

Vejce a výrobky z vajec ve výživě člověka

Tomáš Pich

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš PICH**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Vejce a výrobky z vajec ve výživě člověka.**

Zásady pro vypracování:

1. Druhové a fyziologické rozdíly ve složení vajec.
2. Význam vajec ve výživě člověka.
3. Stanovení nutriční hodnoty u různých druhů vajec.
4. Závěry a doporučení pro další využití vajec ve výživě člověka.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

dle dispozic vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.**
Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **22. listopadu 2007**

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

Ve Zlíně dne 12. května 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Výživová a dietetická hodnota vajec budí značné množství rozporuplných názorů. Proto se chci ve své práci na toto téma zaměřit. Dále bych chtěl poukázat na druhové rozdíly vajec a chemické složení jednotlivých druhů vajec. Tato práce by měla pojednávat o vzniku vejce jako takového a jeho průmyslového využití.

Klíčová slova:

Vejce

Žloutek

Bílek

Nutriční hodnota

ABSTRACT

It exists as many divergent opinions of nutrition and dietetic value of the eggs. That's why I would like target the topic in this bachelorwork. Than I h'd like to refer to specific differences of the eggs and chemist of the particular sorts of eggs. This work had has treat of rise egg in itself and his industrial usage.

Keywords:

Egg

Yolk

Egg white

Nutritive value

Poděkování :

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu prof. Ing. Stanislavovi Kráčmarovi DrSc za jeho pomoc a vedení při psaní bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat Bc.Haně Procházkové za gramatické posouzení mé práce.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 VZNIK A VÝVOJ VEJCE	10
1.1 TVORBA ŽLOUTKU.....	10
1.1.1 Světlý žloutek.....	10
1.1.2 Tmavý žloutek.....	10
1.2 TVORBA BÍLKU	10
1.3 TVORBA PODSKOŘÁPKOVÝCH BLAN	12
1.4 TVORBA SKOŘÁPKY.....	12
1.4.1 Stavba vejce	14
2 VLASTNOSTI VAJEC	15
2.1 SLEPIČÍ VEJCE.....	15
2.2 KŘEPELČÍ VEJCE.....	15
2.3 PŠTROSÍ VEJCE	15
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VAJEC	16
3.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ŽLOUTKU	17
3.1.1 Proteiny	17
3.1.2 Lipidy	18
3.1.2.1 Cholesterol.....	19
3.1.3 Sacharidy.....	19
3.1.4 Vitamíny.....	20
3.1.5 Minerální látky	20
3.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BÍLKU	20
3.2.1 Proteiny	21
3.2.2 Sacharidy.....	21
3.2.3 Vitamíny.....	21
3.2.4 Minerální látky.....	21
4 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI	22
4.1 VIZKOZITA	22
4.2 POVRCHOVÉ NAPĚTÍ	22
5 FUNKČNÍ VLASTNOSTI VAJEC	23
5.1 TVORBA GELU	23
5.1.1 Denaturace.....	23
5.1.2 Agregace	23
5.1.3 Koagulace.....	23
5.2 MECHANISMUS TVORBY PĚNY	24
5.3 MECHANISMUS TVORBY EMULZE	24
6 MIKROBIOLOGIE VAJEC	26

6.1	ENDOGENÍ KONTAMINACE.....	26
6.2	EXOGENÍ KONTAMINACE.....	26
6.3	PŘIROZENÁ OCHRANA VAJEC.....	27
6.4	SLAMONELA.....	27
7	ČERSTVOST A KVALITA	29
7.1	ZMĚNY PŘI STÁRNUTÍ VEJCE.....	29
7.2	VADY VAJEC.....	30
8	SKOŘÁPKOVÁ VEJCE	33
8.1	TŘÍDĚNÍ A BALENÍ	33
8.2	PASTERACE	34
8.2.1	Pasterace bílku	34
8.2.2	Pasterace melanže	35
8.2.3	Pasterace žloutku.....	35
9	VÝROBKY Z VAJEC.....	36
9.1	MAJONÉZA	36
9.1.1	Výroba majonézy	36
9.1.2	Dělení majonéz.....	36
9.1.3	Hodnocení jakosti majonéz a majonézových výrobků.....	36
9.1.4	Vady a skladování majonéz a majonézových výrobků.....	37
9.2	POUŽITÍ VAJEC K VÝROBĚ MRAŽENÝCH SMETANOVÝCH KRÉMŮ	37
9.3	POUŽITÍ VAJEC V PEKÁRENSKÉM PRŮMYSLU A PŘI VÝROBĚ TĚSTOVIN	37
9.4	POUŽITÍ VAJEC PŘI VÝROBĚ NÁPOJŮ	37
	ZÁVĚR.....	38
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	41
	SEZNAM OBRÁZKŮ	42
	SEZNAM TABULEK.....	43
	SEZNAM PŘÍLOH.....	44

ÚVOD

Pokud hovoříme o vejcích, máme zpravidla na mysli pouze vejce slepičí, i když se k lidské výživě používají i vejce jiných druhů, např. křepelk, perliček, pštrosů a výjimečně i kachen a hus.

Česká republika patří mezi přední producenty i konzumenty vajec v Evropě. Spotřeba vajec v České republice se pohybuje do 260 do 300 kusů na osobu a rok. Asi 60% vajec je vyprodukováno ve velkochovech, zbytek připadá na malochovy. V souladu s celosvětovým trendem i u nás klesá tržní uplatnění skořápkových konzumních vajec a zvyšuje se podíl vajec zpracovaných na kapalné, sušené nebo mražené vaječné hmoty a další polotovary, nebo finální produkty. V posledních desetiletích vejce přestala být pouze potravinou, ale stala se zdrojem řady biologicky aktivních látek využívaných ve farmacii, medicíně, biochemii a kosmetice.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VZNIK A VÝVOJ VEJCE

Vejce vzniká ze zárodečné buňky tvořené ve vaječniku. Ze zárodečných buněk vznikají ovocyty, těch se tvoří 28 000 až 680 000, z nichž jen část dozraje ve vejce. Slepice může snést v produktivním období až 1 000 vajec. [1]

1.1 Tvorba žloutku

První fází vývoje vejce je tvorba žloutku. Trvá 7 až 11, někdy až 14 dní. Žloutková hmota se ukládá v buňce, v útvaru podobném podkově. Jádro zárodečné buňky je vytlačováno ze středu k povrchu buňky. Z vytvořeného jádra dalším vývojem vzniká zárodečný terčík.

Složky žloutku se netvoří biochemickou syntézou. Dochází pouze k přeskupování vysokomolekulárních látek, které přešly přes folikul, přičemž se tvoří kapalná fáze (plazma), v níž plavou kuličky (granule). Žloutek zastává řadu funkcí - je nositel zárodečného terče, ze kterého začíná vývoj embrya, je zásobárnou lipidů, proteinů a dalších živin.

Žloutek je heterogenní hmota, v níž se pravidelně střídají centrické vrstvy světlého a tmavého žloutku. [4], [2]

1.1.1 Světlý žloutek

Světlý žloutek vždy střed žloutku (latebru) a poslední vrstvu pod žloutkovou membránou. Světlý žloutek představuje 3 – 6 % z celkové hmotnosti žloutku. Vzniká v době klidu, kdy nosnice nepřijímá potravu a má ve žloutku vazebnou funkci. Obsahuje více vody (86 %) než tmavý žloutek. sušina činí 13 – 14 % a je tvořena především proteiny. Tuky představují pouze asi 3,5 % sušiny.[3]

1.1.2 Tmavý žloutek

Tvoří se v době kdy slepice přijímá krmivo. Obsahuje 54,6 % sušiny, z níž hlavní složkou jsou lipidy a proteiny. Obsahuje též většinu lipofilních karotenoidních barviv. Má funkci zásobní. [4]

1.2 Tvorba bílku

K tvorbě bílku dochází v bílkové části vejcovodu. Vejcovod je žláznatý orgán rozdělený do několika částí. Začíná nálevkou, do níž spadne žloutek uvolněný z vaječniku při ovula-

ce. Chlopně nálevky regulují přenos žloutku do nálevky, kde se dotváří poslední vrstva vitelinové membrány. Dochází zde také k oplození. V nálevce se tvoří první vrstva bílku, zvaná chalázový bílek, jež je vlákny spojen s vnější vrstvou vitelinové membrány. Chalázový bílek tvoří jakýsi vak, v němž je uložen žloutek a který je spojen pružnými vláknitými provazci, tvořenými při rotaci vejce ve vejcovodu, s podskořápkovou blanou na obou koncích vejce. Úlohou chalázového bílku je udržovat žloutek ve středu vejce a vyrovnávat vliv otřesů při nešetrné manipulaci. V průběhu stárnutí vejce se mění struktura chalázového bílku, klesá jeho pevnost a pružnost a dochází tím k vychýlení žloutku ze středu, často až ke skořápce. Chalázový bílek tvoří asi 3 % z celkového objemu bílku. [3], [5]

Vejce zůstává v nálevce 18 až 25 minut a pak postupuje do bílkotvorné části vejcovodu (matným). Nejdelší částí vejcovodu je magnum. Zde se tvoří zbývající bílek, který rovněž není homogenní, ale skládá se z řídkého a hustého bílku. Nejdříve vzniká řídký bílek, který se nazývá vnitřní řídký bílek a představuje asi 17 % z celkového objemu bílku. Během tvorby bílku dochází k posunu vejce peristaltickými pohyby vejcovodu. V hlavním úseku magna vzniká hustý bílek, který tvoří asi 57 % celkového bílku. Hustý bílek má gelovou strukturu, kterou vytváří mřížka z mucinových vláken, v níž je vázán roztok proteinů ve vodě. ? Hustý bílek nebo roztok? Někdy bývá označován jako bílkový vak, v němž je uložen žloutek, který je tak chráněn před mechanickým poškozením. [3]

Další vrstva bílku tzv. vnější řídký bílek, se tvoří v následné části vejcovodu, která se nazývá krček. Vnější řídký bílek představuje asi 23 % objemu bílku. Zatímco hustý bílek má gelovitou strukturu, řídký bílek je sol tvořený roztokem globulárních proteinů ve vodě. Neobsahuje žádná vlákna. Složení vnitřního a vnějšího řídkého bílku se příliš neliší, vnější řídký bílek obsahuje většinou více vody. Uvedené poměry jednotlivých složek se mohou lišit. Hustý bílek může tvořit 30 – 80 % a vnitřní řídký bílek 1 – 40 %. Na zastoupení jednotlivých vrstev bílku má vliv řada faktorů, např. dědičná schopnost tvořit hustý bílek nebo teplota prostředí. Vyšší teplota vyvolává snížení tvorby hustého bílku, což lze pozorovat u letních vajec. Dalšími faktory jsou stáří nosnice a individualita nosnice. Čím jsou nosnice starší, tím je podíl hustého bílku menší. Ve velkochovech s regulovanou teplotou a vlhkostí jsou rozdíly menší než při chovu nosnic tradičním způsobem. Obsah a stav hustého bílku má význam při posuzování jakosti vajec.[3]

Bílek představuje přibližně 60 % hmotnosti vejce a má funkci zásobárny vody pro zárodek. Vzhledem k antibakteriálnímu působení některých proteinů působí též jako ochranná bariéra při průniku mikroorganismů přes skořápku do žloutku.

Tvorba bílku je řízena hormonálním systémem a trvá asi 2,5 až 3 hodiny. V tabulárních buňkách, které tvoří až 90 % buněk vejcovodu, se syntetizují nejvýznamnější proteiny (ovoalbumin, ovotransferin, lysozym, ovomukoid), povrchové epiteliální buňky vylučují avidin a ovomucin. [6]

1.3 Tvorba podskořápkových blan

V krčku vejcovodu probíhá současně s tvorbou vnějšího řídkého bílku i tvorba podskořápkových blan. Celý proces trvá asi 1 hodinu. Ve vejci se nacházejí dvě podskořápkové blány, vnitřní a vnější. Tloušťka vnitřní podskořápkové blány je asi 15 μm , vnější asi 45 μm . Významnou vlastností je jejich pevnost a pružnost. Blány mají strukturu pletiva, složeného z proteinových vláken keratinového a mucinového charakteru. V obou blánách jsou póry, přes které dochází k difuzi nebo osmóze plynů a kapalin. Pevnost blan závisí na jejich složení. Vnější podskořápková blána je pevnější než vnitřní. Blány vyrovnávají svou pevností a pružností křehkost skořápky. Vnitřní podskořápková blána je spojená s vnějším řídkým bílkem a sleduje změna jeho objemu. Vnější podskořápková blána pevně přiléhá ke skořápce. V okamžiku snesení vejce, kdy dojde k jeho ochlazení z teploty těla nosnice (cca 40°C) na teplotu prostředí, se obě podskořápkové blány na tupém konci vejce oddělí v důsledku smrštění vaječného obsahu a vznikne vzduchová bublina. Výška vzduchové bubliny je u čerstvých vajec po snesení a vychladnutí 2 – 3 mm. Velikost vzduchové bubliny závisí na propustnosti skořápky, teplotě a vlhkosti prostředí a je též funkcí velikosti vejce. [7], [3]

1.4 Tvorba skořápky

Posledním krokem při vývoji vejce je tvorba skořápky, ke které dochází v další části vejcovodu, zvané děloha. Tvorba skořápky začíná jež v krčku vejcovodu a v přechodné části mezi krčkem a dělohou. Na vnější podskořápkové bláně se tvoří krystalizační centra, která jsou bílkovinné povahy. Na těchto jádrech pak dochází k tvorbě anorganických krystalů. [5]

Základem skořápky je organická hmota zvaná matrix, která je tvořena bílkovinnými vlákny kolagenové povahy. Vlákna tvoří jemnou síť prostupující celou skořápkou. Tato síť je vyplněna anorganickou hmotou, v níž převládá uhličitán vápenatý (asi 98 %) a zbytek tvoří uhličitán hořečnatý a fosforečnan vápenatý.

Skořápka se stává ze dvou vrstev – maxilární a spongiózní.

Maxilární vrstva prorůstá do vnější podskořápkové blány do hloubky asi 20 μm . Její tloušťka je asi 70 μm . Maxilární vrstva je tvořena organickou hmotou složenou hlavně ze sirných proteinů a mukopolysacharidů, která je obklopená nepravidelnými anorganickými krystaly, rostoucími všemi směry a tvořícími útvary, mezi kterými procházejí póry. [3], [8]

Na maxilární vrstvu navazuje vrstva spongiózní, tvořená především krystalickým uhličitánem vápenatým. Krystaly mají tvar sloupovitých útvarů zvaných palisády. Jejich průměr je 50 – 100 μm a u dobře vyvinuté skořápky tvoří pravidelné shluky, mezi kterými procházejí póry. Palisády jsou orientované kolmo k povrchu vejce. Vlákna matrixu procházejí krystalickými útvary a mají významný vliv na pevnost skořápky. Povrch palisád tvoří horní krystalická vrstva tloušťky asi 3 - 8 μm . Tato vrstva se skládá z menších útvarů než palisádová vrstva a její krystalická struktura je hustší. Tloušťka spongiózní vrstvy je asi 200 až 300 μm . Název spongiózní (houbovitá) se odvozuje z dob, kdy nebyla ještě popsána struktura skořápky, ale bylo známo, že po rozpuštění anorganické hmoty (např. silnou kyselinou) zůstává organická hmota, jejíž struktura připomíná houbu. [9]

Poslední vrstvou, která vzniká též v děloze, je kutikula. Kutikula je tvořena převážně proteiny, doprovázenými malým množstvím polysacharidů a lipidů. Složky kutikuly tvoří zrnkovité útvary průměru asi 1 μm , které se ukládají nejprve kolem vláken matrixu a v místech, kde ústí póry. Současně se vylučují i barevné pigmenty, které souvisí s pigmentací skořápky. Kutikula se skládá ze dvou nebo více vrstev tloušťky 0,5 až 12,8 μm . Pokrývá celý povrch skořápky. Zakrývá póry, čímž částečně brání vypařování vody z vejce a chrání před průnikem mikroorganismů a nečistot z vnějšího prostředí do vejce. U čerstvě sneseného vejce je vlhká a slizká, což ulehčuje snesení vejce. V UV světle červeně fluoreskuje. Po snesení vejce kutikula zasychá. [10]

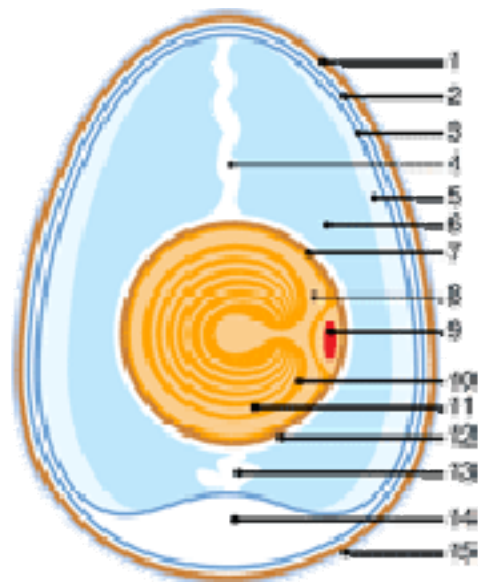
Celou skořápkou procházejí kolmo k povrchu trychtýřovité kanálky, které spojují podskořápkové blány s povrchem skořápky. Na povrchu skořápky se nazývají póry. Póry umožňují

ňují výměnu plynů (kyslíku, oxidu uhličitého) a vodní páry mezi vejcem a vnějším prostředím. K výměně dochází pasivní difúzí. Množství pórů se pohybuje od 7 000 do 17 000. Kanálky jsou nejužší v mamilární vrstvě, jejichž vnitřní průměr je 6 – 23 μm na povrchu je průměr pórů 15 – 65 μm . Póry jsou rozloženy na skořápce nerovnoměrně, nejméně pórů je ve středu ostrého konce, naopak nejvíce pórů je na tupém konci vejce, kde se nachází vzduchová bublina.

Vývoj skořápky trvá asi 20 hodin. Skořápka představuje 9 – 12 % hmotnosti vejce. Za normálních okolností prochází vejce vejcovodem ostrým koncem dopředu. Posledním úsekem vejcovodu je vagina, tvořená dlouhými, pevnými svalovými vlákny. Vagina ústí do kloaky. Touto cestou je vejce peristaltickým pohybem a kontrakcí svalů vytlačeno. Jazyček sliznice se tlakem vejce vysune a uzavře otvor, kterým jsou vylučovány výkaly. Zároveň se vychlípí znečištěné okraje kloaky, takže nedojde k znečištění vejce.

1.4.1 Stavba vejce

1. skořápka (testa)
2. vnější papírová blána (membrana testa)
3. vnitřní papírová blána (membrana testa)
4. poutko (chalaza)
5. vnější řídký bílek (albumen rarum)
6. hustý bílek (album densum)
7. žloutková blána (membrana vitellina či lamina vitellina cytolemma ovocytí)
8. výživný žloutek
9. zárodečný terčik (tvořivý žloutek + zárodek) (discus germinalis)
10. tmavý (žlutý) žloutek (vitellus aureus)
11. světlý žloutek (vitellus aureus)
12. vnitřní řídký bílek (albumen rarum)
13. poutko (chalaza)
14. vzduchová komůrka (cella aeria)
15. kutikula



2 VLASTNOSTI VAJEC

Z vnějších vlastností vajec se věnuje pozornost zejména velikosti vajec, jejich barvě a stavbě skořápky. [4]

Velikost vajec se vyjadřuje jejich hmotností (viz níže Tab. č. 1 Průměrná hmotnost vajec různých užitkových ptačích druhů).

Tab. č. 1. Průměrná hmotnost vajec různých užitkových ptačích druhů

Druh	hmotnost (g)	Druh	hmotnost (g)
Pštros	1520	Slepice	60
Husa	155	Perlička	40
Kachna	93	Holub	17
Krůta	92	Křepelka	11

2.1 Slepíčí vejce

Vejce může být bílé nebo hnědé, v odstínech od světle hnědé až po tmavohnědé. Barva skořápky je dána plemennou příslušností nosnice (např. plemeno Aracuana má skořápku zelenou) [1]

2.2 Křepelčí vejce

Tvar křepelčího vejce je téměř vejčitý, častěji však zašpičatělý až mírně hruškovitý, s velmi tupým pólem. Základní barva je světle žlutavě hnědá, mnohdy tmavší s nádechem do červená, řidčeji bledě žlutá s bohatým skvrněním barvy tmavohnědé až černohnědé. [6], [7]

2.3 Pštrosí vejce

Pštrosí vejce je největší z vajec všech žijících ptáků, i když vzhledem k velikosti pštrosa je naopak jedním z nejmenších. Má hmotnost 750 - 1600 gramů (může tedy vážit až jako 30 slepičích vajec) a obvyklé rozměry 16x13 cm. Vejce mají bílou až krémově lesklou, silnou a velmi tvrdou skořápku, která je silná až 3 mm a tvrdostí připomíná porcelán. [124]

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VAJEC

Vejce obsahuje všechny základní látky potřebné pro vývoj zárodku viz níže Tab. č. 2: Složení slepičino vejce v %. Hlavní složkou slepičino vejce je voda, která tvoří ve vaječném obsahu bez skořápky asi 74 % a nachází se především v bílku. [13]

Tab. č. 2: Složení slepičino vejce v %

Složky	Celé vejce	Skořápka a blány	Bílek	Žloutek
Voda	65,6	1,6	87,9	48,7
Sušina	34,4	98,4	12,1	51,3
Proteiny	12,1	3,3	10,6	16,6
Lipidy	10,5	stopy	stopy	32,6
Sacharidy	0,9	stopy	0,9	1
Miner. Látky	10,9	95,1	0,6	1,1

Sušinu vejce tvoří proteiny, lipidy, sacharidy, minerálními látky a malé množství dalších organických látek, jako jsou například vitamíny, enzymy, kyseliny, barviva, nízkomolekulární dusíkaté látky. Relativní zastoupení se mění podle podílu vaječných složek ve vejci, zastoupení základních komponent může kolísat v úzkém rozmezí podle podmínek vzniku vejce. Liší se i u jednotlivých ptačích druhů (Tab. č. 3: Základní chemické složení vaječného obsahu u různých druhů drůbeže v %)

Tab. č. 3: Základní chemické složení vaječného obsahu u různých druhů drůbeže v %

Složky	Slepice	Krůta	Kachna	Husa
Voda	73,6	73,7	69,7	70,6
Sušina	26,4	26,3	30,3	29,4
Proteiny	12,8	13,1	13,7	14
Lipidy	11,8	11,7	14,4	13
Sacharidy	1	0,7	1,2	1,2
Miner. Látky	1,1	0,8	1	1,2

3.1 Chemické složení žloutku

Žloutek je z chemického hlediska nejsložitější částí vejce. Vedle hlavních složek sušiny obsahuje poměrně významné množství vitamínů, barviv, nízkomolekulárních dusíkatých látek a dalších minoritních složek. Obsah sušiny ve žloutku kolísá v rozmezí 50,5 – 54,5 % viz Tab. č. 4: Složení žloutku u různých druhů drůbeže v %

Tab. č. 4: Složení žloutku u různých druhů drůbeže v %

Složky	Slepice	Krůta	Kachna	Husa
Voda	48,7	48,3	44,8	43,3
Sušina	51,3	51,7	55,2	56,7
Proteiny	16,6	16,3	17,7	18
Lipidy	32,6	33,2	35,2	36
Sacharidy	1	0,9	1,1	1,1
Miner. Látky	1,1	1,3	1,2	1,6

Strukturu žloutku tvoří dvě fáze – plazma a granule. Plazma obsahuje především lipidy (asi 75 % sušiny), zbytek tvoří proteiny. Je rozpustná ve vodě. V granulích převažují proteiny (asi 64 % sušiny), lipidy tvoří asi 34 % sušiny. Granule jsou ve vodě rozpustné až při vyšší iontové síle (více než 0,3 mol NaCl). [14], [5],

3.1.1 Proteiny

Většina proteinů se ve žloutku nenachází v čisté formě, ale tvoří komplexy s lipidy a sacharidy. Mezi čisté proteiny patří livetiny. Nacházejí se v plazmě a jsou frakcemi o různé molekulové hmotnosti.

Fosfovitin patří mezi glykoproteiny. Obsahuje 10 % kyseliny fosforečné vázané na serin viz Tab. č. 5. Obsah aminokyselin ve žloutku.

Viteliny a vitelenin jsou rovněž glykoproteiny, které obsahují fosfor. Obsah fosforu je však mnohem nižší než ve fosfovitinu. Viteliny a vitelenin tvoří komplexy s fosfolipidy a řadí se mezi lipoproteiny.

Lipoproteiny tvoří asi 63 % proteinů žloutku. Jsou tvořeny frakcemi různé hustoty (VLDL, LDL, HDL). Podléhají snadno denaturaci. [15], [5], [8]

Tab. č. 5. Obsah aminokyselin ve žloutku

Aninokyselina	Obsah ($\mu\text{mol/g}$ sušiny)	Aminokyselina	Obsah ($\mu\text{mol/g}$ sušiny)
Kyselina asparagová	3,67	Treonin	4,57
Serin	5,39	Asparagin	2,81
Kyselina glutamová	8,19	Glutamin	3,79
Prolin	0,05	Glicin	2,87
Alanin	3,45	Valin	4,05
Methionin	1,48	Isoleucin	2,88
Lucin	5,26	Tyrosin	3,59
Fenylalanin	2,71	Ornithin	0,15
Lysin	5,33	Histidin	1,08
Tryptofan	0,44	Arginin	4,2

3.1.2 Lipidy

Lipidy tvoří asi 33 % sušiny žloutku, z čehož přibližně dvě třetiny připadají na acylglyceroly a jedna třetina na fosfolipidy, steroly a cerebrosidy.

Mezi acylglyceroly převládají triacylglyceroly. Mono a diacylglyceroly se nacházejí především v HDL frakci granulí a pouze v malé koncentraci v LDL frakci plazmy.

Hlavní složkou fosfolipidů je fosfatidylcholin (60-70 % fosfolipidů žloutku).

Fosfatidylethanolamin a v menší míře i fosfatidylcholin vykazují antioxidační vlastnosti, které se zvyšují se stupněm nenasycenosti mastných kyselin ve fosfolipidu. Tento lipid se díky volným aminoskupinám účastní reakcí neenzymového hnědnutí během pečení nebo jiného záhřevu.

Pro vaječný žloutek je typický vysoký obsah nenasycených mastných kyselin. Profil mastných kyselin ve žloutku je ovlivňován řadou biologických faktorů a prostředím, jako jsou genetické vlivy, plemeno, linie nebo kombinace, věk nosnice, skladba krmiva, geografické vlivy, způsob chovu apod.

Nasyčené mastné kyseliny tvoří ve žloutku asi 30 %. Nejvíce je zastoupena kyselina palmitová (C16), která představuje více než 20 % a kyselina stearová (C18). Ostatní nasycené mastné kyseliny jsou zastoupeny v nevýznamném množství. Na rozdíl od mnohých jiných živočišných tuků je ve vaječném žloutku příznivý poměr mezi nenasycenými a nasycenými mastnými kyselinami. Nenasycené mastné kyseliny tvoří až 70 %. Z nich téměř 50 % připadá na kyselinu olejovou (C18:1), druhá majoritní (6 - 10 %) je kyselina linolová (18:2).

Významný je obsah polynenasycených mastných kyselin, které se ve žloutku nacházejí v množství 8 – 12 %.[16], [5], [8]

3.1.2.1 Cholesterol

Alicyklické steroidní alkoholy označované jako steroly tvoří asi 4 % vaječných lipidů. Z nichž až 96 % připadá na cholesterol. Cholesterol se ve žloutku nachází většinou ve volné formě, asi 15 % je esterifikováno mastnými kyselinami. Cholesterol je významný nutri- et pro vývoj zárodku. Jeho obsah se liší u různých druhů ptáků a u téhož druhu i mezi ple- meny a liniemi. U drůbeže se nejvíce cholesterolu nachází ve vejcích vodní drůbeže (kachny) a v krutích vejcích. Obsah cholesterolu bývá nižší u vajec s bílou skořápkou než u vajec s hnědou skořápkou. Dále na obsah cholesterolu má vliv stáří nosnice, průběh snáškového cyklu, chov a výživa. V křepelčích vejcích je obsah cholesterolu srovnatelný, někdy i vyšší s vejci slepičími.

Obavy z konzumace cholesterolu vedly ke snížení konzumace vajec, neboť vysoká hladina cholesterolu v krevním séru patří mezi rizikové faktory při onemocnění kardiovaskulárního systému. Ve světle dnešních poznatků je cholesterol i pro člověka nezbytný jako součást buněčných membrán, prekurzor žlučových kyselin, vitamínu D a některých steroidních hormonů.

Chemickými reakcemi vyvolanými světlem, fotosenzibilizátory, teplem, kyslíkem a dalšími oxidačními činidly dochází k oxidaci cholesterolu např. při nevhodném zpracování a skladování žloutku. [5], [8], [171]

3.1.3 Sacharidy

Obsah sacharidů ve žloutku je nízký (cca 1 %). Většina sacharidů je vázána na proteiny. Ve fosfovitéch jsou vázány glukosa, glukosami a kyselina sialová, v lipovitelinech manosa, galaktosa a kyselina sialová. LDL a VLDL frakce plazmy obsahuje galaktosu a kyselinu sialovou

0,13 – 0,20 % sacharidů se nachází ve volné formě. Z nich 98 % připadá na glukosu, zbytek tvoří stopy manosy, galaktosy, xylosy, arabinosy, ribosy a deoxiribosy. [18], [5]

3.1.4 Vitamíny

Vaječný žloutek obsahuje jak vitamíny rozpustné v tucích, tak vitamíny rozpustné ve vodě - s výjimkou vitamínu C. U hydrofilních vitamínů dochází k migraci mezi žloutkem a bílkem přes žloutkovou membránu. Lipofilní vitamíny jsou nerovnoměrně rozloženy mezi plazmou a granulami. V granulích je vyšší koncentrace vitamínů A a K. Vitamín E se nachází především v LDL frakci plazmy a též v HDL frakci granulí. Obsah vitamínů D₂ a D₃ je v granulích i v plazmě srovnatelný. V současné době je hlavní pozornost zaměřena na zvyšování obsahu vitamínů ve žloutku fortifikací krmiv. Úspěchů bylo dosaženo při obohacení žloutku vitamíny D₂, D₃, E a kyselinou listovou. [19], [5]

3.1.5 Minerální látky

Vaječný žloutek je zdrojem mnoha minerálních látek potřebných pro vývoj kuřecího embrya. Nejvíce je zastoupen fosfor, který je vázán ve fosfolipidech i některých proteinech. Dalším významným prvkem je železo. 95 % železa je vázáno v trojmocné formě na fosfoserinové skupiny. Z ostatních mikroprvků lze jmenovat mangan, selen, kobalt, nikl, chrom, měď, barium a jod. Naopak za zmínku stojí nízký obsah sodíku. Obsah minerálních látek je velmi nestálý a kolísá v širokých mezích i u téže nosnice vlivem krmiva, prostředí i ročního období. [3]

3.2 Chemické složení bílku

Převažující složkou bílku je voda. Organickou část bílku tvoří především proteiny. Lipidy se nacházejí pouze ve stopách [20], [3] viz Tab. č. 6: Složení bílku u různých druhů drůbeže v %

Tab. č. 6: Složení bílku u různých druhů drůbeže v %

Složky	Slepice	Krůta	Kachna	Husa
Voda	87,9	86,5	86,8	86,7
Sušina	12,1	13,5	13,2	13,3
Proteiny	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

3.2.1 Proteiny

Bílek je směsí asi 40 různých typů proteinů, které strukturálně patří mezi fibrilární i globulární proteiny. Mezi 7 hlavních, nejvíce zastoupených proteinů patří ovoalbumin (54 %), ovotransferin (13 %), ovomukoid (11 %), lysozym (3,5 %), globuliny (4 %) a ovomucin (2 %). Všechny proteiny vaječného bílku, s výjimkou lysozymu, TBP a cystatinu, patří mezi glykoproteiny obsahující kovalentně vázané oligosacharidy. [3], [10]

3.2.2 Sacharidy

Většina sacharidů v bílku se nachází ve vázané formě v glykoproteidech, kde jsou kovalentně vázány na polypeptydové řetězce v různém množství a v různých kombinacích. Jedná se především o galaktosu, manosu, glukosamin, galaktosamin a kyselinu sialovou. [5]

3.2.3 Vitamíny

V bílku jsou přítomny pouze vitamíny rozpustné ve vodě (skupina B) s výjimkou kyseliny askorbové. Jejich obsah kolísá v závislosti na krmivu, plemeni a ročním období. [5]

3.2.4 Minerální látky

Obsah minerálních látek v bílku kolísá mezi 0,6 až 0,95 % je ovlivňován jako u žloutku. Ve srovnání se žloutkem obsahuje bílek více sodíku, draslíku a síry, méně vápníku a výrazně méně fosforu a železa. [3]

4 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI

4.1 Viskozita

Viskozita vaječných obsahů je významnou technologickou veličinou. Reologické vlastnosti žloutku značně závisí na sušině. Změny funkčních vlastností bílku a žloutku i strukturální změny vaječných proteinů ovlivňují průběh viskozity v závislosti na teplotě. Viskozita bílku a žloutku závisí na řadě faktorů – stáří vaječ, teplotě, pH, měrné hmotnosti, obsahu vody a namáhání. Viskozita bílku je ovlivněna též obsahem lysozymu, který tvoří komplexy s ostatními proteiny bílku, což významně ovlivňuje strukturu i viskozitu. Na viskozitu žloutku má vliv podíl bílku, kterým je žloutek kontaminován při vytloukání. Viskozita slouží jako indikátor změn koloidního systému, zejména při záhřevu. U obnovených zmrazených nebo sušených hmot se objevuje pseudoplastické chování. Viskozita je vyšší u nativních hmot. Vzrůst viskozity zmrazeného a následně rozmrazeného žloutku je úměrný viskozitě před zmrazením. Viskozita melanže se zvyšuje zejména při pomalém rozmrazování. Závisí též na délce skladování ve zmrazeném stavu. Pasterované vaječné hmoty mají naopak nižší viskozitu než nativní hmoty. [21], [4], [5]

Při zahřívání bílku a žloutku viskozita klesá až do teploty, při níž začíná denaturace a kdy se viskozita začíná opět zvyšovat. U bílku dosahuje maxima při 63 - 66°C. U žloutku dosáhne prvního maxima při cca 73°C. [22]

4.2 Povrchové napětí

Proteiny a fosfolipidy vaječného žloutku snižují povrchové napětí a mezifázové napětí, což je podstatnou emulgační schopností žloutku. Zředění žloutku vodou způsobuje významné změny jeho emulgačních vlastností. Povrchové napětí vaječné melanže mírně klesá při pasteraci a též při následném zmrazování. [1]

5 FUNKČNÍ VLASTNOSTI VAJEC

5.1 Tvorba gelu

5.1.1 Denaturace

Denaturace je proces, při kterém proteiny a polysacharidy přecházejí z uspořádaného stavu do stavu neuspořádaného, kdy se kovalentní vazby, s výjimkou disulfidových můstků, rozpadají a tvoří se nová třírozměrná struktura. K denuraci dochází záhřevem, šleháním, mícháním, adsorpcí na fázovém rozhraní a chemickou cestou. [5]

5.1.2 Agregace

Při agregaci dochází k interakci mezi proteiny, která vede k tvorbě komplexů o velké molekulové hmotnosti. Intermolekulární síly mezi proteinovými molekulami jsou obdobného druhu jako intramolekulární síly u globulárních proteinů. [23]

5.1.3 Koagulace

Koagulace je jedna z forem agregace, při níž převažují interakce mezi dvěma polymerními molekulami nebo polymerem a rozpouštědlem.

Proteiny bílku denaturují při různé teplotě a mají různý sklon ke koagulaci. Čím je molekula proteinu rovnější, tím hůře podléhá agregaci. Při uspořádané agregaci proteinů se tvoří trojrozměrná síťovitá struktura – gel. Gely z vaječného bílku váží vodu v obdobném množství jako nativní bílek cca 90 %. Důležitou roli při melírování hraje struktura molekuly a intermolekulární síly. [24]

Tvorba gelu je ovlivňována řadou faktorů. Nejvýznamnějším je teplota. Gely jsou nejpevnější mezi 71 – 83°C. Na tvorbu gelu má vliv i doba záhřevu.

Dalším faktorem je koncentrace proteinů. Vyšší koncentrace proteinů vede k lepší a rychlejší tvorbě gelu a vyšší pevnosti.

Zvýšením iontové síly, např. přidávkem NaCl nebo jiných solí se zvyšuje pevnost gelu.

Bílek vykazuje lepší schopnost tvořit gel než žloutek a melanž – neobsahuje lipidy. [25]

5.2 Mechanismus tvorby pěny

Tvorba pěny patří mezi nejdůležitější vlastnosti bílku. Uplatňuje se v potravinářství 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 denuraci proteinů dochází mechanicky. Dochází k prostorovým konformačním změnám proteinů, kdy na povrch vystupují hydrofóbní skupiny. Díky tomu nastává silná adsorpce proteinů na volná mezifázová rozhraní, přičemž se snižuje povrchová energie a povrchové napětí, čímž se usnadňuje další tvorba pěny.

Nejlepší schopnost tvořit pěnu mají proteiny v blízkosti izoelektrického bodu.

Na tvorbě pěny se podílejí především ovoalbumin, ovotransferin a ovomukoid. Zejména globulární proteiny snižují povrchové napětí a stabilizují trvanlivost pěny.

Přítomnost lipidů tvorbu pěny zhoršuje a případně až znemožňuje.

Hlavním úkolem bílkové pěny jsou kypřící účinky. Vytváří nadýchanou strukturu ve výrobcích připravovaných za studena i za tepla.

Na kvalitu pěny má vliv i stáří vajec. V čerstvých vejcích jsou proteiny většinou integrovány v komplexech. Během stárnutí vajec se tyto komplexy s rostoucím pH rozpadají, což vede k lepší tvorbě pěny. Na tvorbu a vlastnosti pěny má vliv mnoho dalších faktorů. [26] [3] [5]

5.3 Mechanismus tvorby emulze

Emulze jsou disperzní systémy dvou vzájemně nemísitelných kapalin, kdy je jedna ve druhé jemně rozptýlena. Existují dva typy emulzí – voda v oleji a olej ve vodě.

Vaječný žloutek je sám emulzí a zároveň je schopen emulze tvořit. Patří mezi nejlepší přírodní emulgátory. Emulgační schopnosti má i vaječná melanž, ale menší než žloutek. Nositelem emulgačních schopností jsou lipoproteiny, především frakce LDL, které obsahují lipovitelinu a livetiny. U lipoproteinů se na emulzi podílejí obě složky – fosfolipidy i proteiny svými lipofilními i hydrofilními skupinami.

Na tvorbě emulzí se nejvýznamněji podílejí na protein vázané fosfolipidy, zejména lecitin a ještě více lysolecitin. Díky svému hydrofilnímu charakteru vytvářejí emulzi typu olej ve

vodě. Naopak cholesterol, který je lipofilní tvoří emulzi typu voda v oleji. Z čehož vyplývá že vaječný žloutek tvoří oba typy emulzí.

Emulgační schopnosti žloutku se využívá při výrobě majonéz, omáček, krémů, zmrzlin, těst a dalších výrobků. [1] [3]

6 MIKROBIOLOGIE VAJEC

K mikrobiální kontaminaci vajec dochází buď z vnějšího prostředí průnikem přes skořápku, nebo z těla nosnice krevní cestou.

6.1 Endogenní kontaminace

K endogenní kontaminaci dochází ještě před evolucí, kdy jsou mikroorganismy transportovány do tvořícího se žloutku. Méně častým případem endogenní kontaminace je průnik přes kloaku. Původci endogenní kontaminace bývají obvykle patogenní mikroorganismy, především bakterie a viry. Tímto způsobem bývá infikováno 6 – 9 % vajec. [1] [5]

6.2 Exogenní kontaminace

Je více rozšířená a závisí na čistotě prostředí. Různé literatury uvádí, že na skořápce bývá řádově 10^3 až 10^8 mikroorganismů. Nejvíce bývají kontaminovány skořápky vajec z volných chovů pak z chovů podestýlkových a nejméně z klecových chovů. Rozsah kontaminace lze snížit čistotou zařízení a včasným sběrem vajec a jejich uchováváním ve vhodných podmínkách. Největší nebezpečí hrozí u čerstvě sneseného vejce, majícího ještě vlhkou a lepkavou kutikulu s dosud nevytvořenou zrníčkovou strukturou. Na ni se nalepí nečistoty z prostředí. Tyto nečistoty jsou zdrojem i ochranným prostředím pro mikroorganismy, které pak pronikají přes póry skořápky do vaječného obsahu. Zůstanou-li vejce delší dobu ve snáškové hale, může se počet mikroorganismů na skořápce zvýšit 2 až 3 krát. [1] [9]

Mikroorganismy jsou schopny zůstat na skořápkách vitální poměrně dlouhou dobu, která závisí na podmínkách skladování. V chladném a vlhkém prostředí přežívají déle než v teplém a suchém prostředí. Penetraci mikroorganismů do vaječného obsahu podporují následující faktory: silné znečištění skořápky, poškození kutikuly, mytí, praskliny a defekty skořápky, vysoká koncentrace mikroorganismů, vysoká teplota skladování a velký teplotní gradient, vysoká relativní vlhkost vzduchu, orosení skořápky, délka skladování a nečisté obaly.

Schopnost mikroorganismů pronikat do vejce je různá, nejlépe pronikají pohyblivé mikroorganismy, zejména tyčinky a hyfy plísní.

Patogenní i nepatogenní mikroorganismy produkují enzymy, které rozkládají složky vaječného obsahu, zejména proteiny a lipidy. [3]

6.3 Přirozená ochrana vajec

Nejvyšší počet mikroorganismů je na skořápce a jejich koncentrace klesá směrem k žloutku. Skořápka tvoří první bariéru proti pronikání mikroorganismů do vejce. Významnou roli hraje kutikula, která zakrývá póry. U čerstvě sneseného vejce s neporušenou kutikulou zůstává otevřeno pouze asi 1 % pórů. Během stárnutí však kutikula vysychá a stává se porézní. Též mechanické poškození kutikuly otvírá cestu mikroorganismům do skořápky. Sama hmota skořápky brzdí průnik mikroorganismů mechanicky i chemicky.

Podskořápkové blány jsou velmi významnou bariérou. Díky své vláknité struktuře působí jako filtr. Některé jejich ochranné vlastnosti se spojují též s chemickým působením zejména lysozymu a ovotransferinu.

Další ochrannou bariéru tvoří bílek díky svému chemickému sležení a vysoké hodnotě pH. Z významných proteinů bílku působí ovotransferin na organismy, které vyžadují volné železo, což jsou především mikrokoky, bacili a G⁻ bakterie. Lysozym ničí zejména *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus subtilis*. Ovomucin brzdí mechanicky mobilitu mikroorganismů a má antivirové vlastnosti.

Poslední bariérou je žloutková membrána. O mechanismy jejího působení není dosud dostatek informací. Podílí se na něm ovomucin a lysozym, které jsou součástí membrány. [3]

6.4 Salmonella

Zvláštní pozornost při hodnocení mikrobiálního stavu vajec zasluhuje rod *Salmonella*. Vyskytuje se především tam, kde je nízká úroveň hygieny.

Salmonely jsou poměrně odolné bakterie. Optimální teplota je mezi 37 – 43 °C. K vysokým teplotám jsou citlivé, spolehlivě hynou po 10 minutovém záhřevu na 70 °C. Minimální pH umožňující růst salmonel je 3,8 optimální je 7,0 a maximální je 9,0. Salmonely jsou značně odolné vůči sušení, mražení, solení a uzení.

Výskyt salmonel ve vejcích vedl k poklesu jejich spotřeby.

Kontaminace skořápky pochází buď z vejcovodu nebo kloaky nemocné nosnice, nebo z druhotného znečištění. Nejvyšší výskyt salmonel na skořápce je u vodní drůbeže, a proto se vejce vodní drůbeže nesmí v ČR používat k potravinářským účelům.

Nebezpečným zdrojem salmonelóz je kontaminace vajec transovariálním přenosem z nemocné nosnice. U čerstvě snesených vajec se v tomto případě nacházejí salmonely pouze ve žloutku, u starších i v bílku.[4], [9]

Světová zdravotnická organizace (WHO) vydala pro konzumenty tzv. Deset zlatých pravidel, jak se chránit před salmonelami. Některá se týkají i vajec:

- 1) Vařit vejce dostatečně dlouho. Nebezpečná jsou vejce s tekutým žloutkem
- 2) Nekonzumovat vejce syrová ani pokrmy ze syrových nepasterovaných vajec
- 3) Uchovávat vejce při chladírenských teplotách
- 4) Zabránit křížové kontaminaci

7 ČERSTVOST A KVALITA

Spotřebitel vyžaduje, aby vejce mělo vysokou nutriční hodnotu, charakteristické smyslové znaky a bylo zdravotně nezávadné. Tyto požadavky většinou ztotožňují s čerstvostí. Na výše uvedené znaky má vliv nejen stáří vejce ale i způsob jeho skladování.

Čerstvost rozdělujeme na biologickou a obchodní.

Biologická čerstvost je charakterizována schopností vývoje zárodka ve vejci a za příznivých podmínek skladování může být uchována několik dní.

Obchodní čerstvost vyjadřuje vhodnost vejce pro použití na potravinářské účely. Je obtížně stanovitelná, neboť od okamžiku snesení probíhají ve vejci nezvratné změny, které snižují jeho biologickou hodnotu. Dobrymi skladovacími podmínkami lze tyto změny zpomalit a tím prodloužit obchodní čerstvost, ale také naopak. Minimální trvanlivost konzumních skořápkových slepičích vajec byla u nás legislativně stanovena na 28 dní ode dne třídění při skladování při teplotách 5 - 18°C. V EU se stanovuje minimální trvanlivost od data snášky, takže obchodní čerstvost je max. 28 dní. V různých státech EU jsou na to rozdílné požadavky např. na skladování. [4], [9]

7.1 Změny při stárnutí vejce

Od okamžiku snesení dochází k odpařování vody z vejce, což se projevuje jako úbytek hmotnosti. Rychlost odpařování vody závisí na teplotě a relativní vzdušné vlhkosti. Dále na ni mají vliv velikost vejce, propustnost skořápky a množství pórů.

Mezi bílkem a žloutkem je u čerstvě sneseného vejce na obou stranách žloutkové membrány rozdílný osmotický tlak. Během stárnutí se projevuje snaha o jeho vyrovnání. Voda z bílku přechází do žloutku. Zároveň přechází voda z řídkého bílku do hustého bílku a ten ztrácí svou viskozitu. Ve žloutku se zvyšuje obsah vody a klesá sušina. To může vést u starých vajec až k prasknutí žloutkové membrány při výtluhu. Rychlost změn závisí na teplotě. S rostoucí teplotou se zvyšuje propustnost žloutkové membrány.

Během stárnutí se zvětšuje vzduchová bublina následkem úbytku vody. Zpočátku se průměr a výška vzduchové bubliny zvětšují rychleji, později rychlost zpomaluje. Intenzita závisí na teplotě. Výška vzduchové bubliny je jedním z kritérií při třídění vajec do jakostních tříd. V souvislosti s úbytkem hmotnosti a zvětšováním vzduchové bubliny se snižuje i měrná hmotnost. Z tohoto jevu vychází i nejjednodušší metoda posuzování stáří vejce, tzv.

hydrometrická metoda, založená na tom, že čerstvé vejce v nádobě s vodou nebo fyziologickým roztokem klesne ke dnu, během stárnutí se vznáší a staré vejce plave na hladině.

Vedle ztrát vody se z vejce uvolňuje i oxid uhličitý, který je rozpuštěný v bílku. Čím je vyšší teplota, tím rychleji se CO₂ uvolňuje až do dosažení rovnovážného stavu. V důsledku ztráty CO₂ se zvyšuje pH bílku až na hodnotu 9,6 a dochází ke změnám ve struktuře hustého bílku.

Stárnutím vejce se mění i vzhled skořápky, např. nerovnoměrné rozložení vlhkosti se projevuje skvrnitostí skořápky.

V průběhu stárnutí dochází i k chemickým změnám ve vaječném obsahu. U proteinů se mění struktura nejčastěji tvorbou disulfidových můstků, zvyšuje se obsah volných aminokyselin. Tvoří se též další nízkomolekulární dusíkaté sloučeniny. Znakem stárnutí vajec je též tvorba organických kyselin.

Během stárnutí se mění též barva bílku i žloutku. Bílek mění původní nazelenalý odstín na žlutý. U žloutku se objevuje tzv. mramorování, které je způsobeno nerovnoměrným rozložením pigmentů v důsledku změn koncentrace vody.

Pro spotřebitele jsou jedním z hlavních ukazatelů stárnutí vajec změny chuťových vlastností. Čerstvé vejce má charakteristickou chuť a vůni, které se během stárnutí mění vlivem tvořících se metabolitů nebo adsorpcí pachů z okolního prostředí. [1], [3], [4], [5], [9]

7.2 Vady vajec

Vady vajec se zjišťují při třídění, vizuálně a prosvěcováním. Vizuálně se posuzují vnější znaky a prosvícením vnitřní.

Mezi vnější vady patří špinavá skořápka a její porušenost. Skořápka musí být čistá, znečištění max. 1/8 plochy skořápky. Dále jsou nepřípustné zjevné vady skořápky jako praskliny, abnormální struktura a vysoká poréznost. Vejce s rozbitou skořápkou i porušenými podskořápkovými blánami se v potravinářství nesmí používat. Vejce s menšími prasklinkami skořápky, ale neporušenými podskořápkovými blánami a vejce s deformacemi skořápky se mohou použít na výrobu vaječných hmot. Za vadná se považují též vejce, u nichž se částečně nebo úplně nevytvořila skořápka.

Vnitřní vady vajec se dělí na vady mechanické, biologické a mikrobiologické. Mezi vady mechanické patří drobné praskliny a trhliny ve skořápce, které jsou zjevné až při prosvě-

cování. Takováto vejce je možné zpracovat na vaječné hmoty. Dále sem patří pohyblivá vzduchová bublina, což je způsobeno protržením podskořápkové blány.

Biologickými vadami se rozumějí vady, k nimž došlo při tvorbě vejce. Krvavý kroužek značí, že se jedná o oplodněné vejce s vyvíjejícím se zárodkem. Pokud se při tvorbě bílku utrhne kousek výstelky vejcovodu a zabuduje se do bílku, nazývá se tento jev masová skvrna. V bílku se mohou nacházet i cizí tělíska např. kamínky, sláma, peří apod., která vnikla do vejcovodu při abnormální změně peristaltiky. Vejce s těmito vadami (krevní nebo masová skvrna větší než 2 mm) jsou nepoživatelná a mohou se zpracovat pouze na technické účely. Mezi biologické vady patří i abnormální složení vejce, např. vejce bez žloutku, se 2 žloutky nebo bez skořápky.

Mikrobiální vady jsou velmi zálučné. Počátek mikrobiálního rozkladu nelze při prosvěcování objevit. V dalších stádiích se mění vzhled bílku (řídne a kalí se) a žloutku (vychyluje se ze středu), až dojde k prasknutí žloutkové blány a smíchání vaječného obsahu. Při masivním pomnožení mikroorganismů dochází zejména k proteolýze, který bývá označován jako „hniloba“. Hlavní původci jsou různé bakterie (E. coli, Proteus, Pseumonas) a plísně. Hniloby se projevují pachem, změnou konzistence a barva. Podle barvy bývají také označovány jako např. bílá, červená, zelená, černá. Tyto změny jsou již při prosvěcování viditelné a vejce musí být zlikvidována. V tabulce č. 7 můžeme vidět jestli se smí či ne požívat vejce při různých druzích nemocí. [1], [3], [4], [9]

Tab. 7. požitelnost vajec při různých nemocech nosnic

Nákaza, jiné onemocnění zvířat	Posouzení
1. mor drůbeže (influenza drůbeže), pseudomor drůbeže	
a) vejce z ohniska nákazy	Nepoživatelné
b) vejce z ochranného pásma	podmíněně požitelné výrobní
2. infekční laryngotracheitida drůbeže, cholera drůbeže, tyf drůbeže, pulorová nákaza	
a) vejce z ohniska nákazy	Nepoživatelné
b) vejce z ochranného pásma po povrchové dezinfekci	Poživatelné
3. infekční bronchitida drůbeže, neštovice drůbeže, infekční burzitida	
vejce z ohniska nákazy po povrchové dezinfekci	Poživatelné
4. tuberkulóza drůbeže, ornitóza, psitakóza	
vejce z ohniska nákazy po povrchové dezinfekci	Nepoživatelné
5. salmonelóza drůbeže	
vejce z ohniska nákazy	podmíněně požitelné výrobní

8 SKOŘÁPKOVÁ VEJCE

Do této kategorie patří čerstvá, chladiřenská a konzervovaná skořápková vejce určená k přímé spotřebě. Výroba těchto vajec probíhá buď přímo na farmách nebo ve zpracovatelských závodech. Každá třídírna musí být veterinárně schválena a musí mít evidenční číslo. Přeprava se má provádět šetrně a při teplotách 5 až 18°C. Mezi snáškou a tříděním smí u vajec typu A uplynout doba max. 96 hodin a u vajec A extra 72 hodin. Skladování musí být při 5 až 18°C a relativní vlhkosti 70 až 75 %.

8.1 Třídění a balení

Třídění se provádí na třídících strojích. Vejce se vyskládají na pás, zde se provádí vizuální třídění a vyřazují se vejce s vnějšími vadami. Dalším krokem je prosvěcování. Vejce s vnitřními vadami se vyřazují. Dále následuje třídění. Vejce se třídí do skupin viz. tab.č 8. Poté se třídí hmotnostně viz tab.č. 9. U hmotnostně roztříděných vajec se provádí jejich značení na skořápce pokud je to nutné. Provádí se červenou barvou. Posledním úkolem třídičky je balení. [5], [9]

Tab. 8. Členění vajec na skupiny a podskupiny

Druh	Skupina	Podskupina
vejce	I. třída jakosti	čerstvá EXTRA A
		čerstvá A
	II. třída jakosti	B
		B chladiřenská
		B konzervovaná

Tab. 9. Hmotnostní třídění vajec

Hmotnostní skupina	S	M	L	XL
Hmotnost (g)	méně než 53	53 – 63	63 - 73	73 a více

Na spotřebitelském obalu musí být uvedeny následující údaje:

- a) název výrobku
- b) jméno nebo firma a adresa toho, kdo uvádí vejce do oběhu, případně číslo třídirny
- c) jakostní třída
- d) hmotnostní skupina
- e) počet kusů
- f) datum minimální trvanlivosti
- g) upozornění pro spotřebitele (např. skladování při 5 - 8°C)

8.2 Pasterace

Do oběhu lze uvádět jen pasterovanou vaječnou hmotu. Pasterací se sníží celkové počty mikroorganismů, devitalizují se nepsorulující patogenní mikroorganismy a inaktivují enzymy. K likvidaci 99 % přítomných vegetativních forem mikroorganismů se považuje dostatečná kombinace teploty 61 °C a doby 4 minut. Rozdělujeme pasteraci stacionární a průtokovou. Stacionární pasterace se provádí v míchaných duplikátorových nádobách nebo v obalu zahříváním ve vodní lázni. Pasterační teplota musí být dosažena v celém objemu vaječné hmoty, což trvá poměrně dlouho (30 i více minut). Proto se tento způsob nazývá jako pasterace dlouhodobá.

Mnohem větší uplatnění má pasterace průtoková, nazývaná též krátkodobá. Vzhledem k tomu, že se při ní prohřívá pouze tenká vrstva vaječné hmoty, je doba potřebná k dosažení požadované teploty krátká (obvykle 2,5 až 4 minuty). [4]

8.2.1 Pasterace bílku

Bílek je nejcitlivější z vaječných hmot k tepelnému záhřevu. Denaturace bílku začíná při 57 °C. Projevuje se zvyšováním viskozity a od 60 °C koagulací. K prodloužení doby šlehatelnosti dochází při záhřevu nad 53 °C. Při pasteraci musí být dosaženo účinku jako při kombinaci záhřevu na 57 °C po dobu 180 sekund. Kombinace může být jiná, ale účinek musí být stejný. [4]

8.2.2 Pasterace melanže

Musí být dosaženo účinku jako při kombinaci záhřevu na 64,5 °C po dobu 150 sekund. Melanž se pasteruje při teplotách 60 až 68 °C. [4]

8.2.3 Pasterace žloutku

Výše teploty má vliv na změny proteinových frakcí žloutku, nejcitlivější jsou livetiny a globuliny. Tepelný proces mírně ovlivňuje i emulgační vlastnosti. Při pasteraci musí být dosaženo účinku jako při kombinaci záhřevu na 65 °C po dobu 180 sekund. Přídavek soli nebo cukru umožňuje zvýšit pasterační teplotu až na 79 °C aniž by došlo k poškození emulgačních schopností. Salmonely jsou ve žloutku tepelně rezistentnější než v bílku vzhledem k vyšší sušině a nižšímu pH. [4]

9 VÝROBKY Z VAJEC

9.1 Majonéza

Jsou to nejvýznamnější výrobky z vajec. Jedná se o studené ochucené omáčky získané emulgací jedlých rostlinných olejů a slepičích žloutků ve vodní lázni obsahující ocet. [10]

9.1.1 Výroba majonézy

Hlavními surovinami pro výrobu majonéz jsou: pasterizované vaječné žloutky, které plní funkci emulgátoru a stabilizátoru, rostlinný olej, pitná voda, ocet, koření.

První fáze výroby majonézy probíhá v emulzéro. Jedná se o nádoby, ve kterých se díky rovnoměrnému vertikálnímu míchání vytváří ze žloutků, za postupného přidávání oleje a kyselého nálevu, emulze. Druhá fáze je tření. Odtud jde už hotová majonéza k balení. [4], [5]

9.1.2 Dělení majonéz

Základní majonéza

Majonéza ochucená a majonézová omáčka

Majonézy se sníženým obsahem oleje

Základní majonéza obsahuje min. 80 % oleje, slepičí žloutky a vodní fázi, obsahující ocet a koření. Slouží k výrobě lahůdkářských výrobků a majonézových zálivek k pokrmům.

Ochucené majonézy a majonézové omáčky se vyrábějí z majonézy základní přidáním různých ochuzujících látek. Využívají se jako příloha nebo součást pokrmů (např. Tatarská omáčka).

U majonéz se sníženým obsahem oleje je část oleje nahrazena modifikovaným škrobem nebo jogurtem. Také v „majonézách“ bez vajec je využíván modifikovaný škrob, tentokrát k náhradě žloutků. [4]

9.1.3 Hodnocení jakosti majonéz a majonézových výrobků

Mezi základní jakostní ukazatele patří mj. senzorycké vlastnosti. Z fyzikálně-chemických pak hodnota pH, obsah tuku a žloutku.

Jakostní majonéza základní má stejnorodou pastovitou konzistenci, přípustné jsou menší vzduchové bubliny, barvu světle žlutou, chuť charakteristickou, tj. mírně nakyslou.

Majonézové výrobky musí mít podobné vlastnosti, podle druhu přísad se může lišit konzistence. Barva, vůně a chuť jsou charakteristické podle druhu výrobku.

Všechny výrobky musí mít pH nejvýše 4,5. Obsah tuku se liší podle tržního druhu. Žloutky musí být zastoupeny alespoň ze 2 %.[1]

9.1.4 Vady a skladování majonéz a majonézových výrobků

Nejčastějšími jsou vady senzorických vlastností: konzistence, chuti a vůně. Balené výrobky se uchovávají při nekolísavé teplotě prostředí od 0 do 15°C. [4]

9.2 Použití vajec k výrobě mražených smetanových krémů

Pro vynikající emulgační a smyslové vlastnosti se někdy používá vajec také k výrobě mražených smetanových krémů. Technologický postup výroby se upravuje tak, aby se ve směsi nepomnožily mikrobiální zárodky vajec, zejména zárodky salmonel, proto se používá pasterace. [4]

9.3 Použití vajec v pekárenském průmyslu a při výrobě těstovin

V pekárenském průmyslu se stále více používá vajec k zlepšení jakosti pečiva, a to jako po stránce vzhledové, tak i výživné a chuťové. Zavádějí se stále nové nejrůznější druhy výrobků, v nichž jsou vaječné produkty jednou ze základních složek. Největší význam v pekárenském průmyslu mají zejména vejce zmrazená, zejména oddělený bílek a žloutek. Pro snadnou manipulaci se zde dobře uplatňuje také sušený bílek a žloutek

V průmyslu těstovin se vyrábějí těstoviny obohacené vaječnými produkty. Nejčastěji se používá zmrazené vaječné melanže, někdy jen na samotných žloutcích. Obsah vaječné melanže v těstovinách dosahuje až 20 % v sušině. [4]

9.4 Použití vajec při výrobě nápojů

Vaječných žloutků se nejvíce používá k výrobě vaječného koňaku. Koňak obsahuje zpravidla 20 až 25 % žloutků. Vejce se používá pro jejich výživnost také k výrobě nápojů v ozdravovnách, kdy se smíchávají s vínem, pivem, mlékem apod. [4]

ZÁVĚR

Z této práce vyplývá, že druhový rozdíl vajec není až tak markantní, jak se někdy uvádí. Z chemického hlediska jsou vejce velice dobře vyvážená. Bílkoviny vajec jsou zastoupeny v dobrém poměru a jsou pro tělo velice dobře využitelné, dokonce až z 98 %. Výživová doporučení uvádí, že optimální příjem je 200 vajec ročně a pokud toto množství nebude markantně překročeno nebude to mít žádné negativní důsledky na tělo. Vejce má i dobré složení minerálních látek má velký obsah fosforu, vápníku, síry a dalších prvků. Při přípravě pokrmů a hlavně v pekařství jsou vejce nenahraditelnou surovinou, která se velkou měrou podílí na konzistenci a textuře výrobku, dále jsou nepostradatelné i při výrobě majonéz, toto jsou hlavní, ale ne jediné možnosti použití vajec. Vejce se v těchto případech používají buď sterilovaná nebo sušená. Skořápková vejce se třídí do určitých tříd podle určitých nároků.

Důležitá je u vajec mikrobiologická nezávadnost. Ta je dokonce dána i vyhláškou. Důraz se klade hlavně na nulový výskyt salmonel. Jelikož takto trpí většinou vejce vodní drůbeže nemůžou se tyto vejce normálně používat.

Jak jsem již napsal pokud nebude spotřeba vajec markantně překračovat doporučené limity, nebude to mít žádný vliv na organismus a to ani cholesterol, kterého se lidé bojí, ale asi si občas neuvědomují, že i tyto látky naše tělo potřebuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [27] Doc. Ing. Jana Simonová, CSc. a kol. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů* 1. vyd. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, strany 1 – 83, ISBN 80-7157-405-8
- [2] Doc. Ing. Václav Novák, CSc., Ing. František Buňka Ph.D. *Základy ekonomiky výživy pro kombinované studium* 1. vyd. UTB – Academia centrum Zlín 2006. ISBN 80-7318-398-6
- [3] Ing. DR. Vítězslav Orel. *Vejce, jejich ošetřování a zpracování*, Státní nakladatelství technické literatury Praha. 1959. L18-B2-II/8418
- [4] prof. Ing. Pavel Březina, CSc., plk. Prof. Ing. Aleš Komár, CSc., Ing. Jan Hrabě, Ph.D. *Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin II. část, VVŠ PV Vyškov* 2001, strany 130 – 159, ISBN 80-7231-079-8
- [5] Jan Hrabě, Pavel Březina, Pavel Valášek, *Technologie potravin živočišného původu*, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2006, vyd. 1, strany 128 – 153 ISBN 80-7318-405-2
- [6] doc. RNDr. Karel Hudec, DrSc., prof. RNDr. Karel Šťastný, CSc., a kol. *Fauna ČR Ptáci - Aves 1. část*, Akademie věd České republiky, Praha 2005, str. 304 ISBN 80-200-0382-7
- [7] Frider Bauer, Landvögel, přeložil RNDr. Jiří Čihař, Ikar. Praha 1995, str. 74,75 ISBN 80-7176-206-7
- [8] J. Davídek, G. Janíček, J. Pokorný, *Chemie Potravin*, Nakladatelství technické literatury Praha 1983
- [9] *Sbírka zákonů č. 287/ 1999*
- [10] Hana Sedláčková a kol. *Kuchařka naší vesnice*, Ottovo nakladatelství Praha 1999, str. 169, 368 - 382 ISBN 80-7181-237-4
- [281] prof. Ing. Ignác Hoza, CSc., Ing. Daniela Kramářová, Ph.D. *Potravinářská biochemie*, UTB – Academia centrum Zlín 2005 ISBN 80-7318-295-5
- [12] *Ministerstvo životního prostředí ČR. Zdravotní nezávadnost potravin*, Zemědělské nakladatelství Brázda 1991 ISBN 80-85368-15-3

- [293] stavba vejce [cit. 2008-01-13] dostupný na www.vejcekosicky.cz
- [14] Pštroší vejce [cit.2008-01-20] dostupný na www.e-knihovnicka.cz/nej/07_vejce/14-15.htm

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

μm	Mikrometr.
°C	Stupně Celsia.
mm	Milimetr.
g	Gram.
HDL	Lipoproteiny o vysoké hustotě .
LDL	Lipoproteiny o nízké hustotě.
VLDL	Lipoproteiny o velmi nízké hustotě.
(C18)	18ti uhlíkatá mastná kyselina.
(C18:1)	18ti uhlíkatá mastná kyselina s jednou dvojnou vazbou.
TPB	Thioamin vážící protein .
WHO	World Heald Organization – světová zdravotnická organizace.
EU	Evropská unie.
Např.	Například.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Stavba vejce.....	15
------------------------------	----

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 průměrná hmotnost vajec různých užitkových ptačích druhů.....	16
Tab. 2. Složení slepičino vejce v %.....	17
Tab. 3. Základní chemické složení vaječného obsahu u různých druhů drůbeže v %..	17
Tab. 4. Složení žloutku u různých druhů drůbeže v %.....	18
Tab. 5. Obsah aminokyselin ve žloutku.....	19
Tab. 6. Složení bílku u různých druhů drůbeže v %.....	21
Tab. 7. požitelnost vajec při různých nemocech nosnic.....	33
Tab. 8. Členění vajec na skupiny a podskupiny.....	34
Tab. 9. Hmotnostní třídění vajec.....	34

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY