

Průmyslové zpracování vajec a využití vaječných hmot do potravinářské výroby

Markéta Pirunčíková

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta Pirunčíková**

Osobní číslo: **T15176**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**


Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Forma studia: **prezenční**


Téma práce: **Průmyslové zpracování vajec a využití vaječných hmot do potravinářské výroby**

Zásady pro vypracování:

1. Vejce.
2. Hygienické požadavky na výrobu vaječných výrobků.
3. Metody konzervace a prodloužení údržnosti vajec.
4. Technologické zpracování vajec.
5. Použití vajec v potravinách.
6. Využití vajec v nepotravinovém průmyslu.


doc. Ing. František Buška, Ph.D.
ředitel ústavu




doc. Ing. František Buška, Ph.D.
děkan

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] HALAJ, M., GOLIAN, J. Vajce- biologické, technické a potravinárske využitie, 1. vydání, Garmond, Nitra 2011. 224s. ISBN 978- 80-89148-70-7.

[2] SALÁKOVÁ, A. Hygiena a technologie drůbeže, vajec a zvěřiny, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 80 s. ISBN 978-80-7305-721-3.

[3] STEINHAUSEROVÁ, I., SIMEONOVÁ, J., NÁPRAVNÍKOVÁ, E., TREMLOVÁ, B. Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2003, 82 s. ISBN 80-7305-462-0.

[4] PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. Handbook of food proteins [online]. Philadelphia: Woodhead Publishing, 2011, s. 150-290. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 222. ISBN 978-0-85-709363-9. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpHFP00021/viewerType:toc/root_slug:handbook-of-food.

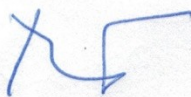
[5] ČUBOŇ, J., P. HAŠČÍK a M. KAČÁNIOVÁ. Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2012. ISBN 978-80-552-0870-1.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2018**

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

23.4.2018

Pirunčíková Markéta

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vejci a jejich zpracováním na vaječné hmoty, které se využívají v potravinářském průmyslu a gastronomii. První část práce se zaměřuje na chemické složení vejce a jeho základní vlastnosti. Druhá část se zabývá problematikou průmyslového zpracování vajec na vaječné hmoty a využitím těchto vaječných hmot v průmyslu.

Klíčová slova: vejce, žloutek, bílek, zpracování vajec, vaječné hmoty, melanz

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with eggs and their processing into egg masses, which are used in the food industry and gastronomy. The first part of the thesis focuses on the chemical composition of an egg and its basic properties. The second part deals with the issue of egg industrial processing to eggs masses and their usage in a food industry.

Keywords: eggs, yolk, white, egg processing, egg masses, melange

V první řadě bych chtěla velmi poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, ochotu, vstřícnost a za cenné připomínky během zpracovávání této práce.

Dále bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu a pomoc během celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
1 VEJCE	12
1.1 VÝZNAM VEJCE	12
1.2 VZHLED A POPIS VEJCE	15
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VEJCE	16
1.3.1 Chemické složení žloutku	17
1.3.1.1 Bílkoviny	17
1.3.1.2 Lipidy	19
1.3.1.3 Cholesterol	20
1.3.1.4 Ostatní složky žloutku	20
1.3.2 Chemické složení bílku	21
1.3.2.1 Bílkoviny	22
1.3.2.2 Ostatní složky bílku	23
1.3.3 Chemické složení skořápky	24
1.4 VEJCE VE VZTAHU KE ZDRAVÍ ČLOVĚKA	24
1.4.1 Historicky vnímané překážky v konzumaci vajec	24
1.4.1.1 Cholesterol	24
1.4.1.2 Salmonella	25
1.4.2 Cholesterol a mastné kyseliny	25
1.4.3 Vitamin D	25
1.4.4 Lecitin	25
1.4.5 Ostatní benefity vajec	26
1.5 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI VAJEC	26
1.5.1 Fyzikálně chemické vlastnosti	26
1.5.2 Vnější vlastnosti	26
1.6 FUNKČNÍ VLASTNOSTI VAJEC	27
1.6.1 Tvorba gelu	28
1.6.2 Tvorba pěny	28
1.6.3 Emulgační schopnosti vaječného bílku	29
1.6.4 Antioxidační působení fosfolipidů žloutku	29
1.6.5 Potlačování krystalizace	30
1.7 ZNAČENÍ VAJEC	30
1.7.1 Vejce třídy A	30
1.7.2 Vejce třídy B	32
1.8 VADY VAJEC	33
1.8.1 Mechanické vady	33
1.8.2 Biologické vady	33
1.8.3 Mikrobiální vady	34
2 NÁZVOSLOVÍ Z OBLASTI VAJEC A VAJEČNÉ VÝROBY	35
3 HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA VÝROBU VAJEČNÝCH VÝROBKŮ	37
4 METODY KONZERVACE A PRODLOUŽENÍ ÚDRŽNOSTI VAJEC	39

4.1	CHLAZENÍ	39
4.2	OLEJOVÁNÍ	39
4.3	TERMOSTABILIZACE	40
4.4	SKLADOVÁNÍ V UPRAVENÉ ATMOSFÉŘE.....	40
4.5	SKLADOVÁNÍ V PLYNECH	40
4.6	NAKLÁDÁNÍ VE VÁPENNÉ VODĚ.....	40
5	TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ VAJEC	41
5.1	SKLADOVÁNÍ VAJEC PRO VÝROBU VAJEČNÝCH VÝROBKŮ	42
5.2	VEJCE PRO VÝROBU VAJEČNÝCH VÝROBKŮ	42
5.3	PŘÍPRAVA VAJEC PŘED VÝTLUKEM.....	43
5.3.1	Vizuální kontrola	43
5.3.2	Mytí vajec	43
5.3.3	Třídění vajec.....	43
5.4	VÝTLUK.....	44
5.4.1	Ruční výtlupek pro výrobu vaječných výrobků.....	45
5.4.2	Strojní výtlupek pro výrobu vaječných výrobků	45
5.4.3	Separace vaječného žloutku od bílku po výtlupek	46
5.5	FILTRACE A HOMOGENIZACE.....	47
5.6	PASTERACE.....	47
5.6.1	Pasterace melanže.....	49
5.6.2	Pasterace bílku.....	49
5.6.3	Pasterace žloutku.....	49
5.6.4	Hodnocení účinnosti pasterace.....	49
6	POUŽITÍ VAJEC V POTRAVINÁCH.....	50
6.1	VAJEČNÉ HMOTY	51
6.1.1	Vaječné hmoty dle konzervačního zákroku	51
6.1.2	Žloutková melanž	52
6.1.3	Bílková melanž.....	53
6.1.4	Směsná melanž	53
6.2	MAJONÉZY A MAJONÉZOVÉ VÝROBKY.....	53
6.3	DALŠÍ VÝROBKY Z VAJEC A JEJICH POUŽITÍ.....	55
6.3.1	Dlouhá vejce.....	55
6.3.2	Koagulované vaječné výrobky	56
6.3.3	Vařená vejce loupaná.....	56
6.3.4	Vaječné konzervy	56
7	VYUŽITÍ VAJEC V NEPOTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU	57
7.1	VYUŽITÍ NĚKTERÝCH BIOAKTIVNÍCH SLOŽEK VEJCE	57
7.1.1	Lysozym.....	57
7.1.2	Avidin a ovotransferin	57
7.1.3	Imunoglobulin IgY	57
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68

SEZNAM TABULEK	69
-----------------------------	-----------

ÚVOD

Vejde patří mezi významné živočišné zdroje plnohodnotných bílkovin s vysokou biologickou hodnotou a jsou velmi oblíbená a častá v našem jídelníčku. Česká republika patří mezi přední producenty i konzumenty vajec. Její roční produkce činí zhruba 3 miliardy vajec, což odpovídá průměrné spotřebě zhruba 280 - 330 kusů na osobu a rok. Asi 60 % produkce vajec pochází z velkochovů, zbytek připadá na maloproducenty jako jsou samozásobitelé na venkově. K produkci vajec byla vyšlechtěna speciální plemena nosnic, tzv. nosná plemena nebo hybridní kombinace s vysokou užitkovostí, která snáší až 320 kusů vajec za rok. Jako vejce jsou považována zpravidla vejce slepičí, i když se na výživě podílejí i vejce jiných druhů, například křepelek, perliček, pštrosů a výjimečně i kachen a hus.

V posledních deseti letech vejce přestala být jen potravinou, ale jsou považována za zdroj řady biologicky aktivních látek, které nacházejí své uplatnění ve farmacii, medicíně, biochemii nebo kosmetice.

Ve světovém potravinářském trendu a zároveň i u nás, je patrný pokles uplatnění skořápkových konzumních vajec a zvyšuje se podíl vajec zpracovaných na kapalné, sušené nebo mražené vaječné hmoty a další polotovary, které usnadňují práci s vejci. Tento trend vede k pohotovější úpravě a snížení hygienických rizik, ať již v potravinářských, ale také v gastronomických provozech.

Cílem této práce je popsat složení a vlastnosti vajec a přiblížit proces zpracování vajec na vaječné produkty a jejich využití v potravinářských provozech.

1 VEJCE

Za vejce je považováno vejce ve skořápce snesené slepicí kura domácího (*Gallus gallus*) a vhodné k lidské spotřebě. Je nutné, aby vejce obsahovalo veškeré důležité živiny pro vývoj embrya ve venkovním prostředí. Vejce je chráněno pláštěm (skořápkou) a obsahuje komplexní systém chemické obrany, který zajišťuje přežití embrya v prostředí, které by mohlo být pro něj nepřátelské. Vejce je největší buňka v živočišné říši. Patří k základním surovinám v kuchyni už od počátku civilizace. Bylo i uctívaným symbolem života a plodnosti a pro starověké filozofy i symbolem světa a jeho čtyř elementů – skořápka představuje zem, bílek zastupuje vodu, žloutek oheň a vzduch je uzavřen v oblém konci vejce. Křesťané vnímají vejce jako symbol znovuzrození a je také spojeno s velikonočními svátky [1,2,3]. Na obrázku č. 1 je uvedeno srovnání velikosti vajec rozdílných druhů ptáků.



Obr. 1. Srovnání velikosti pštrosích, slepičích a křepelčích vajec [4]

1.1 Význam vejce

Vejce je výživnou potravou ostatních zvířat nebo lidí. Rozdílné druhy ptáků snášejí různá množství vajec. Nejvyšší kalorické hodnoty mají vejce husí a kachní, protože obsahují více tuku. Na lidském jídelníčku jsou oblíbená hlavně vejce slepičí, která jsou jedním ze základních zdrojů výživy člověka. Slepičí vejce jsou produkována v dostatečném množství. Oválný tvar, který je pro slepičí vejce charakteristický se stal estetickým pojmem i symbolem. Vejce jsou díky svému všestrannému použití v kuchyni důležitou potravinou, zvyšují výživovou hodnotu pokrmů a zlepšují i jejich chuť a vzhled. Vejce se v kuchyni používají jako doplněk pokrmů, k vázání těst, směsí, hmot, zjemňování pokrmů, zahušťování polévek i omáček i jako samotný pokrm. Samotná

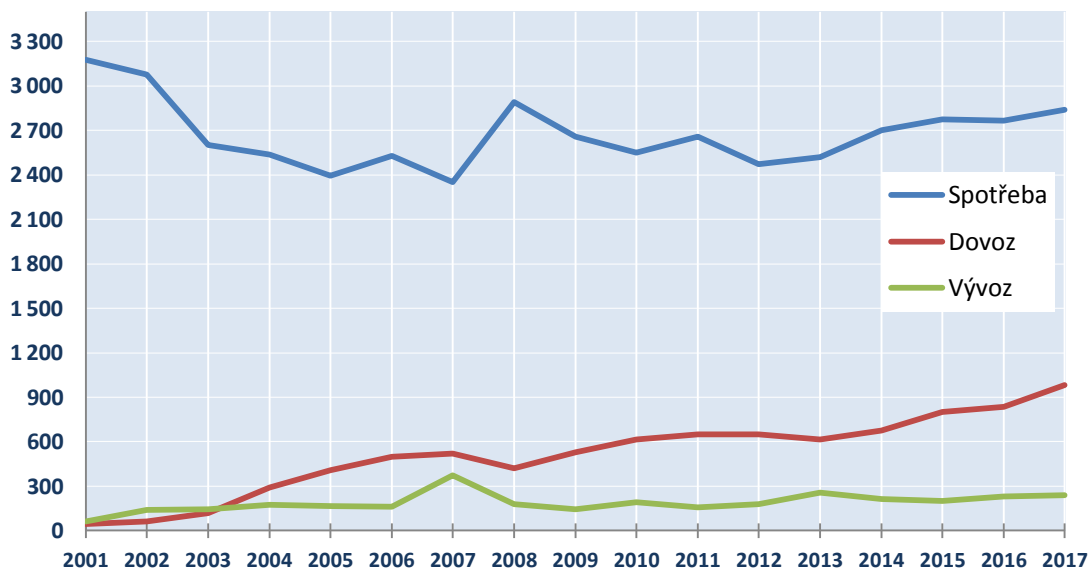
vaječná hmota se velmi široce uplatňuje i mimo potravinářský průmysl. Jedná se zejména průmysl farmaceutický, kožedělný či výroba laků a tmelů [5,6,7,8].

Spotřeba vajec se v České republice pohybuje v posledních letech kolem 240 - 250 ks na osobu a rok, jak již znázorňuje obrázek č. 3. Na základě statistik Českého statistického úřadu z roku 2015 je průměrná snáška jedné slepice okolo 300 kusů vajec a je nejvyšší v Karlovarském a Královéhradeckém kraji. Nejnižší snáška je naopak v Libereckém kraji a to okolo 170 kusů vajec na nosnici. Česká republika produkuje přibližně 3,5 % z celkové produkce vajec v Evropské Unii. Mezi největší producenty v EU patří Francie, dále pak Španělsko, Itálie, Německo, Nizozemí nebo Velká Británie či Rusko. Nejvíce vajec je vyprodukováno v Asii, z celosvětové produkce, která se pohybuje kolem 65 milionů tun vajec, je to asi 59 %. [9,10]. Na obrázku č. 2 je znárodněna bilance mezi výrobou, dovozem a vývozem vajec v České republice.

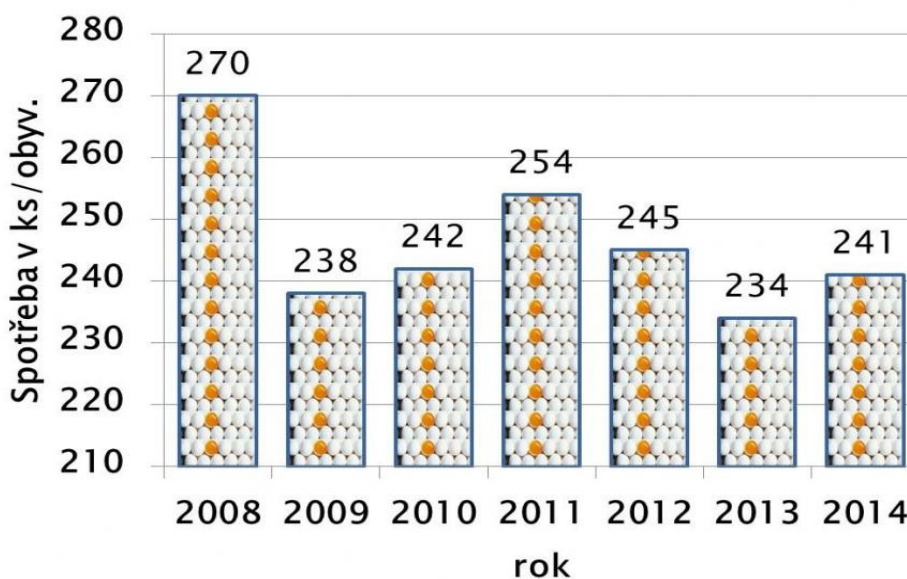
Tab. 1. Spotřeba, dovoz a vývoz vajec v mil. ks [11]

Rok	Spotřeba	Dovoz	Vývoz
2001	3174,2	45,8	60,6
2002	3073,6	64,3	140,7
2003	2600,0	117	143
2004	2537,8	290,4	175,6
2005	2393,8	409,7	165,9
2006	2528,3	497,2	159,9
2007	2350,3	519,4	372,1
2008	2888,5	421,6	180,1
2009	2656,6	527,9	146,3
2010	2549,0	615,7	191,7
2011	2658,0	647,5	157,5
2012	2472,0	650,5	179,5
2013	2519,2	614,4	255,2
2014	2698,6	676	214,4
2015	2773,3	799	199,7
2016	2767,0	835	229
2017	2840,0	980	240

Bilance spotřeby, dovozu a vývozu vajec (mil. ks)



Obr. 2. Spotřeba, dovoz a vývoz vajec [11]



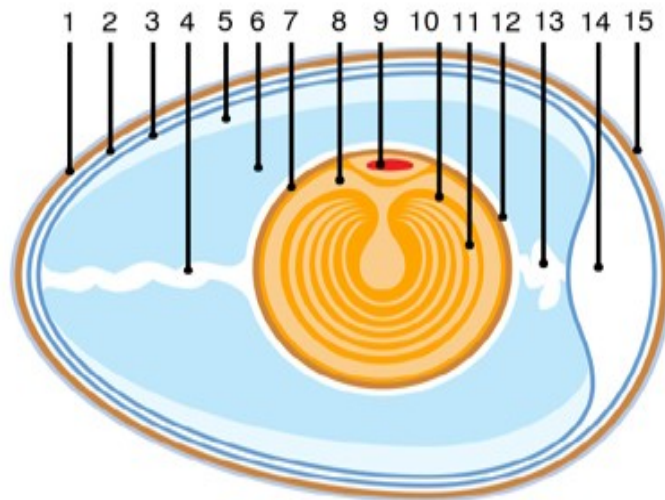
Obr. 3. Spotřeba vajec na obyvatele v ČR [12]

V posledních letech byla spotřeba vajec ovlivněna informační kampaní podporující zdravý životní styl, kampaní o negativních účincích cholesterolu a dále také strachem z možné salmonelózy nebo z onemocnění ptačí chřipkou, tzv. H5N1. Tyto obavy následně vedly ke snížení konzumace vajec obyvatelstvem, neboť vysoká hladina cholesterolu v krvi patří mezi rizikové faktory při onemocnění kardiovaskulárního systému. Avšak na druhé straně jejich význam pro naši spotřebu spočívá především v biologicky vysokohodnotném

proteinu. Výživné látky, které se ve vejci vyskytují, může lidský organizmus využít téměř z 95 % [13,14,15].

1.2 Vzhled a popis vejce

Vejce se u nosnic tvoří v reprodukční soustavě složené z vaječníku a vejcovodu. Většina samic má dva funkční vaječníky, u většiny ptáků je však jen jeden vaječník a jeden vejcovod, a to levý [16].



Obr. 4. Podrobný popis vejce v podélném řezu [17]

(1) skořápka, (2) vnější podskořápková blána, (3) vnitřní podskořápková blána, (4) chaláza (poutko), (5) vnější řídký bílek, (6) hustý bílek, (7) žloutková membrána, (8) žloutek, (9) zárodečný terčík, (10) tmavý žloutek, (11) světlý žloutek, (12) řídký bílek, (13) chaláza (poutko), (14) vzduchová komůrka, (15) kutikula.

Vzhled vajec se liší podle toho, od jakého živočišného druhu pochází. Tvrdému a pórovitému povrchu vejce se říká skořápka. Uvnitř vejce se nachází zárodečný terčík, ze kterého se může vyvinout mládě, avšak nemusí, v případě, že je vejce neoplozené. Tvar vejce je oválný a je dán poměrem příčné osy k ose podélné. Skořápka vejce je hladká. Čerstvě snesená vejce mají skořápku poloprůsvitnou a stářím vajec postupně vysychá a stává se matnou. Podél osy vejce se na obě strany táhnou dva spirálovité, matné útvary, zvané chalázy, neboli poutka. Na povrchu žloutku je zárodkový disk, nazývaný v oplodněném vejci blastoderm a v neoplozeném blastodisk [8,18].

Tab. 2. Podíly vaječných částí ve vejci [19]

	hmotnost [g]	procentuální zastoupení [%]
bílek	35,8	63
žloutek	19,3	27,5
skořápka	7,2	9,5

1.3 Chemické složení vejce

Vejce obsahuje všechny základní látky, které jsou potřebné pro vývoj zárodku. V tabulce č. 3 je uveden obsah jednotlivých složek ve vejci. Hlavní složkou slepičího vejce je voda, která se nachází především v bílku. I když vejce obsahují poměrně velké množství vody, jsou bohatým zdrojem vysoce kvalitních bílkovin, nenasycených mastných kyselin, vitamínů a minerálních látek. Vaječné bílkoviny jsou v podstatě rozdělené mezi vaječný bílek a žloutek, pouze malé množství je obsaženo ve vaječné skořápce. Lipidy se téměř výhradně nachází ve vaječném žloutku a jsou spojeny s proteiny za vzniku lipoproteinů. Sacharidy jsou přítomny ve vejci jako volné sacharidy nebo jako sacharidy vázané na proteiny a lipidy. Většina minerálů je obsažena ve skořápce a malá část ve žloutku [20,21,22].

Tab. 3. Složení slepičího vejce v % [21]

Obsah jednotlivých složek		Celé vejce	Skořápka a blány	Bílek	Žloutek
voda		87,9	1,6	87,9	48,7
sušina		34,4	98,4	12,1	51,3
z toho	bílkoviny	12,1	3,3	10,6	16,6
	lipidy	10,5	stopy	stopy	32,6
	sacharidy	0,9	stopy	0,9	1,0
	miner. látky	10,9	95,1	0,6	1,1

Tab. 4. Chemické složení vejce [20]

Složka	Průměrný obsah (g/ 100 g)	Složka	Průměrný obsah (mg/ 100g)
voda	75,1	vitamin C	0
bílkoviny	12,5	vitamin D	0,0018
tuky	11,2	vitamin E	1,91
cukry	stopy	vitamin B6	0,12
celkový dusík	2,01	vitamin B12	0,0025
vláknina	0	karoten	stopy
mastné kyseliny	9,3	thiamin	0,09
cholesterol	391	riboflavin	0,47
Se	0,011	niacin	0,1
energie	627	Cl	160

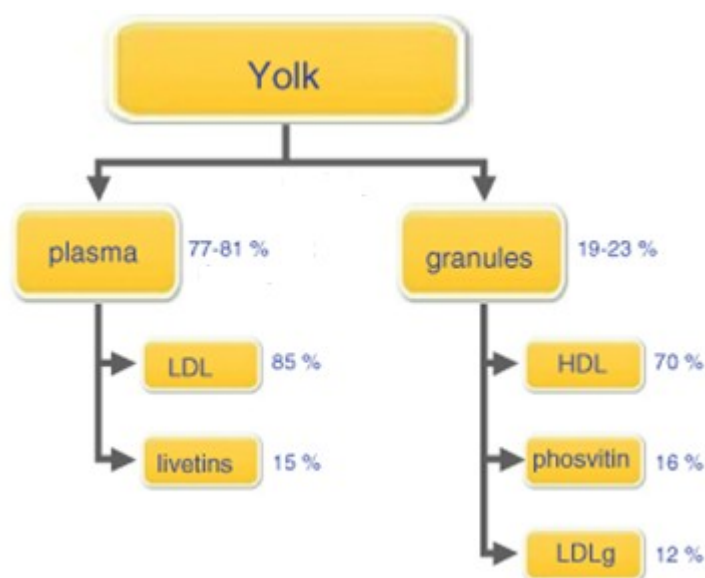
1.3.1 Chemické složení žloutku

Vaječný žloutek je ideálním příkladem přírodních supramolekulárních tuků a proteinů s různou úrovní organizace na základě interakcí mezi proteiny a fosfolipidy. Tyto interakce jsou nezbytné pro řízení výroby potravin obsahující vaječný žloutek, zejména emulzí. Žloutek je z chemického hlediska nejsložitější částí vejce. Představuje 36 % celkové hmotnosti vejce. Jedná se o emulzi tuku ve vodě. Skládá se ze 47 - 50 % vody, 1/3 bílkovin, 2/3 lipidů, necelého 1 % sacharidů a přibližně 1,6 % minerálních látek. Obsah sušiny ve žloutku slepičího vejce kolísá v rozmezí 50,5 - 52 %. Struktura žloutku může být rozdělena na dvě od sebe oddělitelné frakce - nerozpustné granule a jasně žlutou kapalinu, nazývanou plazma. Plazma vytváří 78 % sušiny žloutku, zatímco granule pouhých 22 %. Obsah sušiny granulí je přibližně 44 %, z toho 64 % bílkovin, 31 % tuků a 5 % popela. Plazma obsahuje zhruba 73 % tuků, 25 % bílkovin a 2 % popela. Lipidy v plazmě se skládají ze 70 % triglyceridů, 25 % fosfolipidů a 5 % cholesterolu [21,23,24].

1.3.1.1 Bílkoviny

Bílkoviny ve žloutku se rozdělují na bílkoviny obsažené v plazmě a bílkoviny obsažené v granulích, jak znázorňuje obrázek č. 5. Plazma tvoří vodnou fázi, ve které jsou částice v suspenzi a obsahuje z 85 % nerozpustné lipoproteiny s nízkou hustotou (LDL) a z 15 %

rozpustné proteiny (livetiny). Jedná se zejména o α -livetiny, β -livetiny a γ -livetiny. Granule jsou tvořeny především lipoproteiny s vysokou hustotou, jako jsou HDL (70 %), fosvitinem (16 %) a lipoproteiny LDLg (12 %). Skládají se z kruhových komplexů o velikosti v rozmezí 0,3 až 2 μm . Granule představují asi 22 % sušiny žloutku. Obsah sušiny granulí tvoří zhruba 44 %, z toho je 64 % bílkovin, 31 % tuků a 5 % popela. Granule lze od plazmy oddělit frakcionací. Postup frakcionace je založen na dvou základních postupech: zředění a odstředování [23,24,25].



Obr. 5. Rozdělení vaječného žloutku [23]

yolk (žloutek), plasma (plazma), granules (granule), livetins (livetiny), fosvitin (fosvitin)

1.3.1.1.1 *Livetiny*

Mezi čisté proteiny obsažené v plazmě patří livetiny. Jedná se o kulovité proteinové frakce rozpustné ve vodě. Zahrnují α -livetiny, β -livetiny a γ -livetiny v poměru 2:5:3. Hlavním komponentem α -livetinu je albumin, α -2-glykoprotein je hlavní součástí β -livetinu a imunoglobulin Y je hlavní součástí γ -livetinu. α -livetiny jsou zodpovědné za alergické reakce [22,26].

1.3.1.1.2 *Fosvitiny*

Fosvitin je fosfoglykoprotein, který nalezneme v granulích, a reprezentuje 4 % sušiny žloutku. Obsahuje 10 % kyseliny fosforečné, která je vázána na serin a 6,5 % sacharidů a skládá se z 217 aminokyselinových zbytků. Má velmi silné chelatační vlastnosti, může vázat vícemocné kovy a až 95 % železa obsaženého ve vaječném žloutku. Rozlišujeme α -

fosvitin a β -fosvitin, které se od sebe liší složením aminokyselin, obsahem fosforu a koncentrací sacharidů. Fosvitin je vysoce tepelně rezistentní, denaturuje při teplotě na 110 °C [22,26].

1.3.1.1.3 Lipoviteliny (LDL – Low-Density Lipoproteins)

Lipoviteliny jsou hlavní součástí žloutku a jsou zodpovědné za emulgační vlastnosti žloutku. Tvoří až 2/3 sušiny žloutku. Jsou syntetizovány v játrech nosnice, odkud jsou transportovány krví do vaječníků. Z vaječníků jsou bez velkých změn převedeny do žloutku. Jsou to kulovité částice s lipidovým jádrem v tekutém stavu (převážně triacylglyceroly), které je obklopeno vrstvou fosfolipidů a proteinů (apoproteiny). Skládají se z 11 - 17 % bílkovin a 83 - 89 % lipidů, z toho tvoří 74 % neutrální lipidy a 26 % fosfolipidy. Lipoviteliny jsou rozpustné ve vodných roztocích. Nacházejí se převážně v plazmě, ale zbytková část je zahrnuta v granulích (tzv. LDLg) [22,26].

1.3.1.1.4 Lipoviteliny (HDL – High-Density Lipoproteins)

Lipoviteliny jsou druhou skupinou lipoproteinů obsažených ve žloutku a vytváří zhruba jednu šestinu vaječného žloutku. Nacházejí se v granulích. HDL jsou důsledkem proteolytického štěpení prekurzoru (vitellogeninu), který je syntetizován v játrech při regulaci estrogenu. Jedná se o kulovité částice, které se skládají ze 75 - 80 % z proteinů a 20 - 25 % lipidů. Z lipidů jsou zde zastoupeny z 65 % fosfolipidy, z 30 % triglyceridy a z 5 % cholesterol. Taktéž jako lipoviteliny se rozdělují na α -lipoviteliny a β -lipoviteliny [22,26].

1.3.1.2 Lipidy

Lipidy tvoří asi 31,8 - 35,5 % žloutku. Nejrozšířenější lipidy jsou triacylglyceroly (64 - 67 %), dále fosfolipidy (22 - 28 %). Žloutkové fosfolipidy jsou známé jako lecitin, který obsahuje fosfatidylcholin (60 - 75 %), fosfatidylethanolamin (15 - 26 %), sfingomyeliny, fosfatidylinositol, fosfatidylglycerol a fosfatidylserin [27].

Žloutek obsahuje významné množství karotenoidů jako je lutein a zeaxanthin, které jsou zodpovědné za žlutou barvu žloutku. Tyto antioxidantní sloučeniny mají blahodárné účinky na lidské zdraví. Fosfatidylethanolamin se díky volným aminoskupinám účastní reakcí neenzymatického hnědnutí během pečení nebo jiného záhřevu [21,27].

Pro vaječný žloutek je typický vysoký obsah nenasycených mastných kyselin. Zastoupení mastných kyselin ve žloutku je ovlivňován řadou biologických faktorů, jako jsou genetické

vlivy, plemeno, linie nebo kombinace, věk nosnice, skladba krmiva a jiné. Nenasycené mastné kyseliny tvoří až 70 % obsahu, z čehož téměř 50 % připadá na kyselinu olejovou. Další majoritní kyselinou je kyselina linolová s obsahem 6 - 10 %. Nasycené mastné kyseliny tvoří ve žloutku asi 30 %. Nejvíce je zastoupena kyselina palmitová a stearová. Významný je obsah polynenasycených mastných kyselin, které se ve žloutku nacházejí v množství 8-12 % [21,28].

1.3.1.3 Cholesterol

Cholesterol se ve žloutku nachází většinou ve volné formě, pouze asi 15 % je esterifikováno mastnými kyselinami. Cholesterol je významnou živinou pro vývoj nového zárodku. Ve žloutku se jeho obsah liší podle druhu drůbeže, plemene a linie. U drůbeže se nejvíce cholesterolu nachází ve vejcích vodní drůbeže (kachny a krůty). U drůbeže se obsah cholesterolu liší v závislosti na plemeni (těžká plemena mají vyšší obsah - Rhode Island Red), starší nosnice (stářím klesá), způsobu chovu aj. Obsah cholesterolu ve žloutku slepičích vajec je 840 - 1914 mg/ 100g. Nižší obsah cholesterolu bývá u vajec s bílou skořápkou. Nižší obsah cholesterolu mají vejce z velkochovů. Vzhledem k tomu, že slepice z malochovů nemají regulovaný příjem tuků, snášejí vejce, která jsou na cholesterol bohatší. V křepelčích vejcích je obsah cholesterolu srovnatelný s vejci slepičími. Dnes se u nás nejrozšířenější hybridní linie (např. Hisex hnědý) vyznačuje nízkou produkcí cholesterolu [13,21,28].

1.3.1.4 Ostatní složky žloutku

Obsah sacharidů ve žloutku je poměrně nízký (cca 1 %). Většina sacharidů je vázána na proteiny. Pouze 0,12 - 0,20 % sacharidů se nachází ve volné formě. Z nich 98 % připadá na glukózu. Z cukrů lze ve žloutku nalézt glukózu, glukózamin, manózu, galaktózu a jiné. Ve žloutku čerstvých vajec je přítomno i malé množství glykogenu [13,21,28].

Vaječný žloutek obsahuje vitaminy rozpustné jak v tucích (lipofilní), zejména A a E, tak i ve vodě (hydrofilní) s výjimkou vitamínu C. Z vitamínů rozpustných ve vodě jsou nejvíce zastoupeny kyselina pantotenová (B₅), riboflavin (B₂) a thiamin (B₁). Hydrofilní vitaminy migrují mezi žloutkem a bílkem i přes žloutkovou membránu. Lipofilní vitaminy jsou nerovnoměrně rozloženy mezi granulemi a plazmou. Obsahy vitamínů jsou závislé na výživě nosnic [13,21,28].

Žloutek obsahuje barevné pigmenty, které se nazývají karotenoidy. Karotenoidy jsou v tučných rozpustná žlutá, oranžová a červená barviva, která se dostávají do žloutku z krmiv nosnice. Největší koncentrace těchto pigmentů je v tmavém žloutku. Hlavní podíl na barvě žloutku mají xantofyly (zejména lutein, zeaxantin, kapsantin). Z důvodu, že konzumenti vyžadují intenzivně zbarvený žloutek, obohacují se krmné směsi přírodními nebo přírodně identickými barvivy [13,21,29].

Z minerálních látek je ve vaječném žloutku zastoupen nejvíce fosfor, který je vázán ve fosfolipidech a některých proteinech. Mezi další významné prvky patří železo, síra, sodík, draslík, vápník, chlor, selen a jiné. Vliv na obsah minerálních látek má složení krmiva, prostředí, a také roční období. Ve světle žlutém žloutku je obsah minerálních látek téměř 8x vyšší než v tmavém žloutku [28,29].

1.3.2 Chemické složení bílku

Vaječný bílek představuje asi 60 % celkové hmotnosti vajec. Skládá se z vodného roztoku proteinů, který obsahuje několik minerálních látek a sacharidů. Převažující složkou bílku je voda, jejíž obsah se pohybuje u různých druhů vajec v rozmezí 86,5 - 89,7 %. Sušina bílku kolísá v rozmezí 8 - 16 %. Průměrná sušina je od 12 - 13 %. Vyšší sušina bývá obvykle u nosnic (slepice) na počátku snášky a klesá s věkem nosnice [21,28]. V tabulce č. 5 je uvedeno průměrné chemické složení bílků různých druhů drůbeže.

Tab. 5. Průměrné chemické složení bílků různých druhů drůbeže v % [28]

Obsah jednotlivých složek		Slepice	Krůta	Kachna	Husa
voda		87,9	86,5	86,8	86,7
sušina		12,1	13,5	13,2	13,3
z toho	bílkoviny	10,6	11,5	11,3	11,3
	lipidy	0,03	0,03	0,08	0,04
	sacharidy	0,9	1,3	1	1,2
	miner. látky	0,6	0,7	0,8	0,8

1.3.2.1 Bílkoviny

Vaječné bílky obsahují více bílkovin než žloutky. Proteiny představují více než 90 % sušiny vaječného bílku. Bílek je směsí asi 40 různých typů proteinů, které strukturálně patří mezi fibrilární i globulární (ve vodě rozpustné) proteiny. Některé vykazují různé biologické vlastnosti jako enzymy. Vlastnosti proteinů vaječného bílku jsou zodpovědné za vynikající pěnovost. Mezi hlavní a nejvíce zastoupené proteiny patří ovoalbumin, ovotransferin (dříve konalbumin), ovomukoid, lysozym, globuliny a ovomucin [21,23,24,30].

1.3.2.1.1 Ovoalbumin

Ovoalbumin je hlavní protein vaječného bílku a je to globulární fosforylovaný protein. Tvoří více než 50 % všech obsažených proteinů v bílku. Tvoří ho 385 aminokyselin a je to jediný protein, který obsahuje 4 sulfhydrylové skupiny. Polovina jeho aminokyselin je hydrofobní, jedna třetina je elektricky nabitá, zásadně negativně. Ovoalbumin začíná denaturovat již při zahřevu 57,5 °C, denaturační teplota je závislá na pH. Nejedolnější je při pH 6,5 - 7,0 [22,28].

1.3.2.1.2 Ovotransferin

Ovotransferin (konalbumin) je druhý nejvíce zastoupený protein vaječného bílku (13 %). Je to glykoprotein tvořený z 686 aminokyselinových zbytků. Ovotransferin je zodpovědný za přenos železitých iontů z vejcovodu slepice do vyvíjejícího se embrya. Jeho prostorová struktura je ovlivňována přítomností 15 disulfidických můstků. Ovotransferin je ze všech proteinů bílku nejvíce citlivý vůči zahřevu, denaturuje již při 35 °C. Zahřevem se poškozují funkční vlastnosti, zejména schopnost tvořit pěnu, která je v nativním stavu nejvyšší ze všech proteinů bílku [21,22,26].

1.3.2.1.3 Ovomucin

Ovomucin představuje zhruba 3,5 % bílkových proteinů a je zodpovědný za gelovité vlastnosti vaječného bílku. Je to vysoce fosforylovaný glykoprotein, který se skládá ze dvou podjednotek s rozdílným obsahem sacharidů. α -ovomucin obsahuje méně sacharidů (11 - 15 %) než β -ovomucin (50 - 57 %). Mezi sacharidy zastoupené v ovomucinu řadíme manózu, galaktózu, N-acetyl-D-galaktózamin, N-acetyl-D-glukózamin a fruktózu. Ovomucin je nerozpustný při neutrální hodnotě pH nebo v přítomnosti denaturačních činidel [22,31].

1.3.2.1.4 Ovomukoid

Ovomukoid je vysoce glykosylovaný protein (až 25 % sacharidů). Je složen ze 186 aminokyselinových zbytků. Ovomukoid je vysoce odolný vůči teplu díky svému vysokému obsahu cystinu a v důsledku vysokého počtu disulfidových vazeb. Za kyselých podmínek může odolat teplotě téměř 100 °C, ale poměrně rychle denaturuje v alkalických roztocích [22].

1.3.2.1.5 Avidin

Avidin zastupuje pouze velmi malé množství proteinů ve vaječném bílku (0,05 %). Je to alkalický protein s extrémně vysokou afinitou a je vysoce stabilní [26].

1.3.2.1.6 Lysozym

Lysozym je silně zásaditý protein schopný hydrolyzovat β -(1-4) vazby mezi specifickými polysacharidy. Jeho jediný polypeptidový řetězec se skládá ze 129 aminokyselinových zbytků. Váže se na ovomucin, ovotransferin a ovalbumin prostřednictvím elektrostatických interakcí mezi kladně nabitou částí lysozymu a negativně nabitou částí těchto glykoproteinů. Lysozym vykazuje bakteriostatickou a bakteriocidní aktivitu, která našla několik uplatnění v potravinách [22,24].

1.3.2.2 Ostatní složky bílku

Většina sacharidů vaječného bílku se nachází vázána v glykoproteinech, kde jsou kovalentně vázány na polypeptidové řetězce v různém množství a v různé kombinaci. Z cukrů jsou přítomny D-galaktóza, D-manóza, D-glukózoamin, D-galaktózamin a kyselina sialová (N-acetylneuraminová). Ve volné formě v bílku nachází glukóza, a to v množství asi 0,4 g [13,21].

Z dalších látek jsou přítomny v bílku vitaminy rozpustné ve vodě (skupina B) s výjimkou kyseliny askorbové. Jejich obsah kolísá v závislosti na krmivu, plemeni, ročním období. Během stárnutí vejce difundují vitaminy do žloutku a naopak [13].

Obsah minerálních látek kolísá v rozmezí 0,6 - 0,95 % a je ovlivňován stejnými faktory jako u žloutku. Nejvíce je zastoupena síra (200 mg/ 100 g), chlor (170 mg/ 100g), sodík a draslík (160 mg/ 100g). Bílek obsahuje více sodíku, draslíku a síry, ale méně vápníku, fosforu a železa v porovnání se žloutkem. Z organických kyselin jsou v bílku přítomny kyselina mléčná, citronová, jablečná a jiné [28,29].

1.3.3 Chemické složení skořápky

Vaječná skořápka je složena z vody (1 - 2 %), organických látek (4,15 %) a minerálních látek (94,85 %). Hlavní podíl minerálních látek tvoří uhličitan vápenatý, který je zastoupen až z 93,70 %. Proteiny jsou zde zastoupeny především ovokleidinem, osteopontinem a ovoalbuminem. Ovokleidin je hlavní protein vaječné skořápky a je hlavním ukazatelem ukládání uhličitanu vápenatého ve skořápce. Podílí se na regulaci ukládání minerálních látek. Skořápka také obsahuje 0,045 % lipidů a podskořápkové blány 1,35 % lipidů. Jedná se především o neutrální lipidy (mono-, di- a triacylglyceroly, cholesterol a jeho estery a volné mastné kyseliny). Ve skořápce dominují nasycené mastné kyseliny - palmitová a stearová a z nenasyčených mastných kyselin se zde nachází kyselina olejová a linolová [19,21,32].

1.4 Vejce ve vztahu ke zdraví člověka

Po dlouhá léta jsou slepičí vejce považována za výkonnou stravu kvůli svému výjimečnému výživovému profilu jako potraviny bohaté na živiny obsahující vysoce kvalitní bílkoviny a podstatné množství mnoha nezbytných vitaminů a minerálů. Celé vejce obsahuje víc než 12 % bílkovin a téměř 12 % tuku, který je velmi lehce stravitelný [27,33].

1.4.1 Historicky vnímané překážky v konzumaci vajec

1.4.1.1 Cholesterol

Mezi lidmi stále panují obavy, že vejce je potravina příliš bohatá na cholesterol a tudíž má negativní vliv na cholesterol v krvi a na srdce. Tento mýtus převládá i přes silné důkazy, které ukazují, že účinky potravin bohatých na cholesterol na hladinu cholesterolu v krvi jsou klinicky nevýznamné. Vejce jsou na cholesterol velmi bohaté, ve 100 g vejce se nachází přibližně 391 mg cholesterolu, což odpovídá přibližně 225 mg ve středním vejci. Konzumace jednoho vejce denně představuje méně než 1 % rizika vzniku koronární choroby srdeční, která se pojí s vysokou hladinou cholesterolu v krvi. Vyšší riziko vzniku je připisováno faktorům životního stylu, jako je kouření, špatná strava nebo málo pohybu. Výzkum také ukázal, že konzumace dvou vajec po dobu šesti týdnů neměla žádný vliv na endoteliální funkci, což je ukazatel kardiovaskulárních chorob [34,35].

1.4.1.2 *Salmonella*

Ve Velké Británii se v roce 1988 trh s vejci za pouhou noc zhroutil a prodej vajec poklesl o 60 %. Krize byla spuštěna na základě informace, že většina britské produkce vajec byla nakažena salmonelou, kterou oznámila tehdejší ministryně zdravotnictví Edwina Currieová. *Salmonella enteritidis*, fágový typ 4 (PT4) způsobovala infekce nosnic, které v důsledku toho snášely nakažená vejce. Důvodů masivního rozšíření salmonely je hned několik. Spekuluje se, že se tento nový kmen mohl objevit po celém světě kvůli pokusům chovatelských společností o eradikaci dvou kmenů salmonel specifických pro drůbež, v padesátých a šedesátých letech, čímž se potlačila předchozí získaná imunita vůči salmonely. Dalším důvodem mohla být kontaminace krmiva, protože se infekce objevila u nosnic, brojlerů i kachen [36].

1.4.2 Cholesterol a mastné kyseliny

Cholesterol ve vaječném žloutku má mnoho nutričních i zdravotních přínosů. Je velmi důležitý komponent v buněčných membránách, je nutný pro růst kojenců a prekurzorem žlučových kyselin a pohlavních hormonů. Mezi zdravotní přínosy omega-3 mastných kyselin obsažených ve vejcích můžeme zařadit především prevenci a léčbu hypertenze, artritidy a autoimunitních poruch, a jsou velmi důležité pro vývoj mozku a zraku [37].

1.4.3 Vitamin D

Vejce jsou jedním z mála přírodních zdrojů bohatých na vitamin D. Termín vitamin D označuje skupinu sloučenin jako je cholekalciferol a jeho hlavní metabolit 25-hydroxycholecalciferol. Hlavním úkolem vitamínu D je udržení koncentrace vápníku v sérech ve fyziologicky homeostatickém rozmezí. Také hraje důležitou roli při udržování imunitního systému. Jeho nedostatek může vést k mineralizaci kostry, což může u starších lidí způsobovat například osteoporózu. Vaječné žloutky jsou bohaté na vitamin D z důvodu přenosu vitamínu D z krmiva slepic. Většina lidí přijímá jen okolo 10 % vitamínu D v potravě, zbytek získáváme především ze slunečního záření. Proto je u lidí, kteří se málo vystavují slunci velmi důležitá konzumace vajec, která jsou na vitamin D bohatá [38].

1.4.4 Lecitin

Lecitin je souhrnný název pro skupinu tukům příbuzných látek, které se nazývají fosfatidilcholin. Lecitin a v něm obsažený cholin jsou důležitou látkou pro vývoj mozku a je považována za velmi důležitou pro těhotné a kojící ženy [27].

1.4.5 Ostatní benefity vajec

Vejsce poskytují nejbohatší směs esenciálních aminokyselin, která je důležitá pro děti, dospívající a dospělé pro udržení růstu a budování svalů. U starších osob může vysoká kvalita bílkovin zabránit degeneraci kosterních svalů a chránit před některými zdravotními riziky spojenými se stárnutím. Výzkum také ukázal, že lidé pravidelně konzumující vejce měli vyšší příjem všech živin ve srovnání s těmi, kteří vejce nekonzumují. Selen obsažený ve vejci chrání proti rakovině plic a zmírňuje riziko prostaty. Vejce jako potravina s vysokým obsahem bílkovin přispívá k sytosti a pomáhá lidem řídit chuť k jídlu, proto mohou vejce hrát důležitou roli při hubnutí a udržování hmotnosti [34,36].

1.5 Základní vlastnosti vajec

1.5.1 Fyzikálně chemické vlastnosti

Bod mrznutí - bod mrznutí bílku se pohybuje průměrně kolem $-0,455\text{ }^{\circ}\text{C}$ a bod mrznutí žloutku je kolem hodnoty $-0,601\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je ovlivněn úbytkem CO_2 . S klesajícím obsahem CO_2 se zvyšuje, u bílku výrazněji než u žloutku. U dlouhodobě skladovaných vajec, ve kterých je vlivem vysychání snížen obsah vody, má bod mrznutí nižší hodnoty [5,21].

Hodnota pH - pro bílek i žloutek odlišná. U čerstvě sneseného vejce je pH bílku cca 7,6, zatímco pH žloutku 6,0. Během stárnutí se uvolňuje CO_2 , který je rozpuštěný v bílku a hodnota pH bílku roste až na 9,3 - 9,7. Hodnota pH žloutku při skladování roste na 6,3 - 6,8 [5,21].

Viskozita - je významnou technologickou veličinou. Viskozita bílku i žloutku závisí na řadě faktorů, jako je stáří vejce, teplotě a taky například na obsahu vody [21].

1.5.2 Vnější vlastnosti

Hmotnost vejce - je jedním ze základních ukazatelů jakosti vejce. Hmotnost vejce má velký hospodářský význam v chovu drůbeže a je považována za jeden z největších cílů. Průměrná hmotnost slepičího vejce je 58 g, z toho skořápka 6 g, bílek 33 g, žloutek 19 g. Hmotnost vajec je podmíněna plemennou příslušností, genotypem, stářím nosnice a výživou. Hmotnost má také rozhodující vliv na kvalitu kuřat, líhnutí a kondici, proto je hmotnost vejce klíčovou otázkou pro výrobce i chovatele. Požadavky spotřebitelů a zpracovatelů na hmotnost vejce nejsou stejné. Spotřebitelé požadují vejce větší (55 - 60 g)

a zpracovatelé požadují vejce vyrovnané, protože moderní zařízení pro zpracovávání vajec jsou konstruované na vejce vyrovnaného tvaru a velikosti [21,33].

Tvar vejce - je dán poměrem příčné osy k ose podélné a vyjadřuje se v procentech tzv. indexem tvaru. Tvar vejce je typický pro různá plemena a linie a je dědičný. Můžeme tedy mít vejce kulovitá, oválná, podlouhlá nebo vejčitá, které jsou nejběžnějším tvarem vajec. Čerstvě snesené vejce nemá vzduchovou bublinu, ta vzniká při vysychání a chladnutí vejce. Vzduchová bublina je tedy charakteristickým znakem stárnutí vejce [8,39].

Vaječná skořápka - standardní čerstvě snesené vejce má hladkou, poloprůsvitnou skořápku. Vlivem postupného vysychání se u starších vajec skořápka stává matnou. Vejce bez skořápky snášejí kuřice na začátku snášky nebo nosnice, kterým chybí ve výživě vápník a vitamin D. Důležitou vlastností skořápky je její pevnost, která souvisí se strukturou skořápky a její tloušťkou. Pevnost skořápky však není přímo úměrná její tloušťce, ale souvisí též s kompaktností skořápky. Vliv na pevnost skořápky má výživa, dědičnost, stáří nosnice, některé choroby a stres [15,40].

Barva skořápky může být bílá nebo hnědá v odstínech od světle až po tmavě hnědou. Barva skořápky je závislá na plemeni nosnice. Například plemeno Araucana má skořápku zelenou. U nosnic s vysokou snáškou hnědých vajec klesá intenzita barvy s počtem snesených vajec [28].

1.6 Funkční vlastnosti vajec

Funkčními vlastnostmi se rozumí ty vlastnosti, které jsou využitelné při přípravě a výrobě potravin. Patří mezi ně především [13]:

1. tvorba gelu,
2. tvorba pěny,
3. emulgační vlastnosti.

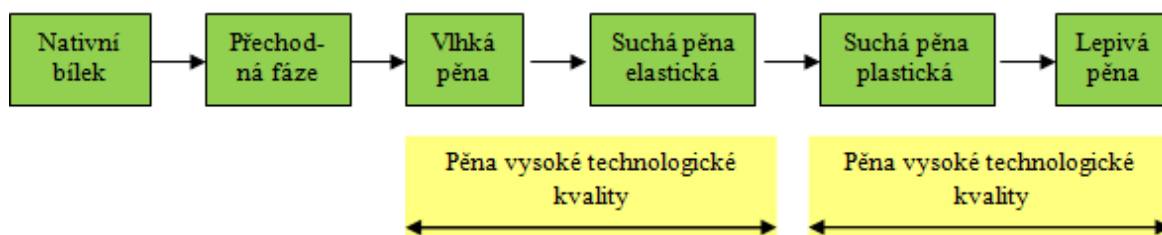
Mimo to vejce přispívají i k barvě, chuti a vůni potravin. Tyto vlastnosti jsou ovlivňovány plemenem, stářím nosnice, stářím vajec a především způsobem zpracování vajec (pasterace, mražení, sušení). Lepší schopnost tvořit gel má bílek, žloutek a melanž má schopnost horší, neboť neobsahuje lipidy [13].

1.6.1 Tvorba gelu

Denaturace je proces, při kterém proteiny přecházejí z uspořádaného stavu do stavu neuspořádaného a biologicky aktivní proteiny ztrácejí svou aktivitu. K denaturaci může docházet záhřevem, šleháním, mícháním, absorpcí na fázovém rozhraní nebo také chemickou cestou. Při agregaci dochází k interakci mezi proteiny, která vede k tvorbě komplexů o velké molekulové hmotnosti. Jednou z forem agregace je koagulace, při níž převažují interakce mezi dvěma polymerními molekulami, nebo polymerem a rozpouštědlem. Při uspořádané agregaci proteinů se tvoří trojrozměrná síťová struktura neboli gel. Během vytváření gelu se rozvinují řetězce polypeptidů a hydrofobní skupiny obklopují vrstvu molekul vody. Tvorba gelu je ovlivňována řadou faktorů, z nichž nejvýznamnější je teplota. Gely jsou nejpevnější mezi 71 - 83 °C. Jako nejvhodnější kombinace teploty a doby k dosažení dobré textury bílkovinného gelu se uvádí záhřev při 80 - 85 °C po dobu 30 - 60 min. Dalším faktorem, který ovlivňuje tvorbu gelu, je koncentrace proteinů. Vyšší koncentrace proteinů vede k vyšší a rychlejší tvorbě gelu. Pevnost gelu je také závislá na obsahu vody a na pH. Zvýšením iontové síly, např. přidáním NaCl nebo jiných solí se pevnost vytvořeného gelu zvyšuje. Pokud jsou při denaturaci proteinů přítomny cukr a sůl, mohou ovlivnit odolnost bílkovin vůči vysokým teplotám, přičemž cukr a především sůl zvyšují tepelnou stabilitu bílku [21,28,41].

1.6.2 Tvorba pěny

K nejdůležitějším vlastnostem bílku patří schopnost tvořit pěnu. Tato vlastnost se uplatňuje v potravinářských technologiích při výrobě pekařských a cukrářských výrobků. Pěna je dvoufázový disperzní systém, ve kterém je dispergovanou fází vzduch a povrchovou fází tvoří tenká vrstva denaturovaných proteinů. K denaturaci dochází šleháním a její mechanismus se liší od denaturace tepelné. Během tohoto typu denaturace vystupují na povrch hydrofobní skupiny, které byly původně ve vnitřních vrstvách molekuly. Díky tomu nastává silná absorpce proteinů na rozhraní vzduch a voda, přičemž se snižuje povrchová energie a povrchové napětí, čímž se usnadňuje další tvorba pěny. Důležité je, aby byla dosažena rovnováha mezi hydrofobními a hydrofilními skupinami [21]. Nejlepší schopnost tvořit pěnu mají proteiny v blízkosti izoelektrického bodu. Schéma tvorby pěny lze nalézt na obrázku č. 6.



Obr. 6. Schéma tvorby pěny z vaječných bílků [21]

Na tvorbě pěny se podílejí především ovoalbumin, ovotransferin a ovomukoid, menší vliv mají lysozym, ovomucin a globuliny. Globulární proteiny snižují povrchové napětí a stabilizují trvanlivost pěny. Kvalitu pěny lze zvyšovat přidávkem mléčných proteinů. Z hlediska technologické využitelnosti se u bílků posuzuje schopnost tvorby pěny, tzv. šlehatelnost a trvanlivost pěny [13].

1.6.3 Emulgační schopnosti vaječného bílku

Emulze je disperzní systém dvou vzájemně nemísitelných kapalin, kdy je jedna ve druhé jemně rozptýlena. Je - li emulgátor rozpustný ve vodě (hydrofilní), vzniká emulze typu olej ve vodě a naopak. Emulgátor je látka, která snižuje povrchové napětí mezi fázemi a tvoří film, který brání přibližování kapiček jednotlivých fází. Vaječný žloutek je sám emulzí a zároveň má schopnost emulze vytvářet. Žloutková plazma vykazuje lepší emulgační vlastnosti než granule, a to díky přítomnosti LDL, které nejvíce přispívají k tvorbě emulze. Emulgační schopnosti má i vaječná melanž, ale menší než žloutek. Na tvorbě emulzí se nejvýznamněji podílí na protein vázané fosfolipidy, zejména lecitin a ještě více lysolecitin. Díky své hydrofilní povaze vytvářejí emulzi typu olej ve vodě. Naopak cholesterol, který je lipofilní, tvoří emulzi typu voda v oleji. Vaječný žloutek jako emulgátor je schopen tvořit oba typy emulzí [25,28].

1.6.4 Antioxidační působení fosfolipidů žloutku

Lecitin a především kefalin (fosfatidylethanolamin) působí antioxidačně tím, že váží kyslík. Dochází k synergizmu mezi fosfolipidy a α -tokoferolem. Vedle toho tvoří fosfolipidy cheláty s těžkými kovy a tím inhibují vznik hydroperoxidů. Fosfolipidy, zejména kefalin, se účastní reakcí neenzymového hnědnutí a vznikající polymery působí jako antioxidanty. Nevýhodou je však zhoršení barvy, chutě a vůně [21].

1.6.5 Potlačování krystalizace

Do některých cukrovinek, jako jsou fondány a fondánové náplně se přidává vaječný bílek, aby bránil krystalizaci sacharózy. Cukr, popřípadě glukózový sirup, zašlehaný do bílkové pěny tvoří pouze malé krystalky a krystalizace je pomalá [21].

1.7 Značení vajec

Podle nařízení komise (ES) č. 598/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy pro vejce, se vejce rozdělují do dvou tříd, konkrétně do třídy A a třídy B. Základní rozdíl mezi vejci třídy A a třídy B je jejich jakost [1]. Základní jakostní znaky vajec třídy A jsou uvedeny v tabulce níže.

Tab. 6. Jakostní znaky vajec třídy A [1]

Znak	Vejce třídy A
Skořápka a blána	Čisté, nepoškozené, normálního tvaru
Vzduchová bublina	Nepohyblivá, maximálně 6 mm vysoká
Žloutek	Při prosvětlení viditelný pouze jako stín, bez zřetelně rozeznatelných obrysů, při otáčení se zlehka pohybuje a vrací se ke středu
Bílek	Čirý, průhledný
Zárodek	Nepostřehnutelný vývoj
Cizí látky	Nepřípustné
Cizí pach	Nepřípustný

1.7.1 Vejce třídy A

Vejce třídy A se před ani po třídění nesmějí mýt. Tato vejce nesmí být žádným způsobem konzervována nebo chlazená v prostorech či objektech, kde je teplota udržována pod 5 °C. Vejce, která byla během dopravy uchovávána při teplotě nižší než 5 °C a po dobu kratší

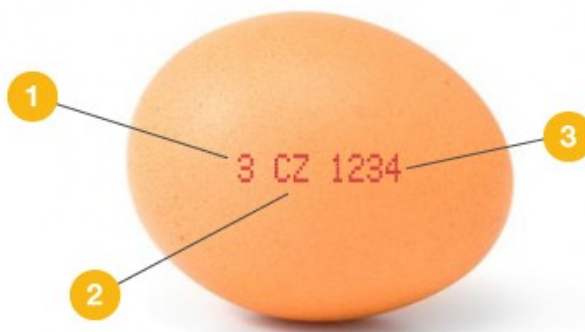
než 24 hodin nebo v maloobchodních prodejnách a přidružených prostorách po dobu kratší než 72 hodin, se však nepovažují za chlazená [1]. Vejce třídy A jsou dále tříděna dle hmotnosti, které jsou shrnuty v tabulce č. 7.

Tab. 7. Hmotnostní skupiny vajec [42]

Hmotnostní skupina	Hmotnost 1 vejce v gramech	Minimální hmotnost 100 kusů v kg
XL - velmi velká	73 a více	7,3
L - velká	od 63 do 73	6,4
M - střední	od 53 do 63	5,4
S - malá	méně než 53	4,5
Připouští se nejvíce 6 % vajec bezprostředně nižší skupiny hmotnosti		
Vejce třídy B nemusí být hmotnostně tříděna		

Hmotnostní skupina se vyznačí příslušnými písmeny nebo výrazy nebo pomocí kombinace písmen a výrazů, a případně lze uvést i příslušné hmotnostní rozpětí. Jestliže jedno balení obsahuje vejce třídy A různých velikostí, uvede se minimální čistá hmotnost vajec v gramech a na vnější straně obalu se uvede označení „Vejce různých velikostí“ nebo analogický výraz [20].

Povinné údaje na vejcích: (Na vejci najdeme např. značení **3 CZ 1234**, jak ukazuje obrázek níže)



Obr. 7. Značení vajec [43]

První číslice (1) označuje metodu chovu nosnic:

„1“ - vejce nosnic ve volném výběhu

„2“ - vejce nosnic v halách (na podestýlce)

„3“ - vejce nosnic v klecích

„0“ - vejce nosnic v ekologickém zemědělství (BIO) [44].

Za číslicí označující metodu chovu se nachází kód producenta (2), který na vejci označuje skutečný původ vajec:

Tab. 8. Registrační kódy států [29]

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

Poslední čtyřčíslí (3): např. „1234“ - znamená registrační číslo hospodářství (chovu) [44].

1.7.2 Vejce třídy B

Vejce třídy B jsou vejce, která neodpovídají jakostním znakům vajec třídy A. Vejce třídy A, která již nemají tyto jakostní znaky, mohou být přeřazena do třídy B. Vejce třídy B se smí dodávat pouze do potravinářského a jiného průmyslu [1].

Vejce třídy B se označují kódem producenta nebo jiným způsobem. Označení by mělo mít podobu kruhu o průměru minimálně 12 mm, v němž je písmeno „B“ o minimální výšce 5 mm, nebo jiný patrný barevný bod o průměru minimálně 5 mm [1].

Vejce ve skořápce jiných druhů než *Gallus gallus* vhodná k lidské spotřebě nebo ke zpracování se uchovávají, skladují a přepravují v suchu, mimo přímý dosah slunce, při nekolísavé teplotě v rozmezí od 5 °C do 18 °C [45].

1.8 Vady vajec

Dle zjevných vnějších znaků se vejce posuzují vizuálně a prosvěcováním dle vnitřních znaků. Vady rozdělujeme na vnější a vnitřní, vnitřní vady se dále rozdělují na mikrobiální, mechanické a biologické [39].

Vnější vady:

Mezi zjevné vady patří například špinavá nebo porušená skořápka - praskliny, abnormální struktura, vysoká poréznost. Vejce s menšími prasklinami na skořápkách, avšak s nepoškozenými podskořápkovými blanami nebo vejce s deformací skořápky se mohou používat na výrobu vaječných hmot. Vejce s rozbitou skořápkou nebo porušenými podskořápkovými blanami se k potravinářským účelům používat nesmí. Za vadná vejce se také považují ty, u nichž se částečně popřípadě úplně nevytvořila skořápka [21,28].

Vnitřní vady:

1.8.1 Mechanické vady

Mezi mechanické vady vajec zařazujeme vady způsobené nešetrnou manipulací s vejci během snášky, sběru, přepravy, prosvěcování, označování či balení. Patří zde drobné trhlinky, které nejsou při běžné prohlídce vidět, jsou vidět až při prosvěcování. Tato vejce se mohou zpracovávat na vaječné hmoty [28,46].

- **porušená skořápka** - ve skořápce je mikroskopická trhlinka, která se zjistí poklepem;
- **světelná trhlinka** - trhlinka ve skořápce je patrna při prosvěcování, neporušené blány, nehodí se ke skladování;
- **prasklá skořápka** - silněji porušená skořápka vejce, ale podskořápkové blány porušeny nejsou;
- **pohyblivá vzduchová bublina** - vytvoří se při protržení podskořápkové blány;
- **pohyblivý žloutek** - vychýlení žloutku ze středu vejce [33].

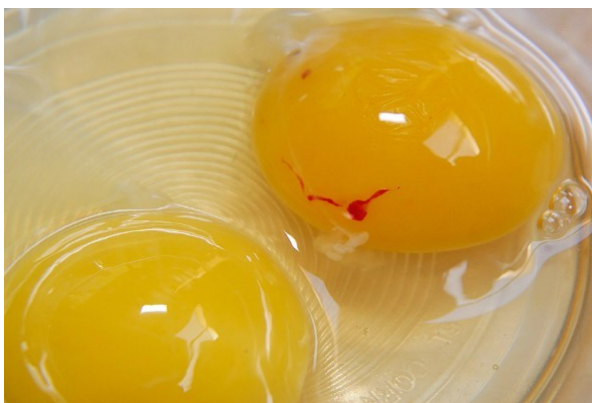
1.8.2 Biologické vady

Jedná se o vady vzniklé při tvorbě vejce v organismu.

- **krevní skvrna** - krevní sraženina vzniká nejčastěji při krvácení při ovulaci a častěji se vyskytuje u hnědých vajec. Tento výskyt může být ovlivněn i některými složkami krmiv. Krvavá skvrna se projevuje při prosvěcování;

- **masová skvrna** - vyskytuje se především v bílku. Její barva může být bílá, růžová nebo hnědá. Skvrny vznikají odloupením výstelky vejcovodu během vytváření bílku;
- **krvavý kroužek** - vzniká v důsledku odumření zárodku v určitém stupni vývoje. Jedná se o vejce oplodněné s vyvíjecím se zárodkem;
- **vejce s cizím tělískem** - tím může být např. písek nebo krmivo. Tato vejce nesmí být použita pro potravinářské účely [46].

Dále sem patří vejce abnormálního tvaru, velikosti a složení. Tato vejce lze použít k výrobě vaječných hmot. Mezi biologické vady patří také abnormální složení vejce, jako je vejce bez žloutku, vejce se dvěma žloutky nebo vejce bez skořápky [21,28,39].



Obr. 8. Krvaví skvrna na žloutku [47]

1.8.3 Mikrobiální vady

Jedná se o vady, které způsobují kažení. Tyto vady mohou být zjevné nebo skryté. Zjevné vady jsou způsobeny různými druhy bakterií, jsou viditelné při prosvěcování a bývají označeny jako červená, černá, zelená nebo bílá hniloba. Například bílou hnilobu způsobují mikroorganismy rodu *Achromabacter* a *Pseudomonas* a vejce mívají při prosvěcování jasně bílou barvu. Červená hniloba je způsobena mikroorganismy rodu *Serratia* a je možno pozorovat červené skvrny na podskořápkových blanách. V pokročilejším stadiu se hniloby projevují zápachem a při prosvěcování můžeme pozorovat tmavý žloutek a zředěný bílek, vzduchové bubliny a pohyblivost žloutku, dále smíchání vaječného obsahu, neprůhlednost až zbarvení. Velmi nepříjemným původcem mikrobiálních vad jsou plísně, které, zejména ve vlhkém prostředí a při orosení vajec, rostou na skořápce a póry pronikají do vaječného obsahu. Vady způsobené plísněmi se projevují skvrnitostí tmavé barvy. Vejce s těmito vadami jsou neupotřebitelná [28,39,46].

2 NÁZVOSLOVÍ Z OBLASTI VAJEC A VAJEČNÉ VÝROBY

- **vejce** - slepičí vejce ve skořápce, určené k přímé spotřebě u spotřebitele nebo v potravinářském průmyslu, s výjimkou vajec rozbitých, násadových a vařených. Pod uvedeným pojmem **vejce** se rozumí vždy jen vejce slepičí a v případech, že by se jednalo o vejce jiných druhů drůbeže, musí být na vejcích tento druh označen;
- **užitková nosnice** - dospělá slepice druhu *Gallus gallus*, která dosáhla snáškové zralosti a je chována pro produkci vajec, nikoliv však vajec násadových;
- **třídírna vajec** - provoz schválený kompetentním orgánem pro třídění vajec podle jakosti a hmotnosti;
- **prosvěcování** - ověření vnitřní jakosti vejce pomocí světelného zdroje;
- **krevní skvrna** - malá částice krve ve žloutku, nebo bílku;
- **masová skvrna** - malá částice tkáně vejcovodu na žloutku nebo v bílku;
- **čerstvá vejce** - vejce, vytríděná, zabalená a označená nejpozději do 10 dnů po snášce a po celou dobu skladovaná při stálé, nekólisavé teplotě v rozmezí 5 - 18 °C a relativní vlhkosti v rozmezí 70 - 75 % a která odpovídají dalším znakům čerstvosti; jsou určena k prodeji spotřebiteli ve skořápce, nesmí být upravena tak, aby došlo k pozměnění jejich vlastností;
- **chladiřenská vejce** - vejce, skladovaná při nekólisavých teplotách od -1,5 °C do 5 °C a příslušné relativní vlhkosti, která odpovídá dosažené teplotě;
- **průmyslová vejce** - slepičí vejce ve skořápce, která mohou mít porušenou skořápku, mohou být myta a mohou sem být zařazena i vejce násadová. U této skupiny vajec může dojít ještě k dalšímu rozlišení na vejce, určená pro potravinářský průmysl (vaječné hmoty, pekařské a cukrářské využití, výroba pochutin, nápojů apod.), a na vejce pro využití mimo potravinářský průmysl, která jsou nevhodná pro lidskou konzumaci (kožedělný průmysl, kosmetika, biotechnologie atd.);
- **násadová vejce** - slepičí vejce, určená k líhnutí kuřat;
- **nasazená vejce** - vejce násadová, která již byla vložena do líhni, ve kterých započal vývoj zárodku a která obsahují zárodek kuřete v různém stupni vývoje;
- **vejce prasklé (křap)** - vejce s poškozenou skořápkou, ale s nepoškozenými podskořápkovými blanami;
- **vejce rozbité** - vejce s porušenou skořápkou i podskořápkovými blanami;
- **vejce špinavá (znečištěná)** - vejce potřísněná na povrchu skořápky trusem, podestýlkou, vaječným obsahem, nebo jinými vnějšími nečistotami;

- **šarže** - vaječné obsahy, získané výtlučkem vajec od stejného dodavatele, stejného stáří, skladovaných za stejných podmínek a zpracovaných na stejném zařízení, za stejných podmínek a ve stejné době;
- **bílek** - téměř bezbarvá a průhledná část vaječné hmoty, získaná po vytlučení a oddělení od žloutku;
- **žloutek** - hustá a neprůhledná emulze světle žluté až žlutočervené barvy, získaná po vytlučení vejce a oddělení bílku;
- **vaječná melanž (směs)** - dokonale rozmíchaná a homogenizovaná směs bílků a žloutků v přirozeném poměru jako ve vejci;
- **vaječná hmota** - společné pojmenování bílků, žloutků a vaječné směsi, včetně použitých přísad;
- **proložka** - ochranný nosič na 30 kusů vajec, zhotovený z lisované papíroviny nebo z plastické hmoty, sloužící při přepravě nebo jiné manipulaci s vejci;
- **karton** - varianta vnějšího, přepravního obalu, sloužícího k přepravě více než 30 kusů vajec;
- **vaječný výrobek** - produkt získaný z celých vajec, nebo z jednotlivých složek vaječného obsahu (žloutku, bílku) po odstranění skořápky a podskořápkových blan, po pasteraci určený k lidské spotřebě. Tyto produkty mohou být doplněny i jinými potravinami a surovinami nebo přídatnými látkami a mohou být tekuté chlazené, koncentrované, sušené, zmrazené nebo hluboce zmrazené [5,29,48].

3 HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA VÝROBU VAJEČNÝCH VÝROBKŮ

Při produkci vajec má hygiena základní cíl - vytvoření takového prostředí a výrobních podmínek včetně technického vybavení, ve kterých mohou vznikat vaječné hmoty jako zdravotně nezávadné potraviny. Příprava, zpracovávání, balení, skladování, doprava a distribuce musí probíhat v hygienicky nezávadných podmínkách odpovídajících požadavkům hygienických předpisů [48].

Provozy, v nichž se ošetřují a zpracovávají vejce, musí mít:

a) zařízení

- na čištění a dezinfekci vajec
- k okamžitému odstraňování a oddělenému skladování skořápek, vajec a vaječných výrobků, nevhodných pro výživu lidí, podle potřeby i zařízení k rozmrazování mražených výrobků, určených k dalšímu zpracování nebo úpravě, je-li součástí technologického postupu
- na dopravu vajec a vaječných výrobků
- na hygienické balení vaječných výrobků
- na rozmrazování mražených neošetřených vaječných výrobků [49,50].

b) prostory

- k oddělenému skladování vajec a vaječných výrobků, podle potřeby s chladícím a mrazícím zařízením
- pro vytloukání a shromažďování skořápek a zařízení pro přepravu vaječných obsahů
- pro skladování obalů a surovin k jejich zhotovení
- na skladování přídatných látek a potravin jiných než jsou vaječné výrobky anebo vejce [49,50].

V prostorech, kde se vejce skladují anebo v prostorech, kde se vyrábějí nebo skladují vaječné výrobky, musí výrobce zabezpečit splnění těchto požadavků:

- Povrch podlah se musí udržovat v řádném stavu, musí být lehce čistitelný, dezinfikovatelný, z nepropustných, nesavých, umyvateľných a netoxických materiálů.

- Povrch stěn se musí udržovat v dobrém stavu, musí být lehko čistitelný, dezinfikovatelný, z nepropustných, nesavých, umyvatelých a netoxických materiálů s hladkým povrchem do výšky nejméně 2 metry, ve skladech, chladírnách anebo mrazírnách nejméně do výšky uskladňovaného výrobku.
- Stropy a stropní konstrukce musí být zkonstruované a upravené tak, aby zamezovaly usazování nečistot a snižovaly kondenzaci par, růst nežádoucích plísní a odpadávání částic.
- Okna a jiné otvory musí být zkonstruované tak, aby zamezovaly hromadění nečistot. Okna, která se otvírají do vnějšího prostředí, musí mít lehko snímatelné a snadno čistitelné sítě proti hmyzu. Okna, přes které by mohla být způsobená kontaminace potravin, musí být uzavíratelná.
- Dveře musí být snadno čistitelné a dezinfikovatelné opatřené hladkými a nesavými povrchy.
- Vybavení dostatečným počtem umyvadel a umývání rukou a umístěných, co nejbližší k pracovním místům. Umyvadla musí být zásobené teplou a studenou tekoucí vodou, vybavené čisticím prostředkem, prostředkem na hygienické osušení rukou a kde je to nevyhnutelné i dezinfekčním prostředkem.
- Musí být zabezpečené dostatečné prostředky na přirozené anebo mechanické větrání anebo odsávání páry. Musí se zabránit mechanickému proudění vzduchu z kontaminované části provozovny do čisté části provozovny.
- Vybavení zařízením na čištění a dezinfekci pracovních nástrojů, které musí být umístěné co nejbližší k příslušnému pracovnímu místu. Toto zařízení musí být vyrobené z materiálů odolných proti korozi, musí být lehko čistitelné a mít dostatečný přívod horké i studené vody [20].

4 METODY KONZERVACE A PRODLOUŽENÍ ÚDRŽNOSTI VAJEC

Vejsce má díky ochranné funkci skořápky a vaječných blan podstatně delší trvanlivost i bez konzervace. Avšak pro delší skladování je tato ochrana málo účinná. Proto je nutné pro delší skladování vejce nebo vaječný obsah konzervovat. Cílem konzervace vajec je snaha zabránit pronikání mikrobů do vaječného obsahu. Toho můžeme dosáhnout buď posílením ochranné funkce skořápky a tím snížením možnosti pronikání mikrobů a plísní do vaječného obsahu nebo zhoršíme podmínky pro mikroby obecně [51].

4.1 Chlazení

Chladírenská vejce se uchovávají v teplotním rozmezí od 5 °C do -1,5 °C (včetně) a za relativní vlhkosti vzduchu 70 - 85 %. Nízká teplota výrazně zpomaluje činnost mikroorganismů a proteolytických enzymů a vysoká vlhkost zabraňuje odpařování vody z vajec. Za chladírenských teplot lze vejce skladovat i několik měsíců. Velkou nevýhodou tohoto skladování jsou hmotnostní ztráty, ke kterým dochází při vysychání vajec. Vejce, která jsou skladována již delší dobu, se označují razítkem ve tvaru trojúhelníku. Vejce se ukládají do suchých a čistých nádob tupým koncem nahoru [46,52].

4.2 Olejování

Aby se zabránilo vypařování vody, zakryjí se póry ve skořápce olejovým filmem. Tímto se zpomalí změny pH bílku a jeho strukturální změny hustoty. Olejování se provádí za tepla nebo za studena. Za studena se vejce olejují při teplotách 25 - 40 °C, za tepla při 80 - 85 °C. Olejovaná vejce lze skladovat při běžných nebo při chladírenských teplotách. Na olejování jsou vhodná čerstvá vejce, s čistou a neporušenou skořápkou, která nebyla mytá. Rozlišujeme ruční olejování, při kterém jsou vejce vyskladněna na kovové mřížce, která se ručně ponořuje do oleje. Dále se můžeme setkat s postřikováním olejovou pistolí, mechanickým ponořením do nádrže s olejem nebo s mechanickým sprchováním. Podobné účinky jako olejování má ponoření vejce do rozehrátého vosku nebo obalení jinou zdravotně nezávadnou látkou. Jako kapaliny vhodné k olejování se nejčastěji používají minerální oleje, prosté chuťových nebo pachových složek a emulze (např. emulze mléčné kyseliny v minerálním oleji) [29,46,52,53].

4.3 Termostabilizace

Při termostabilizaci se vejce vloží do horké vodní lázně na dobu několika minut. Dochází tak ke zkoagulování vrstvy bílku pod skořápkou a tak se ucpou póry ve skořápce zevnitř vejce. Nesmí se však používat taková teplota a doba ponoření, kdy by již mohlo dojít ke změnám obsahu vejce, zejména bílku, vlivem teploty [29,51].

4.4 Skladování v upravené atmosféře

Skldováním vajec v upravené atmosféře se zvýšeným obsahem CO₂ docílíme udržení nízkého pH bílku a potlačení strukturálních změn. Princip metody je založen na poznatku, že CO₂ je produktem dýchání buněk. Zvýšený obsah CO₂ ve skladech způsobuje jeho pomalejší uvolňování z vajec. Vzduch je obohacován CO₂ až na koncentraci 50 %. Nevýhodou této metody jsou vyšší náklady pro zabezpečení vzduchotěsnosti skladovacích prostor [29,46].

4.5 Skladování v plynech

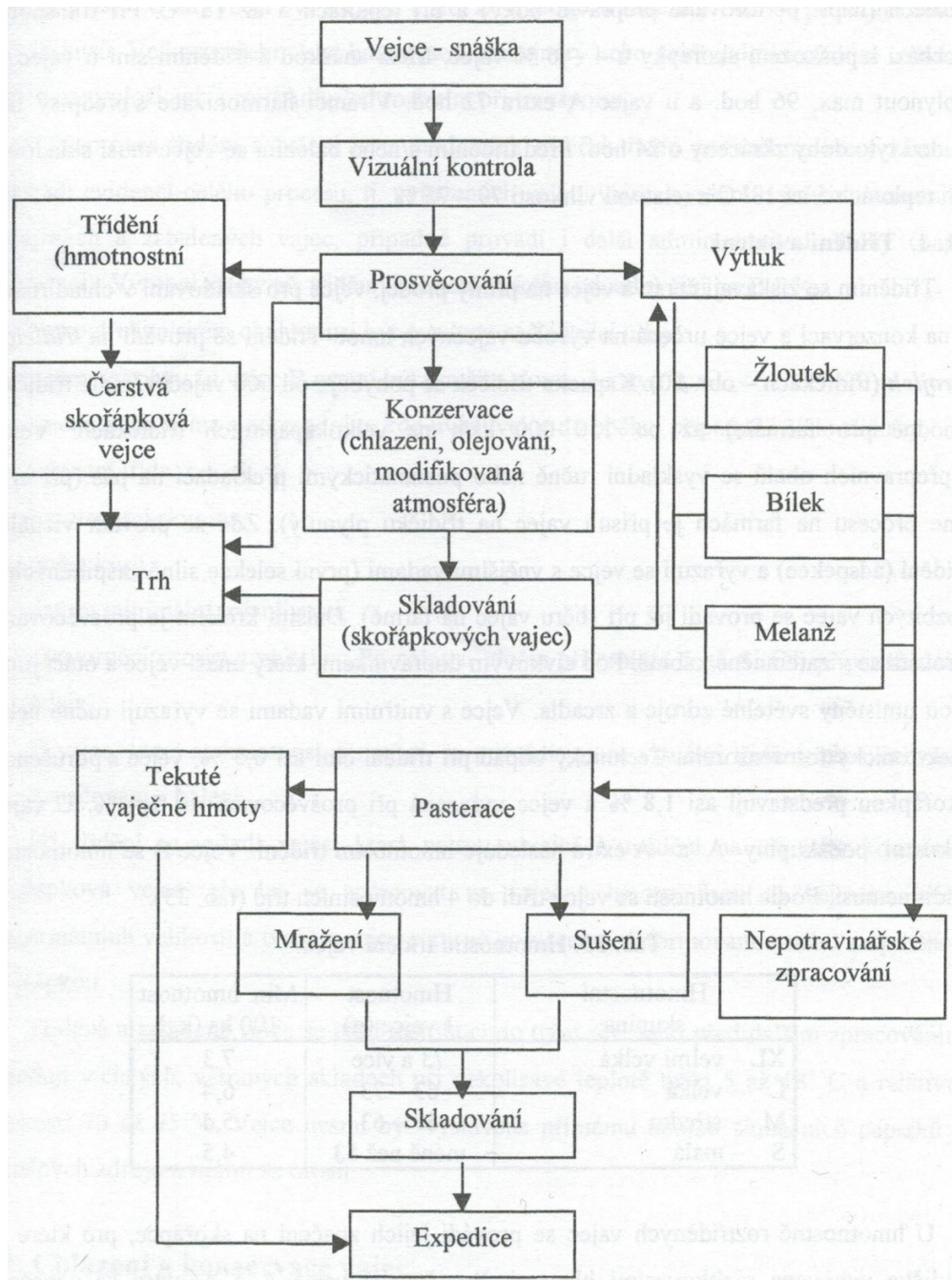
Jedná o skladování vajec obvykle v chladírnách s umělou atmosférou, které je tvořena např. směsí dusíku a oxidu uhličitého. Tento způsob konzervace se často kombinuje s chlazením, pak lze prodloužit trvanlivost vajec až na 9 měsíců [29].

4.6 Nakládání ve vápenné vodě

Vápenná voda se připravuje z roztoku čerstvého nehašeného vápna v pitné vodě za přídavku NaCl. Tímto se snižuje osmotický tlak v prostředí, který brání pronikání vápenného roztoku do vajec. Hlavní konzervační účinek vápenné vody spočívá v utěsnění skořápky, a tak se zabrání pronikání mikrobů do obsahu. Konzervování ve vápenné vodě má však i své nevýhody. Vápenné vejce mají řidší bílek, což má za následek špatnou šlehatelnost. Žloutková blána bývá prasklá a dochází ke smísení žloutku a bílku. Největší nevýhodou této metody je však chuť a vůně vajec s nádechem vápna [29,46].

5 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ VAJEC

Vejsce jsou produktem zemědělské výroby realizované v malochovech nebo velkochovech. Následně jejich vyříděním a případným zpracováním se stávají potravinou. Do oběhu lze uvádět pouze vejce označená jako zdravotně nezávadná, popř. vaječné výrobky. Základní podmínkou vysoké jakosti vajec je péče o vejce ihned po snesení. Záleží především na dodržování zásad hygieny a správné výrobní praxe [21,28].



Obr. 9. Schéma technologického zpracování vajec [21]

5.1 Skladování vajec pro výrobu vaječných výrobků

Vejsce se skladují v prostorách určených pouze k tomuto účelu a nesmí se skladovat společně s materiály, které by mohly být zdrojem kontaminace či pachu. V místnosti určené ke skladování vajec musí být teplota v rozmezí 5 - 18 °C, relativní vlhkost v rozmezí 70 - 75 % a musí být zajištěno větrání. Jednotlivé šarže musí být jasně označeny a vyskladňovány podle stáří. Přeprava vajec ke zpracovateli musí být šetrná, aby nedošlo k jejich poškození a kontaminaci [29,48].

5.2 Vejce pro výrobu vaječných výrobků

Pro výrobu vaječných výrobků se používají nezávadná slepičí skořápková vejce. K výrobě vaječných výrobků se využívají především vejce, která nelze uplatnit na trhu skořápkových vajec a to vzhledem k neobvyklým rozměrům (příliš velká nebo příliš malá), abnormálnímu tvaru a deformacím skořáčky. Vaječné výrobky se vyrábí z vajec čerstvých i chladírensky skladovaných, hmotnostně tříděných i netříděných. Vejce musí splňovat tyto požadavky: čírost při prosvěcování, nesmí obsahovat uhynulý zárodek, vzduchová bublina není vyšší než 9 mm, nebyla ošetřena antibiotiky, s neporušenou a dokonale vyvinutou skořápkou (mohou být použita i vejce s prasklou skořápkou, avšak tato vejce musí být zpracována nejlépe do 24 h, nejpozději však do 72 h), nesmí vykazovat smyslové vady (zápach, barevné změny), biologické vady (krevní a masové skvrny větší než 2 mm) a mikrobiální vady (plísňe, hniloby) [29,48,54].

Jako surovina pro vaječné výrobky mohou sloužit i vaječné hmoty. Podmínkou je vaječnou hmotu ihned po vytlučení zchladit na teplotu do max. 4 °C a do 48 h musí být zpracována nebo zmrazena. Zchlazené vaječné hmoty mohou být ještě stabilizovány organickými kyselinami a jejich solemi. Výjimku tvoří vaječné hmoty určené k odcukření, které se nemusí chladit. Nepasterované vaječné hmoty jsou zabaleny do hygienického obalu a takto označeny: „*Vaječné výrobky nepasterované - k ošetření v místě určení (specifikovat) - datum a hodina výtluhu* [9,29,48].

5.3 Příprava vajec před výtlukem

5.3.1 Vizuální kontrola

Před samotným výtlukem se provádí vizuální kontrola vajec, při které se vyřazují vejce rozbitá, vejce silně znečištěná, vejce s příznaky mikrobiální kontaminace (plísně) a páchnoucí vejce [29].

5.3.2 Mytí vajec

Špinavá vejce se před výtlukem myjí a dezinfikují. Při čištění nesmí dojít ke kontaminaci nebo k znehodnocení vaječných obsahů. Teplota vody musí být minimálně o 11 °C vyšší, než je teplota vajec, z toho důvodu, aby vaječný obsah nenasával mycí roztok. K mytí se používají čistící kartáče v kombinaci se sprchováním. Mytí se zakončuje opláchnutím pitnou vodou a osušením. Doba mytí by měla být co nejkratší, aby se nezvyšovala vnitřní teplota vajec. Vejce musí být bezprostředně po mytí vytlučena [29].

5.3.3 Třídění vajec

Třídění vajec probíhá v místnosti zvané třídírna. Prostory a vybavení musí disponovat hlavně vhodným technickým vybavením na zabezpečení správného zacházení s vejci. Nesmí chybět zařízení na prosvěcování vajec, zařízení na hmotnostní třídění, zařízení na označování a balení vajec. Pokud probíhá proces třídění přímo na farmě, jedná se o kontinuální proces, kdy je zajištěn trvalý přísun vajec přímo z centrálního sběru do třídírny. Probíhá-li proces třídění až po převozu vajec z farmy do třídírny, jedná se o proces diskontinuální [29,46].

Účelem jakostního třídění vajec je především vyřadit z trhu vejce, která by mohla být zdrojem zdravotních rizik. Prvním krokem při procesu jakostního třídění je vizuální kontrola, při níž se vyřazují vejce rozbitá, plesnivá a znečištěná. Následujícím krokem je prosvěcování. Vejce přicházejí na dopravníku do prosvěcovací kabiny, která je vybavena systémem lamp a zrcadel, umožňující prosvícení vejce a kontrolu vaječného obsahu (velikost a polohu vzduchové bubliny, polohu a tvar žloutku, přítomnost zárodku,...). Proces prosvěcování je zachycen na obrázku č. 10. Podle stupně a závažnosti vady se vejce vyřazují jako odpad nebo se mohou dále zpracovávat na vaječné hmoty [29].



Obr. 10. Prosvěcování vajec [55]



Obr. 11. Třídění vajec [56]

5.4 Výtluč

Výtlučkem se rozumí odstraňování skořápek a podskořápkových blan a získávání vaječného obsahu (melanže) nebo bílku a žloutku. K výtlučce mohou být použita pouze vejce, která odpovídají požadavkům na potravinářskou jakost a zdravotní nezávadnost. Výtlučce se nesmí podrobit vejce, která vykazují smyslové vady, jako jsou pachy nebo barevné změny. Prostory, kde se provádí výtlučce, musí splňovat vysoký hygienický standard a musí být dobře sanitovatelné. Vytlučce se při teplotě 12 °C. Po výtlučce následuje filtrace, při které se odstraní úlomky skořápek, podskořápkové blány a chaláza [21,28,29].

5.4.1 Ruční výtlupek pro výrobu vaječných výrobků

Provádí se v oddělených prostorách a každé vejce se smyslově kontroluje. Vejce jsou k výtlučku naskladňována jen v nezbytném množství pro okamžité zpracování. Pracovník překontroluje vytlučený obsah vajec zrakem a čichem, a zda vyhovuje, vylije ho do větší nádoby. Vejce se změněným obsahem se vylije do oddělené nádoby. Nádoby a nože musí být z hladkého a snadno sanitovatelného, zdravotně nezávadného materiálu. V prostorách výtlučku nesmí být přítomny palety a použité obaly se musí průběžně odstraňovat. Vaječné obsahy se shromažďují ve sběrných nádobách, a co nejdříve se přesouvají k pasteraci nebo ke zchlazení. Skořápky se průběžně odstraňují [5,29,48].

5.4.2 Strojní výtlupek pro výrobu vaječných výrobků

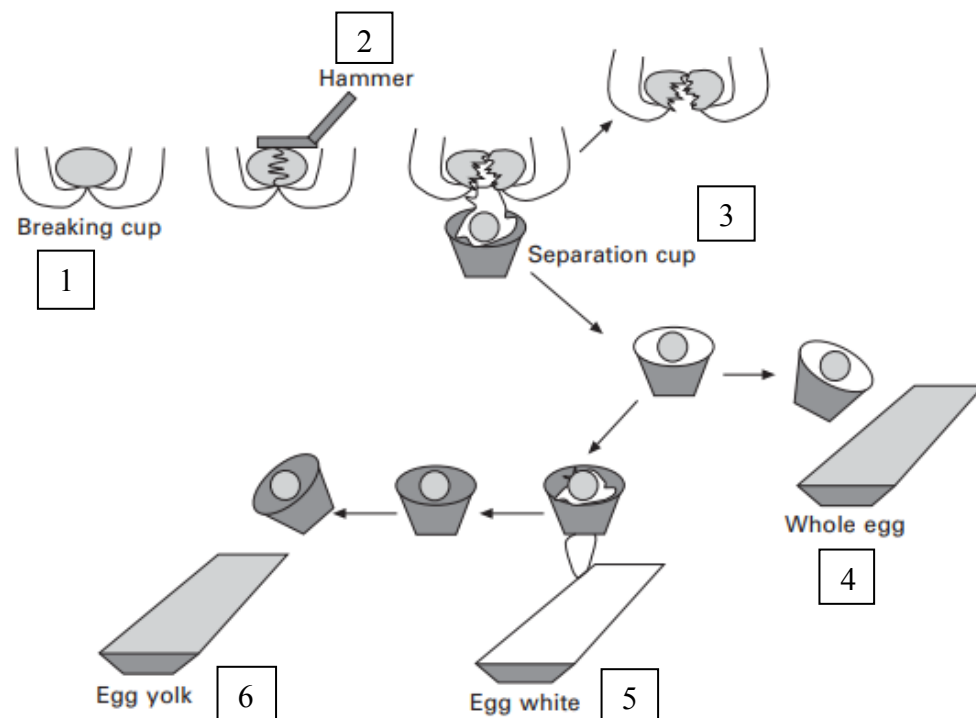
Strojní výtlupek zaručuje vyšší produktivitu práce a lepší hygienické podmínky než při ručním vytlučkání. Provádí se v oddělených prostorách na strojích zkonstruovaných a schválených k tomuto účelu. Vytlučací stroje musí být vybaveny zařízením k odstraňování skořápek. Vejce se vybalují v prostoru odděleném od samotného výtlučku. Vytlučené vaječné obsahy se smyslově kontrolují. Získané vaječné obsahy se filtrují, homogenizují a shromažďují ve vhodných zásobnících. V dnešní době jsou zcela automatizované stroje schopny vytlučet 80 000 - 160 000 vajec za hodinu. Vejce jsou uchycena sacími úchyty pomocí částečného vakua a jsou uložena na dopravníkový pás, odkud putují k výtlučku. Principem strojního výtlučku je použití tupého nástroje k rozbití spodní strany vejce pro umožnění uvolnění obsahu [3,5,29,48].



Obr. 12. Strojní výtlupek vajec [57]

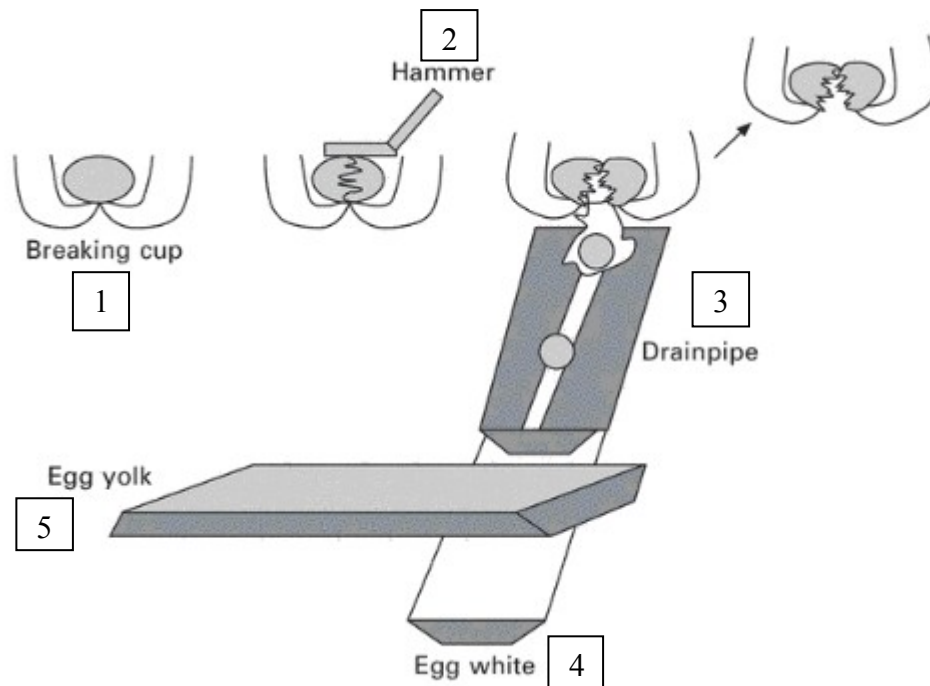
5.4.3 Separace vaječného žloutku od bílku po výtluhu

Kvalita separace žloutku od bílku je zásadní pro zajištění kvality vaječného bílku. Dokonce i sebemenší stopy žloutku v bílku (0,022 %) negativně ovlivňují pěnivé vlastnosti bílku a účinnost pasterace. Proto byly vyvinuty optické přístroje, které detekují i stopové množství žloutku v bílku. Velikost žloutku se zvětšuje se zvyšujícím se věkem nosnice, takže u vajec od starších nosnic je separace žloutku obtížnější. K oddělení dochází tak, že po výtluhu vejce spadne do malé misky nebo malého potrubí, kde bílek následně steče perforovaným dnem misky nebo otvorem ve středu potrubí do zásobníku. Žloutek zůstává v misce a putuje do dalšího zásobníku. Je důležité velmi opatrné zacházení, aby při manipulaci nedošlo k poškození žloutkových membrán [3]. Oba způsoby separace jsou zachyceny na obrázcích č. 13 a 14.



Obr. 13. Separace žloutku od bílku pomocí misky s děrovaným dnem [3]

(1) kelímek sloužící k rozbití vejce, (2) kladívko, (3) separační kelímek, (4) celá vejce, (5) vaječný bílek, (6) vaječný žloutek



Obr. 14. Separace žloutku od bílku pomocí potrubí [3]

(1) kelímek sloužící k rozbití vejce, (2) kladívko, (3) děrované potrubí, (4) vaječný bílek, (5) vaječný žloutek

5.5 Filtrace a homogenizace

Po vytlučení je vaječná hmota velmi nesourodá. Obsahuje zbytky vaječných blan a drobné úlomky skořápky. Tyto zbytky je potřeba odstranit, aby neucpali průtokové cesty pastery. Pomocí čerpadla je vaječná hmota protlačována přes filtr a na jeho sítech se zachytávají nečistoty. Průchodem přes filtr se hmota nejen zfiltruje, ale také homogenizuje [5].

5.6 Pasterace

Pasterace si klade za cíl zničení většiny vegetativních mikroorganismů, včetně patogenů. Všechny vaječné hmoty musí být po vytlučení tepelně ošetřeny s výjimkou odcukřeného bílku, který se může tepelně ošetřit až po usušení, tzv. „hot room“ pasterace. Tepelné ošetření musí nastat ihned po výtlučku, přijatelnou prodlevou je pouze naplnění zásobníků tak, aby odpovídaly kapacitě pastery. Pokud tepelné ošetření nenavazuje bezprostředně na výtluček, musí být vaječné hmoty zchlazeny na teplotu nižší než 4 °C a do 48 h zpracovány. Tepelné ošetření (vhodná kombinace teploty a doby) zabezpečuje inaktivaci vegetativních forem mikroorganismů, zejména patogenních, a enzymů, ale nesmí znehodnotit funkční

vlastnosti vajec. Pasterace se provádí v oddělených místnostech a pastéry musí být vybaveny registračním teploměrem pro automatickou kontrolu teplot a záznamem doby nebo průtoku. Pastéry musí být konstruovány a vybaveny tak, aby nedocházelo k nedostatečnému prohřátí vaječné hmoty, a aby nemohlo dojít ke smíchání pasterovaných vaječných hmot s hmotami nepasterovanými nebo nedostatečně tepelně ošetřenými. Nedostatečně tepelně ošetřené hmoty se musí ihned znovu tepelně ošetřit tak, aby byla vhodná k lidské spotřebě. Pokud tato šarže není pro lidskou konzumaci vhodná, musí se zlikvidovat a odstranit [7,29,48,54].

Z pohledu funkčního uspořádání rozlišujeme pasteraci stacionární (vsádkovou) a průtokovou. Stacionární pasterace se provádí v duplikátorových nádobách nebo v plechovkách zahříváním ve vodní lázni. Stacionární pasterace trvá 30 a více minut, zatímco průtoková pasterace pouhé 2,5 až 4 minuty, proto je její použití výhodnější. Níže jsou v tabulkách 9 a 10 uvedeny příklady pasteračních režimů používaných v některých zemích (uvedeny ve Vyhlášce č. 287/1999 Sb.) [21,28].

Tab. 9. Kontinuální (průtoková) pasterace [49]

Složka	Teplota (°C)	Doba (s)
bílek	57	180
žloutek	65	180
melanž	64,5	150

Tab. 10. Stacionární (vsádková) pasterace [49]

Složka	Teplota (°C)	Doba (min.)
bílek	56	30
žloutek	68	30
melanž	65	30

U slazených a solených vaječných hmot je možné teplotu zvýšit až nad 70 °C, jelikož cukr a sůl chrání proteiny před denaturací.

Pasterované vaječné hmoty se na trh uvádí ve formě kapalné chlazené, mražené, sušené nebo ochucené (koncentrované). Vaječná hmota musí být homogenní, musí mít typickou

vaječnou vůni a barvu a nesmí vykazovat smyslové vady (zápach, změny barvy a konzistence) [29].

5.6.1 Pasterace melanže

Melanž se pasteruje při teplotách 60 - 68 °C. Zvýšením pasterační teploty na 71 °C by došlo ke koagulaci a zhoršení funkčních vlastností, například ke snížení objemu piškotů. Standardní pasterační režim je 64 - 65 °C po dobu 2,5 minuty. Provedením pasterace se snižuje viskozita melanže [21].

5.6.2 Pasterace bílku

Běžné pasterační teploty bílku jsou 56 - 57 °C. Denaturace bílku nastává při teplotě 57 °C a projevuje se zvyšováním viskozity a při dosažení 60 °C také koagulací. Jednotlivé proteiny bílku se značně liší rychlostí koagulace a výší koagulační teploty. Účinnost pasterace bílku se zvyšuje odstraněním kyslíku pomocí vakua [21].

5.6.3 Pasterace žloutku

Pasterační teploty se pohybují v rozmezí 60 - 68 °C. Přídavkem soli nebo cukru je možno zvýšit teplotu až na 79 °C, aniž by došlo k poškození emulgačních vlastností. Salmonely jsou ve žloutku tepelně rezistentnější než v bílku vzhledem vyšší sušíně a nižšímu pH [21].

5.6.4 Hodnocení účinnosti pasterace

Účinnost pasterace se hodnotí mikrobiologickým rozborem pasterovaných vaječných hmot. Účinnost pasterace se pohybuje od 95 do 99,5 % a závisí na konstrukci pastéru a dodržování hygienických požadavků. Čím je výchozí surovina více kontaminovaná, tím jsou i horší výsledky pasterace. Po pasteraci nesmí dojít k rekontaminaci vaječných hmot stykem s nečistým prostředím, zařízením, obaly, obsluhou apod.

Každá šarže vaječných výrobků musí splňovat tato kritéria:

- *Salmonella sp.*: nepřítomna v 25 g nebo ml výrobku;
- Mezofilní aerobní bakterie (CPM): maximální přípustná hodnota = 10^5 v 1 g nebo v 1 ml;
- *Enterobacteriaceae*: maximální přípustná hodnota = 10^2 v 1 g nebo v 1 ml;
- *Staphylococcus aureus*: nezjištěn v 1 g nebo v 1 ml výrobku.

Dobře pasterované vaječné obsahy obsahují méně než 10^3 CPM v 1 g nebo 1 ml [48].

6 POUŽITÍ VAJEC V POTRAVINÁCH

Pokrmy z vajec řadíme mezi bezmasé pokrmy. Získávají se odstraněním skořápky a konzervováním obsahu. Základem výrobků z vajec jsou konzumní slepičí vejce, nevhodné z různých důvodů k distribuci a používají se všude tam, kde se používají čerstvá vejce. Pod pojmem výrobky z vajec se rozumí jejich průmyslové zpracování k dalšímu přímému použití nebo výroba některých produktů, v nichž vejce hrají nezastupitelnou roli. Vejce lze použít na přípravu pokrmů slaných i sladkých a zpracovávat se mohou jak celá, tak zvlášť bílky i žloutky [18,21].

Bílek je žádoucí přísada k mnoha potravinám, jako jsou pekařské výrobky, pusinky a masné výrobky, protože má vynikající pěnicí a gelovité vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou způsobeny přítomností proteinů, které vytváří více než 80 % sušiny. Lze jej například použít na spojování směsí, k přípravě těstíček na smažené potraviny, dále mohou být ušlehané bílky využity na zlehčení a kypření těst a hmot. Bílky se také používají při přípravě dietní stravy [58].

Žloutky se používají do polévek i omáček a ke zjemnění slaných i sladkých těst. Emulgační schopnost žloutků je využívána při přípravě majonéz. Rozšlehanými žloutky potíráme těsta před pečením.

Celá vejce mají stejné použití jako bílky i žloutky. Využívají se např. při přípravě knedlíků, těstovin apod. Tepelně upravená celá vejce se mohou používat do rolád nebo masových závitků.

Ve všech gastronomických zařízeních se musí podávat vejce tepelně zpracovaná, protože syrová vejce mohou být zdrojem nebezpečné nákazy způsobené salmonelou [9].

Mezi vaječné výrobky patří:

- **vaječné výrobky chlazené** - produkty, získané z vajec nebo z jednotlivých složek vaječného obsahu, pasterované a uchovávané při teplotách do 4 °C;
- **vaječné výrobky zmrazené** - produkty, získané z vajec nebo z jednotlivých složek vaječného obsahu, zmrazené a uchovávané při teplotách nejméně -12 °C (ne vyšších než -12 °C);
- **vaječné výrobky hluboce zmrazené** - produkty z vajec nebo jednotlivých složek vaječného obsahu, zmrazené a uchovávané při teplotách nejméně -18 °C (ne vyšších než -18 °C);

- **vaječné výrobky koncentrované** - produkty z vajec nebo z jednotlivých složek vaječného obsahu, u nichž byla zvýšena sušina buď odpařením části vody, nebo přidavkem cukru nebo soli;
- **vaječné výrobky sušené** - produkty z vajec nebo z jednotlivých složek vaječného obsahu, u nichž byla odstraněna voda sušením;
- **vaječné výrobky odcukřené** - produkty z vajec nebo z vaječného bílku, u nichž byla odstraněna přirozeně přítomná glukóza činností mikroorganismů nebo enzymů [29].

Různé metody konzervace (zmrazování, sušení, možnost oddělení žloutku od bílku, použití soli či cukru nebo jiných látek) umožňuje získat široký sortiment vaječných výrobků [59].

6.1 Vaječné hmoty

Pod pojmem vaječná hmota si lze představit vaječný obsah (bílky, žloutky nebo směs) po vytlučení skořápky. Základní surovinou na výrobu vaječných hmot jsou slepičí skořápková vejce. Podle způsobu dalšího zpracování (dle konzervačního zákroku) se dělí na tekuté, mražené a sušené [59].

6.1.1 Vaječné hmoty dle konzervačního zákroku

Vaječné hmoty tekuté chlazené:

Tekuté vaječné hmoty se musí skladovat při teplotách do max. 4 °C a skladovací prostory musí být monitorovány registračním teploměrem. Dobrý výrobce zaručuje dobu použitelnosti 10 - 21 dní, horší výrobce pak 3 - 10 dní. Údržnost tekutých hmot lze prodloužit stabilizací organickými kyselinami a jejich solemi [29,48].

Vaječné hmoty mražené:

Mražené vaječné hmoty se musí zmrazit co nejdříve po pasteraci. Mražení se provádí v proudu studeného vzduchu nebo v proudu kapalného dusíku a to na teplotu -12 °C v jádře výrobků zmrazených a na teplotu -18 °C v jádře výrobků hluboce zmrazených. Jiným způsobem zmrazování je kryogenní zmrazování, např. kapalným dusíkem. Doba skladování se pohybuje okolo 1 roku při nekolísavé teplotě. Zmrazováním se prodlužuje tržnost vaječných hmot tím, že se mikroorganismům odnímá volná voda nezbytná pro jejich životní funkce. Zmrazování se musí provádět rychle, aby se vytvořila formace jemných drobných krystalů ledu. Bílek začíná mrznout při teplotě -0,45 °C, žloutek při

teplotě $-0,60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zmrazování se provádí v obalech, většinou 10 kg plechovkách nebo kartonech [21,28,48].

Vaječné hmoty sušené:

Vaječné hmoty se musí usušit co nejdříve po výtlučku a pasteraci. K sušení se nejčastěji používají komorové nebo sprejové sušárny. Teplota sušení se volí v závislosti na druhu vaječné hmoty a bývá okolo $110 - 215\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sušící vzduch musí být filtrován, aby nedocházelo ke kontaminaci hmot prachem nebo nečistotami ze vzduchu. Usušené hmoty se dále chladí. Vaječné prášky byly vyvinuty těsně před druhou světovou válkou, neboť byly praktické a výhodné pro zásobování vojska. Dehydratace je úspěšná metoda, která má za následek prodloužení trvanlivosti. V dnešní době jsou vaječné prášky funkční složky, které nabízejí lepší technologické vlastnosti v porovnání s tekutými vejci. Kromě toho, prášky snižují náklady za dopravu a skladování, snadno se s nimi manipuluje a nejsou náchylné k růstu bakterií [48,60].

6.1.2 Žloutková melanž

Pod pojmem žloutková melanž si lze představit tekutý pasterovaný vaječný žloutek s vlastnostmi blízkými čerstvě vytlučeným žloutkům. Používá se v cukrářské výrobě zejména do třeňých těst, některých sladkých jídel a mimo jiné i krémů, dresinků nebo majonéz [61,62].



Obr. 15. Tekutý vaječný žloutek [63]

6.1.3 Bílková melanž

Bílková melanž je tekutý pasterovaný vaječný bílek se stabilizovanou šlehatelností. Je určena především pro výrobu cukrářských výrobků [61].

6.1.4 Směsná melanž

Tekutá vaječná melanž se využívá v oblasti pekařské výroby. Je velmi dobře šlehatelná a její vlastnosti jsou velmi blízké čerstvě vytlučeným vejcím. Jedná se o dokonale homogenní směs čerstvých bílků a žloutků v přirozeném poměru jako ve slepičích vejcích [61,64].



Obr. 16. Směsná vaječná melanž [65]

6.2 Majonézy a majonézové výrobky

Majonéza je jedna z nejvíce používaných studených omáček. Jedná se o polotuhou emulzi typu olej/voda s přidávkem vaječného žloutku, octu a dalších volitelných látek jako jsou ochucovadla. Vaječný žloutek (popřípadě melanž) zde plní úlohu emulgátoru. Funkce emulgátoru je způsobena především přítomností lecitinu a cholesterolu. Do této skupiny patří výrobky, které jsou odlišné způsobem ochucení, obsahem oleje, použitím stabilizátorů nebo zahušťovadel. Základní surovinou pro výrobu jsou slepičí vejce. Česká legislativa předepisuje pro majonézy obsah tuku od 10 do 85 % a hodnota pH, která chrání spotřebitele před možnou nákazou salmonelózou, nesmí překročit hodnotu 4,5. Obsah

žloutku musí být min. 2 hmot. %. Pro výrobu majonéz se používají pouze pasterované vaječné obsahy tekuté nebo sušené [5,29,66].

U odlehčených majonéz používáme místo žloutku směs žloutků a bílků (vaječnou melanž), ale s podmínkou dodržení minimálního 2 % obsahu žloutků. Obsah oleje musí být nižší než 85 hmot. %, aby se mohla vytvořit emulze. Čím je obsah oleje nižší, tím je emulze méně stabilní a konzistence řidší [29].

Majonézy s nižším obsahem tuku obsahují zahušťovadla a stabilizátory, nejčastěji škrob a další rostlinné polysacharidy (např. xantan, guarovou gumu, algináty), které napomáhají k dosažení požadované konzistence. Konzervační prostředky zajišťují delší trvanlivost majonézy. Majonézy a studené omáčky se balí do skla či plastových obalů [29,59].

Dělení majonéz:

- **klasické majonézy** - obsahují nejméně 65 % tuku a žloutek jako emulgátor;
- **majonézy se sníženým obsahem tuku, tzv. light** - obsahují 25 - 50 % tuku a kromě žloutků a oleje obsahují také škrob nebo jiná zahušťovadla a stabilizátory;
- **ochucené majonézy** - vedle základních složek obsahují různé ochucující složky jako je zelenina, jogurt, kečup, hořčice, česnek, křen, bylinky, různé koření apod. Nejrozšířenějším druhem ochucených majonéz je tatarská omáčka nebo jogurtová omáčka [29].

Jakost majonézy závisí na jakosti oleje a vajec. Když se majonéza srazí, olej se naváže na žloutky. Příčinou srážení majonéz je použití studeného stolního oleje, použití příliš teplé mísy nebo přesycení žloutků olejem [67]. Základní požadavky na jakost majonéz jsou uvedeny v tabulce 11.

Tab. 11. Smyslové požadavky na jakost majonéz [42]

Znak	Požadavky
Konzistence a barva	V závislosti na obsahu oleje – pastovitá, krémovitá až polotekutá stejnorodá hmota, olej neoddělen, částice kusovitých přísad rovnoměrně rozptýlené, menší vzduchové dutinky přípustné, výrobky nesmějí obsahovat zbytky vaječných skořápek, nečistot, cizích předmětů a hrudek vaječné hmoty
Vůně	Typická pro majonézy, mírně nakyslá, případně po použitých přísadách a koření
Chuť	Nakyslá po použitých přísadách, bez cizích pachutí

6.3 Další výrobky z vajec a jejich použití

6.3.1 Dlouhá vejce

Vařením žloutku a bílku ve dvou soustředných válcích se získávají dlouhá vejce, jejichž předností je, že poměr i tvar bílku a žloutku zůstává v celém objemu výrobku konstantní. Hojně se využívá ke zdobení studených mís, salátů nebo jako příloha, např. do baget [21,62].



Obr. 17. Dlouhá vejce [68]

6.3.2 Koagulované vaječné výrobky

Koagulované vaječné výrobky vznikají tak, že tekuté zfiltrované a zhomogenizované bílky se napění a vstříkují se do koagulační části výrobního zařízení. Dochází k rozpadu původní terciární struktury bílkovin a zároveň ke zpevnění bílkovinné sítě teplem, které přivádí horká pára a tlakem. V průběhu výroby je zajištěna dokonalá koagulace v celém objemu hmoty. Bílková hmota se pak lisuje, krájí a většinou vakuově balí a steriluje. Výrobek konzistencí a chutí připomíná kuřecí maso a má velice nízkou energetickou hodnotu [29].

6.3.3 Vařená vejce loupaná

Zpracováním pouhých vajec se získávají vařená loupaná vejce, která se vyrábějí strojním uvařením a oloupaním skořápkových vajec a naložením do konzervačního nálevu. Při uchování v chladu mají údržnost minimálně 28 dní a používají se především jako polotovar pro lahůdkářské výrobky [21,29].



Obr. 18. Vařená vejce loupaná [69]

6.3.4 Vaječné konzervy

Vaječné konzervy jsou tepelně zpracované výrobky, v nichž tvoří vejce významný podíl. Jedná se zejména o výrobky jako je šunka s vejci nebo tuňák s vejci [28].

7 VYUŽITÍ VAJEC V NEPOTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Díky svým specifickým vlastnostem jsou vejce nejen široce využívána v potravinářském, ale také ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Hlavním zdrojem účinných látek využívaných v kosmetickém, farmaceutickém a biotechnologickém průmyslu je vaječný žloutek. Fosfolipidy z vaječného žloutku, společně známé jako lecitin jsou přirozené biosufraktanty a hojně se využívají v kosmetice díky svým zvlhčovacím, roztíracím a emulgačním vlastnostem. Fosfolipidy snižují mastný pocit na pokožce [70].

7.1 Využití některých bioaktivních složek vejce

7.1.1 Lysozym

Lysozym má kromě potravinářského uplatnění také uplatnění v kosmetice a v medicíně jako nespecifické antivirové agens při léčbě rýmy a zánětů horních cest dýchacích. Konjugáty lysozymu s dextrans nebo galaktomanany jsou účinnými emulgačními činidly a stabilizátory pěny [21].

7.1.2 Avidin a ovotransferin

Jejich hlavní uplatnění se nachází v imunochemických analytických metodách se značenými molekulami (např. ELISA testy), které se dají použít v i klinické biochemii k detekci látek, které se vyskytují v organismu ve velmi malé koncentraci [21].

7.1.3 Imunoglobulin IgY

Ukládá se ve žloutku a je obdobou savčího imunoglobulinu IgG. Pochází z krevního séra nosnic. Používá se v biochemii pro imunostanovení a imunoafinitní chromatografii. Dále se využívá v medicíně k prevenci některých střevních chorob, zubních kazů a v Japonsku proti tzv. rybí nemoci [21].

ZÁVĚR

Vejsce jsou jak v gastronomii, tak i potravinářském průmyslu nenahraditelnou surovinou. Konzumace vajec hraje důležitou roli ve výživě člověka, neboť jsou bohatým zdrojem plnohodnotných bílkovin, které obsahují významné množství esenciálních aminokyselin, jsou dobře stravitelná a obsahují mnoho nutričně významných látek. Jejich konzumace je ve srovnání s historií podstatně větší, a to z toho důvodu, že téměř vymizely všechny obavy z konzumace vaječného cholesterolu. Konzumace 1 - 2 vajec denně nemá při správné životosprávě na hladinu cholesterolu v krvi žádný vliv.

Vejsce mají výborné funkční vlastnosti, kterých se hojně využívá při přípravě vaječných hmot, které se pro jejich jednoduchost staly velmi oblíbenou surovinou. Důležitá je jejich mikrobiální nezávadnost, a to především nepřítomnost salmonel a bakterií rodu *Enterobacteriaceae*. Pro zajištění mikrobiální nezávadnosti se provádí pasterace. Pro výrobu vaječných hmot se využívají slepičí skořápková vejce, která jsou čerstvá a splňují jakostní a hygienické požadavky. Nejznámější vaječnou hmotou je směsná melanz, která se svými vlastnostmi téměř neliší od čerstvých skořápkových vajec. Její hlavní uplatnění je především v oblasti pekařské výroby. Dále se můžeme setkat s bílkovou nebo žloutkovou melanzí, které jsou určeny zejména pro cukrářskou výrobu.

V potravinářském průmyslu se uplatňují celá vejce nebo samostatné bílky či žloutky. Hlavní uplatnění bílků nalezneme při přípravě těst, ve kterých se využívá pro zlehčení a kypření směsí. Žloutky se pro své výborné emulgační schopnosti využívají především při výrobě majonéz a tepelně upravená celá vejce slouží například jako náplň do rolád nebo masových závitků či samotná příloha k mnoha omáčkám.

Nejznámější studenou omáčkou vyrobenou z vajec je bezesporu majonéza. Jedná se o emulzi typu voda/olej, kde vaječný žloutek plní funkci emulgátoru. Mezi další výrobky z vajec můžeme zařadit dlouhá vejce nebo vaječné konzervy.

Konzumace vajec v přiměřené míře je tedy pro člověka velmi prospěšná. Doporučují se i při snaze snížit tělesnou váhu, neboť vejce navozují díky vysokému obsahu bílkovin pocit sytosti a člověk nemá tak často pocit hladu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Nařízení komise (ES) č. 589/2008 ze dne 23. června 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy pro vejce [online]. In: *Úřední věstník L* 163, 24. 6. 2008. [cit. 2017-06-01] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0589-20130518&rid=2>
- [2] Kuchařské suroviny a přísady přeloženo z angl. originálu Pocket encyclopedia of cook's ingredients, přeložila Podhajská, Nakladatelství Slovart, Praha, 1996. 246 s. ISBN 80-85871-93-9.
- [3] NYS, Y., BAIN, M., VAN IMMERSEEL, F. *Improving the safety and quality of eggs and egg products* [online]. Cambridge [etc.]: Woodhead, 2011 [cit. 2017-04-08]. ISBN 978-085-7093-912. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpISQEEPV2/viewerType:toc/root_slug:improving-safety-quality/url_slug:kt010XQH13
- [4] *Srovnání velikosti pštrosích, slepičích a křepelčích vajec*. [online]. [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=647&tbm=isch&sa=1&ei=V2SpWuWSM8iKmwWzrraoCQ&q=srovn%C3%A1n%C3%AD+vajec&oq=srovn%C3%A1n%C3%AD+vajec&gs_l=psyab.3...100929.103240.0.103445.14.12.0.2.2.0.2.57.1492.0j8j1.9.0....0...1c.1.64.psyab..3.9.1227...0j0i30k1j0i24k1.0.fBL14MaILok#imgdii=W9-2-JqwnCfqsM:&imgcr=zeEvQzIPwS8bwM:
- [5] HEJLOVÁ, Š. Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků, 2001, Újezd u Brna: Ivan Straka, 72 s. ISBN 8090277586.
- [6] VODOCHODSKÁ, L., ŠTĚPÁNEK, K. Technologie v kostce, 1. vydání, vydavatelství Ratio, Úvaly 1996. 141s. ISBN 8023815873
- [7] SMETANA, M. Vajce ako potravina, Príroda, Bratislava 1974. 125s. ISBN 301-04-51.
- [8] INGR, I. a kol. Hodnocení živočišných výrobků, VŠ Zemědělská, Brno 1993. 128 s. ISBN 80-7157-088-5.
- [9] SEDLÁČKOVÁ, H. Technologie přípravy pokrmů 2., Nakladatelství Fortuna, Praha 1992. 96 s. ISBN 80-7168-626-3.
- [10] Český statistický úřad. Veřejná databáze. [online]. [cit. 2018-01-15]. Dostupné z:

https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystupobjektvyhledavani&pv o=ZEM002D320201B&vyhltext=vejce&bkvt=dmVqY2U.&z=G&f=GRAFICKY _OBJEKT&katalog=all&ds=ds1896&c=v1392~3__RP20157

- [11] Komoditní karty vejce. Agrární komora České republiky [online]. 2017 [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: <http://www.apic-ak.cz/komoditni-karty-vejce-za-rok-2017.php>
- [12] *Spotřeba vajec na obyvatele v ČR.* [online]. [cit. 2017-11-05]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4842&typ=html
- [13] KADLEC, P. *Technologie potravin I., VŠ Chemicko-technologická v Praze, 2007. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.*
- [14] TEUBNER, CH. *Food: všechno ze světa potravin, Svojtka Co, 2. Vydání, Praha 2007. 335 s. ISBN 978-8073-525-927*
- [15] CASPARI, C. *The poultry and egg sectors: evaluation of the current market situation nad future prospects* [online]. 2010 [cit. 2017-09-13]. Dostupné z: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2010/438590/IPOL-AGRI_ET%282010%29438590_EN.pdf
- [16] *Contents of chicken egg.* Mississippi State University Extension Service. [online]. [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: <http://extension.msstate.edu/content/contents-chicken-egg>
- [17] *Podrobný popis vejce v podélném řezu.* [online]. [cit. 2017-10-28]. Dostupné z: <http://eszkola.pl/biologia/budowa-jaja-ptaka-4043.html>
- [18] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží, 3. Vyd., UTB, Zlín 2004. ISBN 80-7318-173-8.*
- [19] MATUŠOVIČOVÁ, E., ŽILLOVÁ, M., DEKASTELLOVÁ, L. *Technológia hydinárskeho priemyslu : Učebnica pre 3. a 4. ročník skupín študijných odborov 42-166 hydínárstvo, 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1986, 393 s.*
- [20] HALAJ, M., GOLIAN, J. *Vajce- biologické, technické a potravinárske využitie.* Garmond, Nitra 2011. 224s. ISBN 978- 80-89148-70-7.
- [21] SIMEONOVÁ, J. a kol. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů, 1. vydání, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 2003. 247s. ISBN 80-7157-405-8.*
- [22] RIZVI, S. SH. *Separation, extraction and concentration processes in the food, beverage and nutraceutical industries* [online]. Publishing Woodhead, 2010, [cit.

- 2017-04-05]. ISBN 978-0-85-709075-1. Dostupné z:
http://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpSECPFBNQ/viewerType:toc/root_slug:separation-extraction-and
- [23] ANTON, M. Egg yolk: structures, functionalities and processes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2013, 93(12), 2871-2880 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1002/jsfa.6247. ISSN 00225142. Dostupné z:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.6247>
- [24] PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A. *Handbook of food proteins* [online]. Philadelphia: Woodhead Publishing, 2011, [cit. 2017-04-05]. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 222. ISBN 978-0-85-709363-9. Dostupné z:
https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpHFP00021/viewerType:toc/root_slug:handbook-of-food
- [25] LACA, A., PAREDES B., RENDUELES M., DÍAZ M. Egg yolk plasma: Separation, characteristics and future prospects. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2015, 62(1), 7-10 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.01.048. ISSN 00236438. Dostupné z:
<http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S002364381500064X>
- [26] HUOPALAHTI, R., LÓPEZ-FANDIÑO, R., ANTON, M., SCHADE, R. *Bioactive egg compounds* [online]. Berlin: Springer, 2007 [cit. 2017-04-07]. ISBN 978-354-0378-853. Dostupné z:
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-540-37885-3>
- [27] NASOPOULOU, C., GOGAKI, V., PANAGOPOULOU, E., DEMOPOULOS, C., ZABETAKIS, I. Hen egg yolk lipid fractions with antiatherogenic properties. *Animal Science Journal* [online]. 2013, 84(3), 264-271 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2012.01067.x. ISSN 13443941. Dostupné z:
<http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1111/j.1740-0929.2012.01067.x/full>
- [28] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., BŘEZINA, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu pro kombinované studium*, 1. vydání, UTB, Zlín 2007. 186s. ISBN 978- 80-7318-521-3.

- [29] SALÁKOVÁ, A. Hygiena a technologie drůbeže, vajec a zvěřiny, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 80 s. ISBN 978-80-7305-721-3.
- [30] STRATIL, P. Základy chemie potravin. Brno: MZLU, 2009, 251 s.
- [31] OMANA, D. A., WANG, J., WU, J. Ovomucin – a glycoprotein with promising potential. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2010, 21(9), 455-463 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1016/j.tifs.2010.07.001. ISSN 09242244. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0924224410001512>
- [32] REYES-GRAJEDA, J. P., MORENO, A., ROMERO, A. Crystal Structure of Ovocleidin-17, a Major Protein of the Calcified Gallus gallus Eggshell. *Journal of Biological Chemistry* [online]. 2004, 279(39), 40876-40881 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1074/jbc.M406033200. ISSN 0021-9258. Dostupné z: <http://www.jbc.org/content/279/39/40876.full>
- [33] ČUBOŇ, J., HAŠČÍK, P., KAČÁNIOVÁ, M. *Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2012. ISBN 978-80-552-0870-1.
- [34] RUXTON, CHS., DERBYSHIRE, E., GIBSON, S. The nutritional properties and health benefits of eggs. *Nutrition & Food Science* [online]. 2010, 40(3), 263-279 [cit. 2017-10-28]. DOI: 10.1108/00346651011043961. ISSN 0034-6659. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/00346651011043961>
- [35] GRAY, J., GRIFFIN, B. Eggs and dietary cholesterol - dispelling the myth. *Nutrition Bulletin* [online]. 2009, 34(1), 66-70 [cit. 2017-10-29]. DOI: 10.1111/j.1467-3010.2008.01735.x. ISSN 14719827. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1111/j.1467-3010.2008.01735.x/full>
- [36] GRAY, J., GRIFFIN, B. A. Eggs: Establishing the nutritional benefits. *Nutrition Bulletin* [online]. 2013, 38(4), 438-449 [cit. 2017-10-28]. DOI: 10.1111/nbu.12066. ISSN 14719827. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1111/nbu.12066/full>
- [37] KOVACS-NOLAN, J., PHILLIPS, M., MINE, Y. Advances in the Value of Eggs and Egg Components for Human Health. *Journal of Agricultural and Food*

- Chemistry* [online]. 2005, 53(22), 8421-8431 [cit. 2017-10-07]. DOI: 10.1021/jf050964f. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org.proxy.k.utb.cz/doi/full/10.1021/jf050964f>
- [38] BROWNING, L. C., COWIESON, A. J. Vitamin D fortification of eggs for human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2014, 94(7), 1389-1396 [cit. 2017-10-22]. DOI: 10.1002/jsfa.6425. ISSN 00225142. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1002/jsfa.6425/full>
- [39] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů*, Brno 2006. 164 s. ISBN 80-7013-435-6.
- [40] STEINHAUSEROVÁ, I., SIMEONOVÁ, J., NÁPRAVNÍKOVÁ, E., TREMLOVÁ, B. *Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2003, 82 s. ISBN 80-7305-462-0.
- [41] CAMPBELL, L., RAIKOS, V., EUSTON, S. R. Heat stability and emulsifying ability of whole egg and egg yolk as related to heat treatment. *Food Hydrocolloids*, 2004, 19, 3, s. 533 – 539. ISSN 0268-0051.
- [42] PEŠEK, M. a kol. *Potravinářské zbožíznalství*, 1. vydání, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích 2000. 175s. ISBN 80-7040-399-3.
- [43] *Značení vajec*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?q=zna%C4%8Den%C3%AD+vajec&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibmNmKtt7XAhWQaQKHeOuA1AQ_AUICigB&biw=1366&bih=647#imgrc=b6hSQTWYfk53PM:
- [44] ČESKÁ VEJCE. *Značení produktů* [online]. 2006 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <http://www.ceskavejce.cz/znaceni-produktu.php>.
- [45] Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *Sbírka zákonů České republiky* [online]. 2016 [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>
- [46] GOLIAN, J. *Hygiena potravin*, 2. Vydání, Nitra 2015. 133s. ISBN 978-80-552-1297-5.
- [47] *Krevní skvrna na žloutku*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z:

https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=647&tbm=isch&sa=1&ei=htgbWt3DA9LCsAeRyZaQCQ&q=krevn%C3%AD+skvrna+na+%C5%BEIoutku&oq=krevn%C3%AD+skvrna+na+%C5%BEIoutku&gs_l=psyab.3...16415.21001.0.21201.24.22.0.2.2.0.180.2224.6j14.20.0....0...1c.1.64.psyab..2.12.1292...0j0i67k1.0.HpoDGG-9hzM#imgrc=c6HEQVzycVGbQM:

- [48] Pravidla správné hygienické/výrobní praxe pro zpracovatele vajec. 32s. [on-line]. [cit. 2017-09-12]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/aktualni-temata/hygienicky-balicek/spravna-hygienicka-praxe/pravidla-spravne-a-vyrobnihygienicke.html>
- [49] Vyhláška č. 287 / 1999 Sb., o veterinárních požadavcích na živočišné produkty. In: *Sbírka zákonů České republiky* [online]. 1999 [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-287>
- [50] GOLIAN, J. a kol. Bezpečnost a hygiena potravin. Nitra 2012. 135s. ISBN 978-80-552-0829-9.
- [51] ČERVENKA, J., SAMEK, M. Skladování a konzervace zemědělských produktů. Praha: Provozně ekonomická fakulta, ČZU v Praze ve vydavatelství CREDIT, 1999, 105s. ISBN 80-213-0467-7.
- [52] HRABĚ, J. Základy zbožíznalství potravin, 1. vydání, UTB ve Zlíně 2011. 167s. ISBN 978-80-7454-118-6.
- [53] KYZLINK, Vladimír. Základy konzervace potravin. 2., přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1980, 513, [1] s.
- [54] KŘÍŽ, L. Zpracování a ošetření drůbežích produktů, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha 1997. 29s. ISBN 80-7105-160-8.
- [55] *Prosvěcování vajec*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?q=prosv%C4%9Bcov%C3%A1n%C3%AD+vajec&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_1vKMz97WAhVDOpoKHTWzDYEQ_AUICigB&biw=1366&bih=647#imgrc=pJdxNfJ5zMPqGM:
- [56] *Třídění vajec*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: <http://drubezarna.unikom.cz/trideni-vajec/>
- [57] *Strojní výtlupek vajec*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4867&typ=html
- [58] LECHEVALIER, V., JEANTET, R., ARHALIASS, A., LEGRAND, J., NAU,

- F. Egg white drying: Influence of industrial processing steps on protein structure and functionalities. *Journal of Food Engineering* [online]. 83(3), 404-413 [cit. 2017-04-08]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.03.033. ISBN 10.1016/j.jfoodeng.2007.03.033. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0260877407002087>
- [59] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technologií*. Bratislava: MALÉ CENTRUM, 1996. 512 s. ISBN 80-967064-1-1.
- [60] BHANDARI, B., BANSAL, N., ZHANG, M., SCHUCK, P. *Handbook of food powders: processes and properties* [online]. Oxford: Woodhead Publishing, 2013 [cit. 2017-04-08]. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. ISBN 978-0-85709-513-8. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpHFPPP002/viewerType:toc/root_slug:handbook-food-powders/url_slug:kt00C5BI2D
- [61] Zeelandia spol. s.r.o. Vaječné polotovary [online]. [cit. 2017-06-22] Dostupné z: <http://www.zeelandia.cz/products/vajecne-polotovary>
- [62] Ovotrade s.r.o. Vaječné polotovary [online]. [cit. 2017-09-10] Dostupné z: <http://www.ovotrade.cz/>
- [63] *Tekutý vaječný žloutek*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: <https://www.papei.cz/vejce>
- [64] Velkopavlovické drůbežářské závody, a.s. Specifikace výrobků [online]. [cit. 2017-06-22] Dostupné z: <http://www.vpdz.cz/specifikace-vyrobku.html>
- [65] *Směsná vaječná melanž*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=647&tbm=isch&sa=1&q=vaje%C4%8Dn%C3%A1+melan%C5%BE&oq=vaje%C4%8Dn%C3%A1+melan%C5%BE&gs_l=psyab.3..0j0i24k113.29588.30585.0.30819.7.7.0.0.0.0.173.617.0j4.4.0...0...1.1.64.psy-ab..3.4.612...0i30k1.0.TENdPyRtjK8#imgsrc=IC1sIN8PcpdUIM:
- [66] HUANG, L., WANG, T., HAN, Z., MENG, Y., LU, X. Effect of egg yolk freezing on properties of mayonnaise. *Food Hydrocolloids* [online]. 2016, 56, 311-317 [cit. 2017-04-07]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2015.12.027. ISSN 0268005x. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0268005X15301946>

- [67] BRHLÍK, E., ROMAŇUK, J. *Technologie přípravy pokrmů 2: učebnice pro kuchaře a číšníky*. 6. české upr. vyd., V IQ 147 3. vyd. Praha: IQ 147, 2003. ISBN 80-239-0160-5.
- [68] *Dlouhá vejce*. [online]. [cit. 2017-10-07]. Dostupné z:
https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=647&tbm=isch&sa=1&q=dlouh%C3%A1+vejce&oq=dlouh%C3%A1+vejce&gs_l=psyab.3..0j0i24k1.133170.134938.0.135150.12.12.0.0.0.166.1257.0j9.9.0....0...1.1.64.psyab..3.9.1244....0._Qf6KMQWJpo#imgrc=ExcMZQTirTK3oM:
- [69] *Vařená vejce loupaná*. [online]. [cit. 2018-03-14]. Dostupné z:
<https://www.ovuspraha.cz/vejce-a-produkty/varena-loupana-vejce>
- [70] LACA, A., PAREDES, B., DÍAZ, M. Lipid-enriched egg yolk fraction as ingredient in cosmetic emulsions. *Journal of Texture Studies* [online]. 2012, 43(1), 12-28 [cit. 2017-10-28]. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2011.00312.x. ISSN 00224901. Dostupné z:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1745-4603.2011.00312.x>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

LDL	Lipoproteiny s nízkou hustotou
HDL	Lipoproteiny s vysokou hustotou
NaCl	Chlorid sodný
ES	Evropské společenství
CO ₂	Oxid uhličitý
CPM	Celkový počet mikroorganismů
IgG	Imunoglobulin IgG
IgY	Imunoglobulin IgY

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Srovnání velikosti pštrosích, slepičích a křepelčích vajec [4]</i>	12
<i>Obr. 2. Spotřeba, dovoz a vývoz vajec [11]</i>	14
<i>Obr. 3. Spotřeba vajec na obyvatele v ČR [12]</i>	14
<i>Obr. 4. Podrobný popis vejce v podélném řezu [17]</i>	15
<i>Obr. 5. Rozdělení vaječného žloutku [23]</i>	18
<i>Obr. 6. Schéma tvorby pěny z vaječných bílků [21]</i>	29
<i>Obr. 7. Značení vajec [43]</i>	31
<i>Obr. 8. Krevní skvrna na žloutku [47]</i>	34
<i>Obr. 9. Schéma technologického zpracování vajec [21]</i>	41
<i>Obr. 10. Prosvěcování vajec [55]</i>	44
<i>Obr. 11. Třídění vajec [56]</i>	44
<i>Obr. 12. Strojní výtluk vajec [57]</i>	45
<i>Obr. 13. Separace žloutku od bílku pomocí misky s děrovaným dnem [3]</i>	46
<i>Obr. 14. Separace žloutku od bílku pomocí potrubí [3]</i>	47
<i>Obr. 15. Tekutý vaječný žloutek [63]</i>	52
<i>Obr. 16. Směsná vaječná melanz [65]</i>	53
<i>Obr. 17. Dlouhá vejce [68]</i>	55
<i>Obr. 18. Vařená vejce loupaná [69]</i>	56

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Spotřeba, dovoz a vývoz vajec v mil. ks [11]</i>	13
<i>Tab. 2. Podíly vaječných částí ve vejci [19]</i>	16
<i>Tab. 3. Složení slepičího vejce v % [21]</i>	16
<i>Tab. 4. Chemické složení vejce [20]</i>	17
<i>Tab. 5. Průměrné chemické složení bílků různých druhů drůbeže v % [28]</i>	21
<i>Tab. 6. Jakostní znaky vajec třídy A [1]</i>	30
<i>Tab. 7. Hmotnostní skupiny vajec [42]</i>	31
<i>Tab. 8. Registrační kódy států [29]</i>	32
<i>Tab. 9. Kontinuální (průtoková) pasterace [49]</i>	48
<i>Tab. 10. Stacionární (vsádková) pasterace [49]</i>	48
<i>Tab. 11. Smyslové požadavky na jakost majonéz [42]</i>	55