BAUMGARTNER J. *Parameters of hen egg quality in various breeds and strains*. Czech Journal of Animal Science, 1998, 43, 375-378.
- [75] ABRAHAMSSON, P. a R. TAUSON. *Aviary systems and conventional cages for laying hens*. Acta Agriculturae Scandinavica, 1995, 45, 191-203.
- [76] WHILEY, H. a K. ROSS. *Salmonella and Eggs: From production to plate*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015, 12, 2543-2556.
- [77] LETEU, S. a W. MESSENS. *Effect of Egg Washing on the cuticle quality of brown and white table eggs*. Journal of Food Protection, 2011, 74, 1649-1654.
- [78] LUKÁSOVÁ, J. a M. LABOUNEK. *Penetration of Staphylococci through the egg-shell*. Veterinarni Mecicina, 1976, 21, 215-220.
- [79] SUZUKI, H. a Y. SHIGEKI. *Salmonella Contamination of Eggs*. Lancet, 1993, 342, 366-367.
- [80] GAUDIN V., C. HEDOU, RAULT A., SANDERS O., VERDON E., *Comparative study of three screening tests, two microbiological tube test and a multi-sulphonamide ELISA kit for the detection of antimicrobial and sulphonamide residues in eggs*. Food and Feed Chemistry, 2009, 26, 427-440.

- [81] SUZUKI, H. a Y. SHIGEKI. *Literature survey of Salmonella Contamination in Eggs and Egg Products in the world*. Journal Meta-Analysis, 2009, 127, 74-83.
- [82] BYRNE, A., M. RAYMAN a SCHNEIDER M. *Methods for the detection and estimation of numbers of Salmonella in dried eggs and other food products*. Applied Microbiology, 1955, 3, 368-372.
- [83] BADOUEI, A. a O. MADADGAR. *Study on Salmonella Contamination of Traditionally Produced Edible Poultry Eggs*. Comparative Clinical, 2012, 21, 1093-1097.
- [84] LASHLEY, V., I. MUSAI a GEORGES K. *Microbial Health Risk posed by table eggs in Trinidad*. Epidemiology and Infection, 2005, 133, 1049-1056.
- [85] JONAIIDI-JAFARI, N. a F. KHAMESIPOUR. *Prevalence and Antimicrobial resistance of Campylobacter species isolated from the avian eggs*. Food Control, 2016, 70, 35-40.
- [86] JONAS, R., S. KITTL, OVERESCH G. a KUHNERT P. *Genotypes and Antibiotic resistance of bovine Campylobacter and their contribution to human Campylobacteriosis*. Epidemiology and Infection, 2015, 143, 2373-2380.
- [87] IOANNIDIS, A., E. MAGIORKINIS a PERLORENTZOU S. *Campylobacter infections: Epidemiology, Clinical Management and Prevention. Our Twenty Five-year experience in Greece*. Campylobacter Infections: Epidemiology, Clinical Management nad Prevention, 2015, 1, 109-127.
- [88] TSUNEMATSU, S. *Campylobacter*. Japenese Journal of Clinical Medicine, 2012, 70, 1352-1355.
- [89] TAM, CC., GK. ADAK, MEAKINS SM. a FROST JA. *Campylobacter coli-an important foodborne pathogen*. Journal of Infection, 2003, 47, 28-32.
- [90] WIJINSMA, K. L., J.W.A. ROSSEN, VAN DE KAR N.C.A.J. *Unusual severe case of Hemolytic Uremic syndrome due to Shiga toxin 2d-producing E.coli O80:H2*. Pediatric Nephrology, 2017, 1, 1-6.

- [91] MARKUS J., Kemper. *Outbreak of Hemolytic Uremic syndrome caused by E.coli O104:H4 in Germany*. Pediatric Nephrology. 2012, 27, 161-164.
- [92] ANG S.W., A.H.M BOUTS. *Diarrhea Urosepsis and Hemolytic Uremic syndrome caused by the same heteropathogenic Escherichia coli strain*. Pediatric Infectious Disease Journal, 2016, 35, 1045-1047.
- [93] PIENNAR A.C., R. BRAGG. *A rapid method to quantify Bacterial Contamination on hatching egg.: 1. Correlation of optical density with initial bacterial count*. The Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 1994, 61, 341-349.
- [94] KAMIŠOVÁ L., F. FENCL, MALINA M., ZIEG J., MAREJKOVÁ M. a BLÁHOVÁ K. *Shiga toxin-producing Escherichia coli infections in children*. Cesko-Slovenska Pediatrie, 2016, 71, 98-103.
- [95] SAEEDI P., E. BEHZADI, SALMANIAN A.H. a MOUSAVI S.L. *A review on strategies for decreasing E.coli O157:H7 risk in animals*. Microbial Pathogenesis. 2017, 103, 186-195.
- [96] HAMM K., S.A. BARTH, STALLB S., GEUE L. a LANGE E. *Experimental Infection of Calves with Escherichia coli O104:H4 outbreak strain*. Scientific Reports. 2016, 6, 32812.
- [97] CONNOLLY J.P.R., N. CARPENA, UVELL H., DOUCE G. a BYRON O. *Identification and characterization of novel compounds blocking Shiga toxin expression in Escherichia coli O157:H7*, Frontiers in Microbiology. 2016, 7, 1930.
- [98] BRUKER, D. *Clinical Microbiology*. MALDI Biotyper: MALDI-TOF, 2014, 1, 6.
- [99] BRUKER, D. *Clinical Microbiology: Food and Beverage Microbiology*. MALDI Biotyper: MALDI-TOF, 2016, 8.
- [100] KONE AZ., S. JAN, GROSSET N., GAUTIER M. a PUTERFLAM J. *Identifying Risk factors for eggshell contamination by Bacillus cereus group bacteria in French laying farm*. British Poultry Science, 2013, 54, 298-305.

- [101] SRINIVASAN P. a MURTHY T.R.K.G. *Bacteriological and Pathological studies of egg peritonitis in commercial layer chicken in Namakkal area*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2013, 3, 988-994.
- [102] PIRES, M., P. MAKELA, H. TINE. *Using outbreak data for source attribution of human Salmonellosis and Campylobacteriosis in Europe*. Foodborne Pathogens and Disease, 2010, 7, 1351-1361.
- [103] KOVACS-NOLAN J., M. PHILIPS a MINE Y. *Advances in the value of eggs and egg components for human health*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53, 8421-8431.
- [104] MORENO J., E. HERNANDEZ, SANABRIA O. a CASTANEDA E. *Detection and serotyping of Streptococcus pneumoniae from nasopharyngeal samples by PCR-based multiplex assay*. Journal of Clinical Microbiology, 2005, 43, 6152-6154.
- [105] KATZENELL U., J. SHEMER a BAR-DAYAN Y. *Streptococcal Contamination of food: an unusual cause of Epidemic pharyngitis*. Epidemiology and Infection, 2001, 127, 179-184.

Internet

- [1] Česká potravina. *Česká potravina* [online]. 2014 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.ceskapotravina.net/content/vejce-plna-mytu>
- [2] Česká vejce. *Česká vejce* [online]. Zdislavice, 1999 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.ceskavejce.cz/>
- [3] Naše vejce. *Naše vejce* [online]. Praha, 2010 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.nasevejce.cz/>
- [4] Vejce. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.potravinynapranyri.cz/>
- [5] Výživa a zdraví. *Hygiena: časopis pro ochranu a podporu zdraví* [online]. Praha, 2004 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://apps.szu.cz/>
- [6] EFSA. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství, 2012 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/>
- [7] VÚVEL. *Výzkumný ústav veterinárního lékařství* [online]. Brno, 2013 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <https://www.vri.cz/>
- [8] SZÚ. *Státní zdravotnický ústav*. [online]. Praha 10, 2017 [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: <Http://www.szu.cz/>.

Obrázky/ Tabulky

[1] SALÁKOVÁ, A. *Hygienu a technologie drůbeže, vajec a zvěřiny*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-721-3.

[2] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.

[3] AFU MENDELU [online]. Zpracování zemědělských produktů-živočišná část: *Stavba slepičího vejce*. Brno: [cit.2017-05-09].

Dostupné z: [Http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4865&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4865&typ=html)

[4] KOMÍNKOVÁ, M., R. GURÁŇ a P. KOPEL. *Identifikace mikroorganismů pomocí MALDI-TOF MS*. Journal of Metallomics and Nanotechnologies. 2014, 1, 64-66.

[5] PETERKOVÁ, K. *Mikrobiologická jakost vaječných hmot*. Brno, 2009, 103 s. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Fakulta agronomická. Vedoucí práce Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.

[6] Hedvábníčky. [online]. Ostrava, 2017 [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: [Http://www.hedvabnicky.cz/](http://www.hedvabnicky.cz/)

[7] WebMD: *Otrava jídlem-Salmonelóza*. [online]. 2017 [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.webmd.com/food-recipes/food-poisoning/tc/salmonellosis-topic-overview#1>

Vyhlášky

[1] Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat v alternativních systémech chovu: Sbírka zákonů České republiky, vyhláška ze 26. 4. 2004 vydané Ministerstvem zemědělství České republiky.

[2] Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat v obohacených klecových systémech: Sbírka zákonů České republiky, vyhláška ze 26. 4. 2004 vydané Ministerstvem zemědělství České republiky.

[3] Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat v neobohacených klecových systémech: Sbírka zákonů České republiky, vyhláška ze 26. 4. 2004 vydané Ministerstvem zemědělství České republiky.

[4] Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat: Obecné zásady pro ochranu nosnic: Sbírka zákonů České republiky, vyhláška ze 26. 4. 2004 vydané Ministerstvem zemědělství České republiky.

[5] Vyhláška č. 464/2009 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat: Obecné zásady pro ochranu nosnic: Sbírka zákonů České republiky, vyhláška ze 16. 12. 2009 vydané Ministerstvem zemědělství České republiky.

Elektronické akademické práce

[1] RAKOVÁ, K. *Mikrobiologie vajec tržní sítě*. Zlín, 2008. 62 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická. Vedoucí práce MVDr. Michaela Černíková.

[2] VACKOVÁ, J. *Porovnání kvality vajec z různých chovů*. Kolín, 2013, 40 s. Maturitní práce. SZeŠ a SOŠ Poděbrady. Vedoucí práce Ing. Michaela Znamínková.

Normy

- [1] ČSN ISO 11290-1. *Mikrobiologie potravin a krmiv-Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu *Listeria monocytogenes*: Část 1: Metoda průkazu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1999. 26 s. Třídící znak 56 0093.
- [2] ČSN ISO 7251. *Všeobecné pokyny pro stanovení počtu suspektních *Escherichia coli*: technická nejvýše pravděpodobného počtu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1995. 10 s. Třídící znak 56 0107.
- [3] ČSN EN ISO 6888-1. *Mikrobiologie potravin a krmiv-Horizontální metoda stanovení počtu koagulázopozitivních stafylokoků (*Staphylococcus aureus*): Část 1: Technika s použitím agarové půdy podle Baird-Parkera*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1999. 15 s. Třídící znak 56 0089.
- [4] ČSN ISO 7932. *Všeobecné pokyny pro stanovení počtu *Bacillus cereus*: Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1995. 14 s. Třídící znak 56 0092.
- [5] ČSN ISO 6579. *Všeobecné pokyny pro metody průkazu bakterií rodu *Salmonella**. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1995. 25 s. Třídící znak 56 0088.
- [6] ČSN ISO 10272. *Mikrobiologie potravin a krmiv-Horizontální metoda průkazu termotolerantních druhů rodu *Campylobacter**. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1996. 27 s. Třídící znak 56 0126.