

Želatina – vlastnosti, metody charakterizace a její použití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu

Lenka Hrdová

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: **Lenka HRDOVÁ**

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

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Želatina – vlastnosti, metody charakterizace a její použití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu**

Zásady pro vypracování:

1. Bude vypracována literární studie zaměřená na charakteristiku a popis vlastností želatiny a bude zpracován přehled jejího praktického použití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

HRABĚ, Jan, ROP, Otakar, HOZA, Ignác. Technologie výroby potravin rostlinného původu. 1. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 178 s.

MLÁDEK, Milan, et al. Zpracování opadů kožedělného průmyslu. 1. vyd. Praha 1 : Nakladatelství technické literatury, n.p., 1971. 324 s.

Gelatin manufacturers institute of America, inc.. Gelatin. 1st edition. New York : Gelatin manufacturesrs institute of America, inc., 1973. 24 s.

KOMÁREK, Pavel, RABIŠOVÁ, Miloslava et al. Technologie léků. 3. přepracované a doplněné vyd. Praha 5 : Galén, 2006. 399 s. ISBN 80 7262 432 7.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Věra Kašpárková, CSc.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

21. listopadu 2007

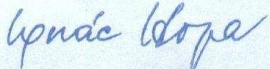
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o želatině. V práci jsou stručně popsány chemické, fyzikálně chemické a mikrobiologické vlastnosti želatiny. Jsou uvedeny i legislativní požadavky kladené na její bezpečnost. Druhá část práce je věnována praktickému využití želatiny a shrnuje její aplikace ve farmaceutickém průmyslu i v technické praxi. Největším spotřebitelem želatiny je však potravinářský průmysl. Zde je želatina využívána při výrobě masných výrobků, cukrovinek, mražených dortů, zmrzlin, mléčných výrobků například jako stabilizátor, pojivo, zahušřovadlo a při povrchové úpravě výrobků.

Klíčová slova: želatina, kolagen,

ABSTRACT

The bachelor theses deals with gelatine. In the thesis, chemical, physico-chemical and microbiological properties of gelatine are briefly described. Legislation requirements related to gelatine safety are mentioned as well. In the second part of the study, applications of gelatine namely in pharmaceutical industry and technical practise are summarized. The gelatine is, however, mostly utilized in food industry. Here, it is used in manufacture of meat products, confectionary, frozen deserts, creams and milk products. Gelatine is applied for example as a stabilizer, binding agent, thickening agent and surface modifier.

Keywords: gelatine, collagen

Děkuji paní inženýrce Věře Kašpárkové, Csc. za odbornou radu, cenné připomínky, pomoc a trpělivost při psaní mé bakalářské práce.

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

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ŽELATINY	10
1.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŽELATINY	10
1.2 KOLAGENY.....	11
1.2.1 Vlastnosti kolagenů.....	11
1.2.1.1 Izoelektrický bod kolagenu.....	12
1.2.1.2 Botnění kolagenu	12
1.2.1.3 Denaturace kolagenu.....	13
1.3 SLOŽENÍ ŽELATINY	13
2 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI ŽELATINY	17
2.1 AMFOTERNÍ VLASTNOSTI.....	17
2.2 KOLOIDNÍ VLASTNOSTI	17
2.2.1 Bloom - hodnota.....	17
2.2.2 Ochranný koloidní efekt.....	18
2.2.3 Koacervace	18
2.2.4 Zrnitost	18
2.2.5 Bod tání a tuhnutí	19
2.3 DALŠÍ SLEDOVANÉ VLASTNOSTI.....	19
2.3.1 Barva	19
2.3.2 Zákal.....	19
2.3.3 Popel.....	19
2.3.4 Sířičitany	20
2.3.5 Obsah kovů.....	20
3 MIKROBIÁLNÍ VLASTNOSTI.....	22
4 VÝROBA ŽELATINY	24
4.1 PŘEMĚNA KOLAGENU NA ŽELATINU	24
4.2 SUROVINY PRO VÝROBU ŽELATINY.....	25
4.2.1 Kyselý způsob výroby želatiny	26
4.2.2 Alkalický způsob výroby želatiny.....	26
5 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST ŽELATINY	28
6 POUŽITÍ ŽELATINY	31
6.1 VYUŽITÍ ŽELATINY V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.....	31
6.1.1 Želatina v masném průmyslu	32
6.1.2 Želatina v cukrovinkách a v maršmelou bonbónech.....	32
6.1.2.1 Želé	33
6.1.2.2 Gumovité cukrovinky	33
6.1.2.3 Šlehané cukrovinky.....	34
6.1.2.4 Karamely, plněné trubičky, žvýkačkové cigarety atd.....	34

6.1.3	Želatina ve zmrzlinách a mražených krémech	34
6.1.4	Želatina v mléčných výrobcích	35
6.1.5	Želatinové dezerty	35
6.1.6	Nové typy želatiny	36
6.1.7	Doplňky stravy obsahující želatinu:.....	37
6.2	POUŽITÍ ŽELATINY VE FARMACEUTICKÉM PRŮMYSLU	37
6.2.1	Perorální želatinové tobolky	37
6.2.1.1	Tvrdé želatinové tobolky	38
6.2.1.2	Měkké želatinové tobolky.....	39
6.2.1.3	Enterosolventní tobolky (odolávající žaludeční šťávě)	40
6.2.1.4	Tobolky s řízeným uvolňováním	40
6.2.2	Další výrobky z želatiny ve farmaceutickém průmyslu.....	40
6.2.2.1	Želatinové perly	40
6.2.2.2	Čípky	40
6.2.2.3	Želatina jako prostředek pro vnější aplikaci léků.....	41
6.2.2.4	Použití želatiny v tabletách.....	41
6.2.2.5	Pastilky a zdravotní bonbony.....	41
6.2.2.6	Želatina jako nosič	42
6.2.2.7	Želatina v emulzích.....	42
6.2.2.8	Želatina jako léčivý prostředek.....	42
6.2.2.9	Želatina jako expander plazmy	43
6.2.2.10	Depotní léčba	43
6.3	TECHNICKÁ ŽELATINA.....	44
6.3.1	Využití technické želatiny	44
6.3.1.1	Úprava velikosti a povrchu tkanin	44
6.3.1.2	Výroba papíru	45
6.3.1.3	Použití koloidního ochranného efektu želatiny	45
6.3.1.4	Želatina jako adhezivum.....	46
6.3.1.5	Želatinové filmy a světelné filtry.....	46
6.3.1.6	Kosmetika	46
6.3.1.7	Mikroenkapsulace.....	46
6.3.1.8	Laboratorní použití	46
6.3.2	Fotografická želatina.....	47
	ZÁVĚR.....	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM TABULEK.....	53

ÚVOD

Schopnost kolagenů vytvářet za určitých předpokladů želé je lidstvu známa pravděpodobně již po staletí. První zprávy o procesu vaření kostí na želírující hmotu podal v roce 1682 Francouz Papin. Asi od roku 1700 se datuje používání názvu želatina. V roce 1754 byl přijat první patent na výrobu želatiny v Anglii.

Během napoleonské éry (1785 – 1815) se začala objevovat tvrzení o výživové hodnotě želatiny, což byl zřejmě důvod toho, že želatinový průmysl začal být podporován. Továrny, které želatinu v té době vyráběly, se nacházely blízko francouzského Lyonu. Příprava želé a pudinku ze směsí sušené práškové želatiny je uvedena v Arneyho patentu z roku 1846.

V souvislosti s fotografií je želatina poprvé zmiňována v roce 1847, kdy s ní Niepce experimentoval jako s přísadou, která měla na fotografických deskách udržet jodid stříbrný. Od roku 1850 je díky pánům Poetrovinovi a Guadinovi známo využití želatiny ve fotografickém průmyslu.

První obchodní výroba želatiny začala zřejmě v Holandsku a krátce nato v Anglii. V roce 1870 zjistil C. Voit, že želatina je bílkovinou. V poválečných letech, asi od roku 1950 se zintenzivnila průmyslová výroba želatiny, která díky výzkumu přinesla špičkové technologie schopné vyrábět želatiny špičkové kvality. Tento nový vývoj a vylepšení kvality přinesl želatině mnohem širší možnosti použití při další průmyslové výrobě [4].

Předložená bakalářská práce je zpracována formou rešerše, která je rozdělena do tří hlavních částí. První část se věnuje kolagenu, ze kterého se želatina vyrábí. V další části je uvedena charakteristika a popis vlastností želatiny. Poslední část je zaměřena na praktické využití želatiny ve farmaceutickém průmyslu, technické praxi a v nejvýznamějším potravinářském průmyslu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ŽELATINY

1.1 Obecná charakteristika želatiny

V literatuře lze nalézt různé definice želatiny. Například v americkém lékopisu (United States Pharmacopoeia U.S.P.) je želatina definována jako „produkt částečné hydrolýzy kolagenu získaný z kůže, pojivových tkání a kostí zvířat“ [4]. V Českém lékopisu lze nalézt obdobnou definici, kdy je želatina charakterizována jako čištěná bílkovina získaná z živočišného kolagenu buď částečnou kyselou hydrolýzou, nebo částečnou alkalickou hydrolýzou [22]. Další definici želatiny lze nalézt v přehledu pojmů uvedených v Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1774/2002 kde je "želatina" definována jako přírodní rozpustná bílkovina, tvořící nebo netvořící gel, získaná částečnou hydrolýzou kolagenu vyrobeného z kostí, kůží, povázek a šlach zvířat (včetně ryb a drůbeže) [10].

Želatina je pevná, průhledná, křehká látka, mdle žluté barvy, téměř bez chuti a bez zápachu. Za normálních teplotních a vlhkostních podmínek obsahuje 9-10 % vody. Když se vloží do studené vody, hydratuje za vzniku oddělených, nabotnalých částic. Při zahřátí přecházejí tyto nabotnalé částice do roztoku. Důležité vlastnosti želatinových roztoků jsou funkcí pH, obsahu popela, metody výroby, teplotní historie a koncentrace [4].

Želatina je také rozpustná ve vodném roztoku glycerolu nebo propylenglykolu. Je nerozpustná ve většině organických rozpouštědel jako je například benzen, petroléter, čistý alkohol, aceton, chlorid uhličitý nebo sirouhlík.

Sušená želatina skladovaná při pokojové teplotě ve vzduchotěsných nádobách zůstává nezměněná po dlouhou dobu. Když se zahřeje na vzduchu nad 100° C, tak nabotná, změkne a začne se rozkládat. Při skladování v chladu je sterilní roztok želatiny stálý, ale při vyšších teplotách dochází v roztoku k hydrolýze nebo ke štěpení peptidových vazeb a k nárůstu počtu volných aminových skupin. Pevnost gelu a viskozita želatiny jsou při dlouhodobém zahřívání v roztoku nad 40° C postupně oslabeny. Tato degradace může být urychlena působením pH, proteolytickými enzymy a působením bakterií [4].

Vzhledem k tomu, že vlastnosti želatiny jsou do velké míry ovlivněny vlastnostmi kolagenu, ze kterého je želatina vyrobena, je o kolagenech a jejich vlastnostech stručně pojednáno v následující kapitole bakalářské práce.

1.2 Kolageny

Kolageny patří do skupiny proteinů s konstrukční a podpůrnou funkcí. Vyskytují se téměř ve všech pojivových tkáních jako jsou kůže, chrupavky, cévní stěny, zuby a kosti. Tvoří více než čtvrtinu všech savčích proteinů. Pojivová tkáň obsahuje velký podíl mezibuněčné hmoty, která je tvořena převážně mukopolysacharidy. Tato hmota odděluje jednotlivé buňky pojiva (fibroplasty), které tuto hmotu produkují. Pojivo zajišťuje hlavně mechanické funkce a dává tvar organismu jako celku. Struktura kolagenů je velmi unikátní, umožňuje vytvářet vlákna s vysokou pevností tahu [1].

Základní struktura kolagenních vláken je tvořena molekulami tropokolagenu, které jsou složeny ze tří vzájemně stočených stejně dlouhých vláken (α -helixů), které samovolně agregují za vzniku kolagenních vláken. Jedno vlákno tropokolagenu obsahuje kolem 1000 aminokyselinových zbytků. Relativní molekulová hmotnost tropokolagenových molekul je přibližně 285 000. Molekula tropokolagenu je trojvláknový pravotočivý helikální prut o délce přibližně 300 nm a průměru 1,5 nm. Každé ze tří vláken tropokolagenového superhelixu tvoří vodíkové vazby mezi NH skupinami glycinu a CO skupinami z jiného vlákna. Stabilita je dále zvýšena vzájemným zapadnutím struktur prolinu a hydroxyprolinu (efekt zámku) a tvorbou vodíkových vazeb za účasti hydroxylových skupin hydroxylysinu [1].

Oproti ostatním proteinům obsahují kolageny abnormálně vysoký obsah glycinu (asi 33 %) a prolinu (asi 12 %). Sekvence aminokyselin se skládá z opakujících se jednotek Gly-Pro-hydroxyprolinu či hydroxylysinu. Na volné hydroxylové skupiny hydroxylysinu bývají glykosidovou vazbou vázány glukosa a galaktosa. Po chemické stránce se jedná o glykoproteiny, které jsou v pojivových tkáních často doprovázeny proteoglykany. Cukry tak mohou tvořit až 12 % hmotnosti molekul kolagenů [1].

U savců existuje asi 10 variant kolagenů složených minimálně z 18 odlišných polypeptidových řetězců, které se vyskytují v různých tkáních téhož jedince. V kůži a kostech je nejrozšířenějším typem kolagen typu I sestávající ze dvou řetězců tzv. α_1 kolagenu a jednoho řetězce α_2 kolagenu [1].

1.2.1 Vlastnosti kolagenů

Kolagen jako bílkovina má řadu obecných vlastností typických pro bílkoviny i řadu specifických vlastností, vyplývajících z jeho makromolekulární struktury. Charakteristickou vlastností kolagenu je jeho pevnost, podmíněná výše zmíněnou

vlastností kolagenu je jeho pevnost, podmíněná výše zmíněnou trojřetězcovou šroubovicovou strukturou molekul, zpevněnou příčnými vazbami [7].

V následujícím oddílu budou stručně charakterizovány nejdůležitější chemické a fyzikálně chemické vlastnosti kolagenu.

1.2.1.1 Izoelektrický bod kolagenu

Kolagen obdobně jako jiné bílkoviny má charakter amfoterního polyelektrolytu. Jeho iontové reakce probíhají v závislosti na pH prostředí. To znamená, že obsahuje postranní řetězce se skupinami, jejichž část se ionizuje v alkalické a část v kyselé oblasti pH. Hodnota pH, při níž se počet ionizovaných kyselých skupin rovná počtu ionizovaných zásaditých skupin se označuje jako izoelektrický bod. Disociační konstanta těchto disociujících skupin není velká. Náboj kolagenu se mění s hodnotou pH. V silně kyselé oblasti má kladný náboj, v silně alkalické oblasti má náboj záporný. Izoelektrický bod nativního kolagenu je při pH 7. Mírnými účinky chemikálií se mění v rozmezí pH 4,5 až 8,0 [2].

1.2.1.2 Botnání kolagenu

Kolagen patří z hlediska fyzikálně chemického k přechodným koloidním soustavám – gelům. Gely pro své zvláštní mechanické a fyzikálně mechanické vlastnosti mohou poskytovat útvarům na jedné straně patřičnou pevnost, pružnost, ohebnost, na druhé straně svými vlastnostmi blízkými kapalinám umožňují pohyb rozpustných látek v gelu a jejich vzájemnou interakci. Nejdůležitější vlastností gelů je jejich schopnost botnání. Kožní vazivo obsahuje 60 až 70 % vody, z toho je část vody volná, držená kapilárními silami v mikrokapilárním systému kožní hmoty a lze ji mechanickým účinkem odstranit (tzv. botnací voda). Druhá část vody je voda hydratační, koloidně vázaná, která je integrující složkou vaziva a podílí se na strukturní stabilitě kolagenu, lze ji odstranit jen sušením. Ponořením kolagenového vlákna do vody nastává omezené botnání, přitom nastávají také změny objemu, délky vlákna a pružnosti. Botnání závisí na pH prostředí. Při neomezeném botnání nastává přechod do roztoku [2].

1.2.1.3 Denaturace kolagenu

Vlivem zásahů některých chemikálií (lyotropních činidel) nebo tepelným účinkem ztrácejí bílkoviny snadno své původní nativní vlastnosti. Tento jev je pro bílkoviny charakteristický a nazývá se denaturace [2].

Při denuraci dochází k podstatné změně prostorového uspořádání molekuly kolagenu a ke ztrátě jeho biologických funkcí. Denaturačně působí např. kyseliny, zásady, organická rozpouštědla, tensidy, specifická denaturační činidla (např. močovina nebo guanidinhydrochlorid pro bílkoviny), ale i vyšší teplota (tzv. tepelná či teplotní denaturace). Za určitých podmínek může být denaturace vratná - po odstranění denaturačního vlivu (opětne snížení teploty, zneutralizování vzorku, odstranění močoviny apod., zaujme biopolymer opět svou nativní konformaci, většinou je však denaturace nevratná [8]. Denuraci lze sledovat změnou řady veličin, například viskozity nebo optické rotace [2].

Pochody denaturace mají velký význam pro přechody kolagen – želatina a mají vliv na vlastnosti želatiny. Mají rovněž význam pro přípravu rozpustných kolagenů z hlediska technického významu rekonstituce kolagenu [2].

1.3 Složení želatiny

Z chemického hlediska je želatina heterogenní směs vysokomolekulárních bílkovin [11]. Vztaženo na sušinu, obsahuje jich želatina 98 až 99 %. Relativní molekulová hmotnost těchto bílkovinných struktur leží obvykle mezi 20 000 a 250 000 [13] a v želatině mohou být obsaženy i agregáty s milionovou molekulovou hmotností [14].

Základní stavební složkou bílkovin jsou aminokyseliny (AMK). Želatina jich obsahuje 18. V přírodě bylo doposud identifikováno kolem 700 aminokyselin, ale standardně se v proteinech vyskytuje 20. Jsou to tzv. základní AMK, které se označují pojmem kódované. Všechny kódované AMK jsou karboxylové kyseliny s primární aminoskupinou ($-NH_2$) nejčastěji navázanou na uhlíku, který sousedí s karboxylovou skupinou ($-COOH$). Některé aminokyseliny si člověk nedokáže syntetizovat a musí je získávat výhradně potravou. Tyto aminokyseliny jsou pro náš organismus nezbytné a používáme pro ně název esenciální aminokyseliny [1]. Želatina obsahuje kromě tryptofanu všechny ostatní esenciální aminokyseliny.

Jednotlivé aminokyseliny se navzájem slučují ve vyšší útvary, v tzv. polypeptidový řetězec za tvorby peptidové vazby –CO-NH-. Peptidová vazba vznikne odštěpením vody při reakci dvou aminokyselin. Na její tvorbě se účastní jen α -aminokyseliny, a to pouze karboxylové skupiny, sousedící s α -aminoskupinou. Z hlediska složení AMK můžeme tedy želatinu považovat za chemicky velmi čistou formu kolagenu, kde jsou odstraněny nevláknité bílkoviny, mukopolysacharidy a tuky [2].

Převažující sekvencí AMK v želatině je sekvence -Ala-Gly-Pro-Arg-Gly-Glu-Hyp-Gly-Pro- [14]. Vzhledem k této skutečnosti obsahuje želatina relativně velké množství následujících aminokyselin: glycin (Gly) 26-34 %, prolin (Pro) 10-18%, a hydroxyprolin (Hyp) 7-15 % [14]. Složení AMK v želatině závisí na tom, jedná-li se o želatinu vyrobenou kyselým způsobem (typ A) nebo želatinu, která se vyrábí způsobem alkalickým (typ B) (viz. dále kapitoly 4.2.1. a 4.2.2.). Přehled AMK obsažených v želatině je shrnut v tabulce (Tab. 1), pod kterou je stručně uvedena charakteristika nejvíce zastoupených AMK.

Tab. 1: Přehled aminokyselin a jejich obsah v želatině (hodnoty v g/100g sušené želatiny)

Aminokyseliny	Typ A [g AMK ve 100g želatiny]	Typ B [g AMK ve 100g želatiny]
Glycin	26,4 – 30,5	26,9 – 27,5
Prolin	16,2 – 18,0	14,8 – 16,35
Hydroxyprolin	13,5	14,0 – 14,5
Kyselina glutamová	11,3 – 11,7	11,1 – 11,4
Alanin	8,6 – 10,7	9,3 – 11,0
Arginin *	8,3 – 9,1	8,55 – 8,8
Kyselina aspariková	6,2 – 6,7	6,6 – 6,9
Lysin *	4,1 – 5,2	4,5 – 4,6
Serin	2,9 – 4,13	3,2 – 4,2
Leucin *	3,1 – 3,34	3,1 – 3,4
Valin *	2,5 – 2,8	2,6 – 3,4
Fenylalanin *	2,1 – 2,56	2,2 – 2,5
Threonin *	2,2	2,2
Isoleucin *	1,36	1,7 – 1,8
Histidin *	0,85 – 1,0	0,74 – 0,78
Hydroxylysin	1,04	0,91 – 1,2
Methionin *	0,8 – 0,92	0,8 – 0,9
Tyroxin	0,44 – 0,91	0,2 – 1,0
Cystein	0,1	-

* esenciální aminokyseliny

Glycin (kyselina aminoctová) je nejjednodušší aminokyselinou, která nevykazuje optickou aktivitu. Vysoký obsah této AMK je jednou z nejvýznamnějších vlastností aminokyselinového složení kolagenu a želatiny. Z důvodu krátkého postranního řetězce se může glycin vázat na místa, na která jiné aminokyseliny ze sterických důvodů nemohou. Například pouze glycin může být vnitřní aminokyselinou kolagenové šroubovice. Vzhledem k vysokému obsahu glycinu je i celkový obsah dusíku v želatině relativně vysoký ve srovnání s jinými bílkovinami [1].

Prolin (pyrrolidin-2-karboxylová kyselina) je zvláštní tím, že na α -uhlíku nemá primární aminoskupinu $-\text{NH}_2$, ale sekundární aminoskupinu $-\text{NH}-$ jako součást pyrrolidinového kruhu. Velké množství prolinu je vázáno v kolagenu. Je jeho hlavní aminokyselinou, což je také příčinou sekundární trojšroubovicové struktury tropokolagenu [1].

Hydoxyprolin – jeho výhradní přítomnosti jen v kolagenu a v jeho relativně vysokého obsahu se využívá při analytickém stanovení kolagenních bílkovin v tkáni. Společně s prolinem tvoří přibližně čtvrtinu všech AMK kolagenu [2].

2 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI ŽELATINY

Díky své jedinečné molekulární struktuře má želatina některé velmi zajímavé vlastnosti, které nacházejí praktické využití v mnoha průmyslových oblastech. Fyzikálně-chemické vlastnosti želatiny jsou stručně popsány v následující části práce.

2.1 Amfoterní vlastnosti

Obdobně jako kolagen je i želatina amfoterní, to znamená, že se podle pH ve vodném roztoku může chovat buď jako kyselina nebo jako zásada. V silně kyselém roztoku je želatina kladně nabitá a v elektrickém poli se pohybuje jako kation. V silně zásaditém roztoku je záporně nabitá a pohybuje se jako anion. Přechodný bod, kdy je náboj nulový a nedochází k žádnému pohybu částic, se nazývá izoelektrický bod. Želatina vyrobená kyselým způsobem (typ A, viz. kapitola 4.2.1.) má izoelektrický bod mezi pH 7,5 a pH 9,3 a želatina vyrobená alkalickým způsobem (typ B, viz. kapitola 4.2.2.) má pak hodnoty izoelektrického bodu v rozmezí pH 4,7 do pH 5,2. Želatina v roztoku, který neobsahuje žádné jiné nekoloidní ionty než H^+ a OH^- , se nazývá isoionická želatina [4].

2.2 Koloidní vlastnosti

2.2.1 Bloom - hodnota

Tvorba tepelně reverzibilních gelů ve vodě je jednou z nejvýznamějších vlastností želatiny [4], [5]. Různé želatiny tvoří v závislosti na konkrétních fyzikálně-chemických vlastnostech produktu pevné nebo méně pevné gely. Proces gelace není dosud zcela objasněn, ačkoliv je možné se domnívat, že tvorba gelu je výsledkem tvorby vodíkových můstků v želatinové molekule, která je uspořádána jako micela. Tím se tvoří polotuhý gel ve kterém je vázána voda. Vzhledem k tomu, že želatina je používána v mnoha výrobcích právě kvůli svým gelačním schopnostem, možnost kvantitativního změření této vlastnosti je velmi důležité, nejen jako způsob kontroly, ale i jako údaj o množství želatiny požadované pro daný účel [4]. Želírující sílu želatiny vyjadřuje Bloom-hodnota.

Určení pevnosti gelu se provádí pomocí přístroje známého jako Bloomův gelometr, který je pojmenován po tvůrci zařízení a testovací metody [4].

Měření Bloom-hodnoty se provádí na vychlazeném roztoku želatiny při koncentraci 6,67 % (7,5 g želatiny a 105 g vody). Želatinový roztok je po rozpuštění při 60° C ochlazen na 10° C \pm 0,1° C) po dobu 16 hodin. Měření spočívá ve stanovení odporu želé vůči válečku o průměru 4 mm při jeho proniknutí do hloubky 12,7 mm. Je-li např. k proniknutí do této hloubky potřeba vyvinout sílu 200 g, jedná se tedy o želatinu, jejíž Bloom-hodnota je 200 [5], [6]. Pevnost želatiny používané pro obchodní účely se pohybuje od 50 do 300 Bloom [4].

2.2.2 Ochranný koloidní efekt

Želatina je typický hydrofilní koloid a může být užita ke stabilizaci mnohých hydrofobních koloidů. Účinnost želatiny jako ochranného koloidu se vztahuje ke Zsigmondyho zlatému číslu, které je u želatiny nejmenší ze všech známých látek. Při použití želatiny jako protektivního koloidu je třeba si uvědomit, že jde o látku amfoterní povahy, tedy že v závislosti na pH a izoelektrickém bodě nese buď kladný nebo záporný náboj [4].

2.2.3 Koacervace

Koacervace je jev, při kterém jsou disperzní částice vylučovány z roztoku v kapalném skupenství. Několik studií bylo provedeno právě se želatinou. Koacerváty jsou tvořeny nejnadhěji, když se ve vhodném poměru smíchají dva hydrofilní koloidní roztoky nesoucí opačné náboje (např. želatina s pH hodnotami nižšími než 4,7 a koloidní roztoky arabské gumy). Ke koacervaci byly použity i látky jako ethanol nebo některé detergenty (sodium dodecyl sulfát). Těmito postupy může být provedena frakcionace želatiny podle molekulové hmotnosti [4].

2.2.4 Zrnitost

U některých konkrétní aplikací želatiny je potřebné specifikovat její zrnitost. Jsou různé typy zrnitosti od hrubých krystalů až po velmi jemný prášek. Zrnitost je udávána v jednotkách mesh. Běžné tržní druhy želatiny jsou v nabídce v rozmezí 6 – 1000 mesh (tzn. velikost částic se pohybuje od 3,5 mm do 0,149 mm). Nejběžněji dodávaná želatina má standardní zrnitost 20 – 30 mesh (tj. 0,75 mm) [5], [6].

2.2.5 Bod tání a tuhnutí

Bod tání želatiny je přechodovým bodem od želé k roztoku. Bod tuhnutí je naopak bodem přechodu od roztoku k želé. Bod tání se obvykle pohybuje okolo 28° – 30° C. K tuhnutí želatinového roztoku dochází velmi pozvolna a nastává při teplotě nižší než 25° C [5].

Bod tání a tuhnutí je důležitý pro správné nastavení zpracovatelských teplot ve výrobním procesu. Velký význam mají bod tání a tuhnutí i při manipulaci s hotovými výrobky. Pro zvýšení bodu tání a tuhnutí se želatina v praxi často kombinuje s dalšími hydrokoloidy jako např. guarovou gumou, xanthanem a karagenanem [5].

2.3 Další sledované vlastnosti

2.3.1 Barva

Zabarvení želatiny závisí na povaze suroviny, která se použije k její přípravě a také na tom, zda želatina pochází z první, druhé nebo konečné extrakce ve varném procesu. Želatiny z vepřové kůže jsou většinou světlejší, než želatiny z kostí nebo z jiných kůží. Obecně můžeme říct, že barva nemá žádný vliv na vlastnosti želatiny ani nesnižuje její použitelnost [4].

2.3.2 Zákal

Zákal želatinového roztoku je obvykle považován za známku špatně zpracované želatiny, nebo želatiny nižší kvality. Zákal může mít několik příčin. Mohou jej například způsobovat nerozpustné nebo cizí látky, ve formě emulzí popřípadně disperzí, které jsou stabilizovány následkem ochranného působení samotné želatiny [4].

2.3.3 Popel

Obsah popela se v jednotlivých želatinách liší podle typu surovin ze kterých je vyrobena a podle metody zpracování. Želatiny z vepřových kůží obsahují malé množství chloridů nebo sulfátů. Kostní želatiny obsahují hlavně fosforečnan vápenatý a želatiny z úsní síran vápenatý. Limit pro obsah popela ve farmaceutické želatině je 2 %, vyšší hodnoty značí anorganické zbytky surovin nebo chemikálií použitých během zpracovávání [4].

2.3.4 Siřičitany

Siřičitany jsou do želatiny přidávány málokdy. Výjimku tvoří případy, kdy se želatina používá pro výrobu tablet (zde je povoleno až 0,15 % SO₂) a určité typy fotografických želatin. Farmaceutická želatina nesmí obsahovat více než 0,004 % SO₂ kromě již zmíněné želatiny pro výrobu tablet [4].

2.3.5 Obsah kovů

Tak jako všechny potravinové výrobky je i želatina přísně kontrolována z hlediska obsahu toxických kovů. Pokud však nejsou během výroby použity nečisté chemikálie, je přítomnost takových látek v želatině nepravděpodobná. Obvykle se však v rámci kontroly kvality provádí stanovení obsahu arzenu, mědi, olova, zinku a železa [5]. Například limit pro obsah arzenu ve farmaceutické želatině je 1 ppm a pro těžké kovy pak 50 ppm [4].

Pro ilustraci jsou v tabulce (Tab. 2) uvedeny základní vlastnosti želatin typu A a typu B a v tabulce (Tab. 3) vlastnosti farmaceutických želatin, jak je předepisuje americký lékopis (USP).

Tab. 2: Vlastnosti želatin typu A a B.

	Typ A	Typ B
pH	3,8 – 5,5	5,0 – 4,5
izoelektrický bod	7,5 – 9,3	4,7 – 5,2
pevnost rosolu (v Bloomech)	72 – 300	75 – 275
viskozita	20 – 75	10 – 75
obsah popela (v %)	0,3 – 0,5	0,5 – 2,0

Tab. 3: Specifické vlastnosti U.S.P. farmaceutických želatin.

	Farmaceutická želatina A	Farmaceutická želatina B
Surovina	vepřové kůže	kosti a jiné kůže
Min.pevnost rosolu (v Bloomech)	250	225
pH při 25°C (1,5% roztok)	4,0 – 4,3	5,5 – 7,3
Viskozita	38 - 45	40 – 70
izoelektrický pod při pH	7,8 – 8,2	4,7 – 4,9
obsah popela	menší než 0,4%	1,0-1,5%
zrnitost	36 mesh	
celkový počet bakterií	méně než 5000 na gram v 0,01g želatiny nesmí být žádné koliformní bakterie	
obsah kovů	musí splňovat požadavky U.S.P.	

Pro některé aplikace jsou rozdíly mezi jednotlivými želatinami víceméně nepodstatné, zatímco v jiných případech je nezbytně nutné se těmito rozdíly zabývat [4].

3 MIKROBIÁLNÍ VLASTNOSTI

Želatina je vynikající živnou půdou pro růst většiny mikroorganismů, může být jimi snadno kontaminována, a proto je nutné dodržovat správný výrobní postup, aby byl zajištěn čistý produkt. Při výrobě želatiny nesmí dojít ke kontaminaci bakteriemi. Důvod je jak hygienický, tak i ekonomický, protože bakterie mohou rychle znehodnotit želatinu tak, že nedokáže vytvořit rosol. Většina potravinářských želatin musí obsahovat méně než 1 000 bakterií na gram a tyto bakterie nesmí být patogenní [4]. Požadavky na mikrobiologické vlastnosti želatiny jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 4).

Tab. 4: Požadavky na mikrobiologické vlastnosti želatiny

Mikroorganismy	Množství mikroorganismů
celkový počet mikroorganismů	< 1. 000/g
koliformní bakterie	neprokázané v 1g
anaerobní bakterie	< 10/g
<i>clostridium perfringens</i>	neprokázané v 1g
<i>staphylococcus aureus</i>	neprokázané v 0,1g
<i>salmonella</i>	neprokázané v 25 g

V jednotlivých státech se liší právní úprava rozsahu sledovaných ukazatelů, nikoliv však do maximálních povolených hodnot [5].

Povaha organismů, které se vyskytují v želatinových roztocích a rosolech, závisí na množství faktorů. Největší vliv má pH. Při pH hodnotách nižších než 4 je činnost bakterií potlačena, zatímco plísním a kvasinkám se nadprůměrně daří. Proteolytické bakterie začínají být aktivní při hodnotách pH vyšších než 5 a zvláště, když se pH blíží 7. Je zajímavé sledovat, že želatinové roztoky s pH od 3 do 4 nevydávají žádný nepříjemný zápach hniloby, přestože mohou velmi rychle plesnivět. Takovýto zápach se vyskytuje jen při vyšších hodnotách pH [4].

Znehodnocení želatinových roztoků a rosolů bakteriemi, plísněmi a kvasinkami můžeme předejít použitím ochranných látek. Výběr takové látky se bude lišit v závislosti na pužití výsledného produktu. V tabulce (Tab.5) jsou uvedeny některé ochranné látky, u kterých byla zjištěna efektivnost při pH od 3 do 4. Tabulka (Tab. 6) obsahuje vybrané ochranné látky vhodné pro pH 7 až 8 [4].

Tab. 5: Ochranné látky v želatině, které jsou efektivní při pH 3 – 4.

Konzervační prostředek	% v želatině
Kyselina benzoová	0,1
Thymol	0,1
Chlorobutanol	0,5
Kyselina salicylová	0,1
p-Chloro-m-xylenol	0,1
p-Chlor-m-kresol	0,25
Oxyquinoline	0,1
Alkohol	8,0
Ethyl p-hydroxybenzoát	0,15
Propyl p-hydroxybenzoát	0,1
Butyl p-hydroxybenzoát	0,05
Cetylpyridinium chlorid	0,003

Tab. 6: Ochranné látky v želatině, které jsou efektivní při pH 7 – 8.

Konzervační prostředek	% v želatině
Thymol	0,1
Chlorothymol	0,1
Chlorobutanol	0,5
B-naftol	0,2
Fenol	0,5
Kresol	0,4
p-Chloro-m-xylenol	0,1
p-Chlor-m-kresol	0,25
Alkohol	8,0
Ethyl p-hydroxybenzoát	0,15
Cetylpyridinium chlorid	0,005

4 VÝROBA ŽELATINY

4.1 Přeměna kolagenu na želatinu

Při zahřívání vlhkého kolagenu dochází při určité teplotě k výrazné strukturní změně, provázené zvýšením botnáním a změněním fyzikálně chemických vlastností. Takto modifikovaný kolagen není odolný proti běžným proteázám a má mnohem nižší stupeň uspořádání. Označuje se názvem želatina. V širším smyslu se tak označují rozpustné i nerozpustné produkty, i když v technické praxi se název želatina používá jen pro rozpustné produkty, které mají vyšší viskozitu a světlejší zabarvení [3].

Přeměna kolagenu na želatinu nastává obvykle při teplotě kolem 60° C, závisí však na pH, iontové síle, složení roztoku a stupni kovalentního zesíťování kolagenu. Jde o transformaci prvního řádu, pravou fázovou přeměnu krystalické modifikace biopolymeru na amorfni modifikaci. Vlivem této transformace se mění konformace polypeptidických řetězců a zároveň se uvolňuje vazebná energie a vzrůstá entropie. Přeměna je většinou nevratná, po ochlazení se již nevytváří spontánně krystalická kolagenová konformace, i když struktura má do jisté míry i vratný charakter. Makroskopicky se tepelná přeměna projevuje nejvýrazněji zkrácením osově délky kolagenových vláken na třetinu až čtvrtinu původní délky. Teplota, při níž lze pozorovat první délkové smrštění, se označuje jako teplota smrštění. Tato teplota je o 5 až 15° C nižší než teplota fázové přeměny [3].

Vlivem transformace se původně uspořádaná kolagenová struktura mění na neuspořádaný stav, tzv. statistické klubko. Je to způsobeno tím, že kolagenový stav je stabilizovaný většinou jen slabými nekovalentními vazbami (vodíkovou, polární, hydrofobními kontakty apod.), které jsou citlivé na teplo a při zahřívání snižují svou vazebnou energii. Protože však zároveň zahříváním roste vnitřní energie systému, zesiluje se termodynamická tendence k vyšší entropii, tedy tendence k poklesu pravidelnosti v uspořádání makromolekul. Zvyšování teploty nakonec vede ke stavu, kdy jsou obě veličiny v rovnováze. Další vzrůst teploty vyvolá náhlé zborcení upořádané struktury. Modifikace kolagenové struktury, která umožňuje vznik tepelně stálých, např. kovalentních příčných vazeb, způsobí výrazný posun transformační teploty k vyšším hodnotám. Denaturujeme-li kolagen v přítomnosti látek snižujících energii stabilizujících vazeb, např. močoviny, snižuje se teplota transformace. Je-li pokles tak velký, že transformace kolagen – želatina nastává už při normální teplotě, hovoříme o tzv. chemicky indukované přeměně na želatinu [3].

Z hlediska teoretických představ přeměny kolagenu na želatinu rozeznáváme tři pochody:

1. štěpení příčných kovalentních vazeb (intramolekulárních) v oblasti kvartérní struktury
2. hydrolytické štěpení peptidových vazeb polypeptidických řetězců na molekulární úrovni
3. denaturace v oblasti terciární struktury [2].

Normální kolagen fyziologicky dospělé kolagenové tkáně se při teplotě zahřívání rozpouští jen nepatrně. Je to způsobeno kovalentním zesíťováním, které nastává v procesu stárnutí. Důležitou úlohu při transformaci kolagen – želatina má voda. V suchém stavu tato transformace nenastává ani při teplotách, které vedou k pyrolytickému rozkladu bílkovin [3].

4.2 Suroviny pro výrobu želatiny

Pro výrobu želatiny se používají především hovězí a vepřové kůže. Pro některé speciální typy želatiny jsou výjimečně používány i vepřové a hovězí kosti. Vepřové kůže jsou dodávány hluboce zrazené v mrazících vozech a pocházejí z velkých jatek, zpracoven masa a konzervářských podniků. Hovězí kůže jsou dodávány povápněné nebo nasolené, pocházejí z koželužen, jatek a speciálních sběrů. K výrobě želatiny pro potravinářské účely lze použít pouze kolagenní suroviny, zejména kůže, kosti, šlachy a kličky jatečných zvířat, jejichž maso a orgány byly posouzeny jako požitelné. Čerstvé suroviny pro výrobu želatiny musí být odeslány do zpracovatelského závodu do 24 hodin po vytěžení, jinak musí být zchlazeny nebo zamrazeny (viz. kapitola 5 této práce).

Aby se zvýšila rozpustnost zralých kolagenů v použitých surovinách, musí se výchozí surovina podrobit určitému opracování:

- dlouhodobé alkalické opracování suspenzí hydroxidu vápenatého
- působení hydroxidů alkalických kovů v přítomnosti látek brzdících bobtnání
- působení silných minerálních kyselin
- opracování lyotropními solemi
- enzymatické opracování [2].

Při výrobě želatiny se v praxi především používá tzv. kyselý nebo alkalický způsob, popřípadě jsou oba způsoby kombinovány.

Vlastní výrobní postup želatiny se skládá z následujících operací:

- předpírání suroviny
- řezání suroviny
- předúprava suroviny (vápnění, působení kyselin)
- praní
- vaření
- filtrace a zahušťování želatinových vod
- formování želatin
- sušení želatin [3].

4.2.1 Kyselý způsob výroby želatiny

Kyselým způsobem se většinou zpracovávají vepřové a rybí kůže, případně se tento postup používá na výrobu želatiny z kostí. Kůže se po oprání a rozřezání vloží na 24 až 48 hodin do kyselé lázně, jejíž pH se pohybuje pod hodnotou 1,5. Po koupeli v kyselé lázni jsou kůže proprány čistou vodou, vloží se do varných kádí z nerezové oceli a započne řada horkovodních extrakcí (obvykle 3). Připravená surovina je postupně zahřívána od 50° C k bodu varu, aby došlo k denaturaci a solubilizaci kolagenu. Touto cestou se získají různé želatinové várky s různými koncentracemi kvality [5]. Kyselým postupem je připravována želatina typu A.

4.2.2 Alkalický způsob výroby želatiny

Alkalickým způsobem se zpracovávají většinou hovězí kůže a zdroje kolagenu, kdy jateční zvířata byla relativně stará. Při alkalickém procesu jsou povápněné nebo nasolené hovězí kůže rozkrájeny na malé kousky, proprány a pravidelně namáčeny ve vápenném mléce. Kůže zůstávají podle svého druhu 2 až 4 měsíce v této koupeli, jejíž pH se pohybuje mezi 12 - 13. Tato předúprava zmýdelní tukové látky a zničí rohovinovou vrstvu kůže, která by mohla narušit další výrobu. Nejdůležitějším účinkem vápnění je dosažení určitého stupně alkalického zbotnění kožní hmoty. Efekt vápnění spočívá v tom, že se při botnění silně uvolňuje struktura kolagenu, což umožňuje snadné vnikání roztoků dovnitř celého systému a lehčí převedení kolagenu do roztoku působením horké vody. Během tohoto procesu dochází současně ke konzervaci suroviny díky vysokému pH. Po procesu vápnění se kolagen propírá a okyselí na žádané pH, které značně ovlivňuje vlastnosti výsledného produktu. Při

praní se surovina mechanicky zbaví vázaného vápna, zmýdelněných tuků a vyperou se z ní uvolněné nebo odbourané součásti bílkovin a jiné nečistoty. Nedokonalé odstranění těchto součástí by způsobilo podstatné snížení jakosti výrobků, zejména u fotografických a jedlých želatin. Kolagen se poté zahřívá obdobně jako u procesu kyselého [2]. Výsledná želatina je označovaná jako typ B [5].

Další postup výroby je pro oba procesy společný. Vzniklá surová želatina se filtruje, bělí, konzervuje a zahušťuje k sušení. Sušení se provádí tak, že se 25 až 35% sol želatiny ochladí, přičemž vznikne velmi tuhý gel, který se opatrně zbavuje vody. Vysušená želatina se mele na menší částice podle požadavků zákazníka. Poslední etapou výroby želatiny je mísení jednotlivých druhů tak, aby její vlastnosti odpovídaly parametrům vhodným pro dané použití [15].

5 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST ŽELATINY

Vzhledem k výskytu bovinní spongiformí encefalopatie (BSE) známé jako “nemoc šílených krav” a její souvislosti s Creutzfeldt-Jacobovou nemocí u lidí se objevily obavy týkající se bezpečnosti želatiny, která by mohla být vyrobena z nakažených zvířat. Studie publikovaná v roce 2004 sice demonstruje, že proces výroby želatiny postačuje ke zničení většiny BSE prionů, které by mohly být přítomny ve výchozí surovině [23], nicméně, detailní studie bezpečnosti želatiny s ohledem na BSE vedly ke zpřísnění směrnic upravujících původ suroviny a zpracování želatiny tak, aby bylo potenciální riziko nákazy BSE omezeno na minimum [24].

Bezpečnost želatiny používané pro potravinářské a farmaceutické účely úzce souvisí s celkovou bezpečností surovin používaných v potravinářském průmyslu, kdy je nutno v obecném ohledu uvažovat několik typů rizik. Jsou to:

- mikrobiologická a biologická rizika, např. přítomnost patogenů, toxinů, parazitů, geneticky modifikovaných organismů a prionů (BSE)
- chemická rizika, která představují například zbytky veterinárních léčiv a znečišťujících látek (dioxin)
- fyzikální rizika, kterými může být výskyt cizorodých mechanických částic [25].

Důležitým prostředkem zajištění kvality v potravinářském průmyslu je "Systém kritických bodů" (HACCP, Hazard Analysis and Critical Control Points). Z praktického hlediska se jedná o systém preventivních opatření, která slouží k zajištění zdravotní nezávadnosti potravin během procesů souvisejících s jejich výrobou, zpracováním, skladováním, manipulací, přepravou a prodejem konečnému spotřebiteli [26].

Z legislativního hlediska je vyhláškou zabývající se systémem „Kritických bodů“ při výrobě želatiny Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. Toto nařízení je novelizováno Nařízením komise (ES) č. 1243/2007 ze dne 24. října 2007, kterým se mění příloha III výše zmíněného nařízení [27].

V Nařízení č. 852/2004 Sb. jsou v oddílu XIV: ŽELATINA (příloha III) specifikovány požadavky na suroviny, které mohou být k výrobě želatiny použity. Tyto suroviny musí

pocházet ze zvířat, která byla poražena na jatkách a která byla na základě prohlídek před poražením a po poražení shledána požitelná. Dále jsou specifikovány podmínky přepravy surovin a jejich skladování. Například pokud surovina není zpracována do 24 hodin od dodání, musí být přepravována a skladována chlazená nebo mražená. Kosti zbavené tuku, sušené kosti nebo oseiny, nasolené, sušené kůže nebo kůže opracované hydroxidem vápenatým a kůže a kožky ošetřené hydroxidem nebo kyselinou mohou být přepravovány a skladovány při pokojové teplotě. Nařízení komise (ES) č. 1243/2007 novelizuje, mimo jiné i postup výroby potravinářské želatiny. Ten musí být zajištěn tak, aby všechen materiál od přežvýkavců narozených, chovaných nebo poražených v zemích nebo oblastech s nízkým výskytem BSE, byl podroben procesu zpracování, při němž je zaručeno, že vzniklá želatina nebude rizikovým materiálem [27].

Bezpečnost farmaceutické želatiny ve vztahu k přenosu infekčních encefalopatií je rovněž zajištěna platnými legislativními předpisy. Jedná se o dokument Evropské lékové agentury EMEA/410/01 Rev. 2 z října 2003, který vychází z přílohy I ke směrnicím Evropského parlamentu a Rady 2001/82/ES a 2001/83/ES (ve znění směrnice Komise 2003/63/ES), řídících veterinární a humánní léčivé přípravky [28].

Zhodnocení celkového snížení rizika léčivého přípravku obsahujícího materiály získané ze zvířecích tkání (tedy i želatinu) musí vzít v úvahu kontrolní opatření zavedená s ohledem na zdroje použitých surovin a na výrobní postup.

Kontrolované zdroje surovin jsou velmi významným měřítkem v dosažení přijatelné bezpečnosti přípravku. Pro monitorování výrobního postupu a pro podrobnou dokumentaci výroby šarže léčivého prostředku musí být u dodavatele materiálu pocházejícího ze zvířecí tkáně zaveden systém zajištění kvality jako je např. ISO 9000, HACCP nebo Správná výrobní praxe. Musí být rovněž zavedeny postupy zajišťující sledovatelnost materiálu, stejně jako vlastní audit a audit dodavatelů surovin a výchozích materiálů [28].

V dokumentaci k léčivému přípravku je nutno uvést popis výrobního postupu, včetně použitých kontrol v průběhu postupu, a kroky, které mohou přispět ke snížení nebo vyloučení kontaminace.

Želatina použitá v léčivých přípravcích může být vyrobena z kostí nebo usní. Pro výrobu želatiny jsou usně mnohem bezpečnější zdrojový materiál ve srovnání s kostmi. Kde jsou k výrobě želatiny použity kosti, musí být aplikovány přísnější podmínky výroby a kosti musí

být získány ze zemí, kde je přítomnost skotu klinicky nebo preklinicky infikovaného BSE vysoce nepravděpodobná nebo nepravděpodobná [28].

6 POUŽITÍ ŽELATINY

Podle účelu použití v praxi rozdělujeme želatiny do několika skupin. Nejvýznamnějšími oblastmi použití jsou:

- potravinářský průmysl – využívá jedlou želatinu
- farmaceutický průmysl – využívá farmaceutickou želatinu.
- technická praxe – využívá technickou želatinu,
- fotografický průmysl – využívá fotografickou želatinu.

Tyto hlavní skupiny představují jen zhruba odvětví průmyslu, kde želatiny nacházejí uplatnění, ale v praxi se dělí na řadu podskupin, z nichž každá klade na želatinu speciální požadavky podle účelu, k němuž má být želatina použita [2].

6.1 Využití želatiny v potravinářském průmyslu

Jedlá želatina je jedním z nejkvalitnějších výrobků želatinářského průmyslu. Při její výrobě je nutno úzkostlivě dodržovat čistotu a provádět důkladnou kontrolu, aby nedošlo k hromadným onemocněním. Nesplněním zdravotních a hygienických podmínek bývá hlavním důvodem, že se velké množství jedlých želatin přerazuje do želatin technických [2].

Potravinářský průmysl je pravděpodobně největším spotřebitelem želatiny. Hlavními oblastmi použití jsou: [5]

- **masné a rybí výrobky** - výroba šunek, aspiků a dekoračních želé. Časté je použití želatiny jako pojiva tuků a vody a při povrchové úpravě masných výrobků.
- **cukrovinky** - nejznámější jsou želatinové bonbony, měkké karamely, maršmelou, lékořice atd.
- **mražené dorty a zmrzliny** - želatina se používá jako stabilizátor nášlehu, pojivo a pro zabránění tvorby ledových krystalů.
- **mléčné výrobky** - želatina je používána především jako zahušťovalo nízkotučných výrobků a jako stabilizátor dezertních krémů, často je používána do dekorativních želé.
- **krémy a dezerty** - zde slouží želatina jako stabilizátor, zahušťovalo, dodává jednak požadovanou konzistenci a jednak pocit plnosti v ústech [5].

6.1.1 Želatina v masném průmyslu

Želatina se používá při výrobě masných výrobků jako např. hovězí v rosolu, hovězí konzervy, jazyk v rosolu, sekaná apod. Používá se také při výrobě krutých a kuřecích rolek. Želatina v těchto výrobcích váže vodu z masových šťáv a dává produktům, které by se jinak rozpadaly, pevný tvar a formu. Množství požadované želatiny závisí na typu zpracovávaného masa, množství huspeniny a Bloom-hodnotě želatiny. Želatina s nízkou Bloom-hodnotou (od 50 do 100) musí být použita ve větším množství, než želatina s vysokou Bloom-hodnotou (250 až 275). Obvyklé množství použité želatiny se pohybuje mezi 1 a 5 % hmotnosti masa, v závislosti na ostatních podmínkách [4].

Želatina slouží i k výrobě konzervovaných šunek, kde má za úkol vázat masové šťávy během vaření. Zároveň pomáhá udržet podíl vody a chuť. Uvádí se, že podíl želatiny v tomto produktu se pohybuje mezi 0,4 a 1,5 %, podle Bloom-hodnoty želatiny. Rovněž pečená a vařená kýta stejně jako některé druhy sekané se před balením často namáčí do želatinového roztoku. Mezi obalem a masem pak nejsou žádné vzduchové bubliny a výrobek vypadá lákavěji. Želatina se používá také při přípravě vykostěného masa. V tomto případě se sušená želatina před vařením rozpráší do dutiny, která zbyla po vykostění, aby maso spojila [4].

6.1.2 Želatina v cukrovinkách a v maršmelou bonbónech

Základní surovinou pro výrobu cukrovinek je cukr nebo cukrová směs. Želatina se v cukrářství používá proto, že dokáže želírovat nebo zhutňovat tekuté látky na hmotu, která se dá hned sníst a která se v ústech rozpustí. Tato vlastnost želatiny je využívána při výrobě různých dropsů. Obvykle se používá želatina s nízkou Bloom-hodnotou. Cukrovinky s větší koncentrací želatiny se rozpouští pomaleji a sladkost tak vydrží déle [4]. Želatina má význam především při výrobě nečokoládových cukrovinek [16].

Jednotlivé druhy nečokoládových cukrovinek, které obsahují želatinu jsou specifikovány v komoditní Vyhlášce Mze ČR č.76/2003 Sb. jako želé, gumovité cukrovinky a pěnové cukrovinky. Patří sem též pasty nebo pomazánky (lískooříškové, mandlové, arašídové nebo kokosové) [16].

6.1.2.1 Želé

Želé jsou cukrovinky konzistence tuhého rosolu, vyráběné ze sacharosu, škrobového sirupu a za přídavku rosolotvorných látek. Použije-li se jako rosolotvorné látky ovoce, jedná se o *želé ovocné*, které se označuje jako želé s ovocnou příchutí. Jako rosolotvorné látky se užívají agar, želatina, pektin, nativní i modifikované škroby. Želírující schopnost rosolotvorných látek je silně závislá na koncentraci sacharosu, teplotě a pH prostředí [16].

Výrobu želatinového želé je možno rozdělit do následujících fází. Jsou to: příprava cukerného roztoku, příprava želatinového roztoku, smíchání obou roztoků, chlazení a tvarování. Cukerný roztok se připravuje smísením sacharosu a škrobového sirupu v poměru 2:1 nebo 1:1 při teplotě 113 – 121° C. Po ochlazení na 100° C se cukerný roztok smíchá s roztokem želatiny. Želatina se rozpouští při teplotě 54 – 60° C za stálého míchání. Želírující schopnost želatiny je závislá na hodnotě pH. V izoelektrickém bodě je želírující schopnost nejmenší a gely se kalí. Neoptimálnější oblast je pH 3,8 až 4, což se dosáhne okyselením kyselinou citronovou [16].

6.1.2.2 Gumovité cukrovinky

Při výrobě gumovitých cukrovinek se kromě základních cukerných surovin, škrobového sirupu a sacharosu, přidávají ještě i látky, které dodávají cukrovinkám typickou gumovitou konzistenci, především arabská guma nebo želatina. Při použití želatiny je volen stejný způsob zpracování, jako u arabské gummy. Jednou z nejdůležitějších operací je správná příprava roztoku této suroviny. Používá se obvykle 50% roztok. Gumu je možno rozpouštět za studena i za tepla. Cukerný roztok se svařuje za teploty 121 až 136° C. Stupeň sváření, stejně jako poměr v jakém je smíchán cukerný roztok s roztokem gummy je určen druhem gumovité cukrovinky (gumovitá, měkká, tvrdá). Roztok gummy se vmíchává do svařeného cukerného roztoku, nechá se určitou dobu stát v klidu, aby se vyčeřil. Směs se ochutí, obarví a poté zpracovává [16].

Jako příklad gumových cukrovinek je uveden výrobek firmy HARIBO, která vyrábí želatinové medvídky HARIBO z kvalitní potravinářské želatiny pocházející z vepřových kůží. Tyto cukrovinky jsou tedy stejným zdrojem bílkovin pro stavbu kolagenu jako například sulc, huspenina nebo tlačěnka [21].

6.1.2.3 Šlehané cukrovinky

Základní hmotu tvoří pěna, vznikající šleháním cukerného roztoku za přídavku pěnotvorného činidla. Plynnou fází těchto hmot tvoří vzduch. Pěna má za úkol cukrovinky zlehčit, tj. snížit jejich měrnou hmotnost a zvýšit objem nebo zlepšit její strukturu a vytvořit porézní hmotu, která by se v ústech rozplývala. Jako stabilizátory pěny se používají většinou látky bílkovinné povahy [16].

K základním typům šlehaných cukrovinek patří maršmalou, tj. cukrovinka s vysokým obsahem vody. Maršmalou se vyrábí ze slabě svařeného cukerného roztoku k němuž se pro docílení stability přidává želatina. Cukerný roztok se smíchá s roztokem želatiny a tato směs se šlehá do dosažení požadované hustoty, která je určena způsobem dalšího zpracování. Šlehání se provádí při teplotě 51° C a po snížení teploty na 38° C se hmota nalévá do škrobových forem, které se ukládají do sušárny na cca 12 hod. Na povrchu se vytvoří tenká křusta, která výrobek zpevňuje. V poslední době se častěji k formování maršmalou a jiných cukrovinek používá vytlačování. Při tomto způsobu je nutno použít želatiny s vyšší želírující schopností [16].

Želatina je v tomto procesu velmi důležitou ingrediencí, protože snižuje povrchové napětí sirupu a zvýšením viskozity ustaluje pěnu, čímž hmotě propůjčuje lepší vlastnosti při šlehání. Koloidní vlastnosti želatiny pak brání krystalizaci cukru a udržují tak maršmalou měkké a vláčné. Množství želatiny použité v této receptuře se pohybuje mezi 1,0 a 1,5 % [4].

6.1.2.4 Karamely, plněné trubičky, žvýkačkové cigarety atd.

Tento typ cukrovinek se vyrábí z těsta obsahujícího cukr, gumu (která drží těsto pohromadě) a malé množství želatiny s nízkou Bloom-hodnotou (50 až 100), která těstu dodá gelovou strukturu a drží tvar během tvarování, krájení a sušení. Želatina se užívá i při ručním namáčení bonbonů do polevy, obvykle v množství 1% roztoku středně pevné želatiny. Do některých polev se používá želatina spolu s cukrem a tukem, nanáší se pomocí běžného vybavení na zdobení cukrovinek [4].

6.1.3 Želatina ve zmrzlinách a mražených krémech

Želatina se stala nezbytnou ingrediencí mnoha mražených výrobků, kde se uplatňuje především její ochranný koloidní účinek. Tím, že váže vodu a zvyšuje viskozitu směsi

zabraňuje tvorbě velkých, hrubých krystalů ledu a laktózy, které jsou pro tyto výrobky nežádoucí [17]. Typický recept na zmrzlinu zahrnuje asi 0,5 % želatiny o 250 Bloomech. Ale například u mražených smetanových dortů a tvarohových koláčů stačí méně než 0,25 % želatiny k tomu, aby se velké krystaly ledu netvořily a aby si výrobek udržel svou jemnou strukturu. Želatina se přidává také do omáček a šťáv ve zmražených pokrmech, aby zabránila jejich sražení [4].

6.1.4 Želatina v mléčných výrobcích

Kysaná smetana, tvaroh i jiné mléčné výrobky obvykle obsahují malé množství želatiny, která má zabránit nasakování vody a má udržet jejich hladkou texturu. Želatinu je možno přidávat i do mléka, aby snížila jeho srážlivost a aby bylo snáz stravitelné. To se uplatňuje u dětské mléčné výživy, kdy pediatři často doporučují přidávat želatinu do sunaru už při výrobě [4].

Želatina se rovněž přidává do kysaných mléčných výrobků, což jsou výrobky získané kysáním mléka, smetany, podmáslí nebo jejich směsi za použití stanovených mikroorganismů, tepelně neošetřené po kysacím procesu [17].

6.1.5 Želatinové dezerty

Ochucená želatina se rovněž používá při přípravě želatinových dezertů. V této oblasti má široké uplatnění i v domácím vaření a to díky své nenáročné přípravě, nízké ceně, hezké vůni, příchuti a atraktivní podobě. Nejpopulárnější formou želatiny používanou při přípravě těchto dezertů je známý prášek balený v krabičkách nebo sáčcích, který je k dostání v obchodech a supermarketech. Příprava vyžaduje jen rozpuštění prášku v horké vodě a následné ochlazení v ledničce. Návod by však měl obsahovat varování týkající se použití určitého ovoce jako je ananas a papaya, které obsahují v čerstvém stavu proteolytické enzymy. Ty potom způsobí, že přípravek nezželíruje. Toto ovoce lze ale použít ve formě kompotu, poněvadž teplo použité k jeho přípravě enzymy zničilo [4]. Například želatinový prášek značky Dr. Oetker, na svém obalu tuto poznámku obsahuje. (*Ne-používejte s čerstvým ananase, kiwi, fíky a papájou*).

Ingredience želatinových dezertů se obvykle skládají z želatiny (typu A nebo B nebo jejich směsí), cukru (sacharóza, glukóza) nebo jiných sladidel (sacharin), kyseliny (citronová, vinná, adipová, fumarová) a aroma (přírodně identické příchutě a aroma). Někteří

výrobci používají i tlumicí soli, aby regulovali pH dezertu, upravili jeho rozpouštěcí a tuhnutí vlastnosti. Tyto soli jsou citráty a fosfáty. Někdy se pro zdůraznění chuti přidává i malé množství obyčejné soli (NaCl). Může být použita jakákoli želatina o hodnotě mezi 175 a 275 Bloomy a množství želatiny v dezertu se pohybuje mezi 1,5 a 2,5 % [4].

Ve Velké Británii a v Irsku jsou nejrozšířenějším želatinovým výrobkem želatinové kapsle. Vyrábí se ve formě obdélníkových tablet a mají pevnou konzistenci. Podobně jako u práškové želatiny je potřeba jen horká voda, ve které se kapsle rozpustí a poté následuje zchlazení a ztuhnutí [4].

V neposlední řadě lze želatinové dezerty připravit z obyčejné neochucené želatiny, kterou lze používat v restauracích, jídelnách nebo domácnostech, které upřednostňují výrobu želatinových dezertů a salátů podle vlastních receptů [4].

6.1.6 Nové typy želatiny

Přímou souvislost s využitím želatiny v potravinářském průmyslu mají i tzv. „nové typy želatiny“, jsou to např.:

- želatinové hydrolyzáty, které jsou považovány jako doplněk životně důležitých proteinů v lidské potravě. Technologií hydrolyzy dochází u želatiny ke zkrácení molekulových řetězců a tím se zvyšuje stravitelnost a využití aminokyselin v želatině obsažených. Hydrolyzou se zároveň zničí její želírující schopnost, Bloom-hodnota je tak rovna nule a želatinové hydrolyzáty rozpustné za studena a lze je používat ve formě nápojů.
- plátková želatina, byla vyvinuta pro použití v domácnosti pro její jednodušší rozpouštění a přípravu. Díky své mimořádně vysoké ceně je její použití minimální.
- instantní želatina, je vyrobena speciálním výrobním procesem, aby bylo možné rozpouštění za studena. U tohoto typu želatiny však nedochází ke klasickému želírování, ale spíše k botnání, čehož se využívá především při výrobě desertů, náplní a krémů pro zahuštění a stabilizaci nášlehu. Ani tento typ želatiny nenalezl příliš široké uplatnění, jeho význam je pouze okrajový [5].

6.1.7 Doplnky stravy obsahující želatinu:

Použití želatiny pozitivně ovlivňuje lidský organismus. Předchází například vzniku chorob pohybového aparátu jako je artritida a osteoporóza, podporuje produkci kloubního mazu, čímž usnadňuje pohyblivost kloubů, regeneruje zvýšeně namáhané klouby, zvláště ty nosné, posiluje pružnost pokožky, šlach a cévních stěn, zpevňuje nehty a dokáže zmírnit i celulitidu [20].

Kromě konzumace potravin, které jsou bohaté na želatinu, si její přísun můžeme zajistit i pomocí želatinových preparátů. K dostání na tuzemském trhu je např.:

- **Želatina od Natures Bounty** - balení obsahuje 100 tobolek, jejichž dávkování se doporučuje 3x denně 2 tobolky společně s jídlem
- **Gelatina Plus - od Anton Hubner GMBH CO** - jedná se o želatinový nápoj, který si vytvoříme tak, že lžiči Gelatiny Plus rozmícháme ve sklenici vody [20].

6.2 POUŽITÍ ŽELATINY VE FARMACEUTICKÉM PRŮMYSLU

Při výrobě léků a ve farmaceutickém průmyslu se používá želatin, které svými vlastnostmi odpovídají jedlé želatině. Želatina se používá například při výrobě měkkých a tvrdých želatinových kapslí, při balení práškových léků a jako pojivo při tabletování farmaceutických účinných látek. Úspěšně se jí používá jako prostředku k zastavení vnitřního krvácení po úrazech a také pro povrchové tvrzení vnějších obvazů na ranách a zlomeninách.

Ve veterinární praxi slouží želatinové roztoky k uchování semene pro umělé oplodnění dobytka [2].

6.2.1 Perorální želatinové tobolky

Perorální želatinové tobolky jsou tělíška různého tvaru, objemu a velikosti, naplněná jednou dávkou léčiva určeného ke vstřebávání z gastrointestinálního traktu. Základními složkami stěny tobolek jsou želatina, glycerol a/nebo sorbitol, voda a barviva. Často také obsahují konzervační látky. Želatina je polymer, který tvoří stěnu tobolek, voda funguje jako rozpouštědlo a glycerol nebo sorbitol mají funkci změkčovadla. Stěna tobolek musí být rozpustná v gastrointestinálních šťávách, aby se z ní mohla léčivá látka snadno uvolnit.

Obsah tobolek může být tuhý nebo kapalný, složený z léčivých a potřebných pomocných látek. Musí být sestaven tak, aby nedocházelo k reakci obsahu se stěnou tobolek a ta nebyla porušena [18].

Želatina určená na výrobu tobolek musí splňovat požadavky fyzikální a mechanické (struktura a viskozita gelů, Bloomovo číslo), chemické (pH, izoelektrický bod, obsah popela, nepřítomnost těžkých kovů a dalších nečistot) i mikrobiologické (nepřítomnost patogeních i nepatogenních mikrobů) [18].

Želatinové tobolky se dále rozlišují na

- Tvrdé tobolky (tobolky s víčkem, dvojdílné tobolky, *capsulae durae*, *capsulae operculatae*),
- Měkké tobolky (*capsulae mollae*),
- Enterosolventní tobolky (gastrorezistentní, acidorezistentní, *capsulae enterosolventes*),
- Tobolky s řízeným uvolňováním

6.2.1.1 Tvrdé želatinové tobolky

Tvrdé želatinové tobolky se skládají ze dvou válcovitých, na koncích uzavřených částí (tělo a víčko), které leze do sebe zasunout. Léčiva, zpravidla v podobě prášků, granulátů, lékových mikroforem jsou naplněná do těla tobolky. Uzavírá ji a do jednoho celku spojuje víčko. Vhodným způsobem se tobolka zajišťuje před samovolným nebo úmyslným otevřením [18].

Při výrobě tvrdých želatinových tobolek se želatina rozpouští v kotlích z nerezové oceli při teplotě 65 °C. Voda použitá jako rozpouštědlo musí být demineralizovaná a sterilizovaná. Do želatinové hmoty se přidávají rozpustná barviva, mají-li být tobolky průsvitné, nebo barevné pigmenty, mají-li tobolky chránit obsah před vlivem světla. Vyrobené tobolky mají obsahovat 12 až 15 % vody, aby nebyly velmi křehké. Obsah vody však nesmí být větší, protože by se tobolky lepily [18]. Na jejich výrobu se podle specifických požadavků používá želatina typu A i B buď jednotlivě nebo ve směsi [4].

Tab. 7: Obecné vlastnosti želatiny užívané pro výrobu tvrdých kapslí

	Typ A	Typ B
Pevnost rosolu (Bloom gramy)	250-280	220-250
Viskozita	45-50	45-60
pH	4,5-5,5	5,3-7,3
Obsah popelovin	max 0,5%	max 2,0%
Bakterie	max. 10 000 na gram	
Koliformní bakterie	nesmí se vyskytovat v 0,01g želatiny	

6.2.1.2 Měkké želatinové tobolky

Měkké želatinové tobolky se na rozdíl od tvrdých želatinových tobolek formují i plní v jedné operaci. Léčivo může obsahovat i stěna tobolky. Vstupním produktem je želatinová hmota obsahující zpravidla 44 % želatiny, 24 % glycerolu a 32 % vody. Při výrobě měkkých tobolek se želatina nechá nabobtnat ve vodě, přidají se další součásti a směs se v kotli rozpustí, zbarví, konzervuje antimikrobní látkou a zbaví vzduchu. Léčivé látky, které se plní do měkkých tobolek, jsou převážně kapalné [18].

Ze zahřáté viskózní želatinové hmoty se v příslušném zařízení formují dva pásy. Ty se vedou na válce, v nichž jsou formy vždy na jednu polovinu tobolky. Tlakem otáčejících se válců se z pásu vyseknou poloviny budoucí tobolky, na okrajích se svaří a dávkovací čerpadlo vtláčí mezi stěny kapalné léčivo. Naplněná tobolka se potom ihned uzavře a obě dvě části se slepí. Tobolky mají tvar odpovídající formám na válcích, nejčastěji jsou kulovité nebo podlouhlé. Zformované tobolky se vysuší v prostředí s nízkou relativní vlhkostí vzduchu [18].

Tab. 8: Obecné vlastnosti želatin, které používaných při výrobě měkkých kapslí

	Typ A	Typ B
Pevnost rosolu (Bloom gramy)	170-180	150-175
Viskozita	30-35	35-40
pH	5,0-5,5	5,5-7,3
Obsah popelovin	max 0,5%	max 2,0%
Bakterie	max. 10 000 na gram	
Koliformní bakterie	nesmí se vyskytovat v 0,01g želatiny	

6.2.1.3 *Enterosolventní tobolky (odolávající žaludeční šťávě)*

Tento typ tobolek slouží k uvolňování účinné látky v tenkém střevě. Připravují se z tvrdých nebo měkkých želatinových tobolek tak, že se tyto opatří filmem odolávajícím žaludeční šťávě, anebo se naplní částicemi, které mají acidorezistentní (gastrorezistentní) obal. Želatina se stává nerozpustnou v kyselém prostředí zesíťováním, působením vhodného činidla [18]. Některé kapsle vydrží v žaludku pacienta méně než 30 minut, u jiných pacientů je najdeme ještě i po pěti hodinách. Většina enterosolventních kapslí je jen relativně účinná a tyto tobolky občas selhávají proto, že se už v žaludku rozpustí [4].

6.2.1.4 *Tobolky s řízeným uvolňováním*

Tobolky s řízeným uvolňováním jsou tvrdé nebo měkké tobolky, jejichž stěna nebo jádro obsahují pomocné láky a jsou připraveny způsobem, který modifikuje rychlost uvolňování léčivé látky nebo určuje místo, kde tento děj proběhne [18].

6.2.2 *Další výrobky z želatiny ve farmaceutickém průmyslu*

6.2.2.1 *Želatinové perly*

Želatinové perly se plní i formují v jedné operaci podobně jako měkké želatinové tobolky. Liší se tím, že na svém obvodě nemají šev. Obsahují želatinovou hmotu složenou ze želatiny, glycerolu, destilované vody a konzervační přísady [18].

6.2.2.2 *Čípky*

Glycerinovaná forma želatiny je používána jako základ pro výrobu čípků. Pro toto použití se obvykle doporučují farmaceutické želatiny A a B a je nezbytné vybrat správný typ želatiny, aby nedošlo k jakýmkoli nežádoucím reakcím a nekompatibilitě s aktivní látkou.

Čípky z glycerinované želatiny umožňují na rozdíl od jiných materiálů, jako jsou vosky a tuky rozpustné při vysokých teplotách, regulovaně uvolňovat aktivní látky. Důležitou výhodou čípků z glycerinované želatiny je, že během skladování odolávají vyšším teplotám než čípky na jiné bázi [4].

6.2.2.3 *Želatina jako prostředek pro vnější aplikaci léků*

Při tomto způsobu použití je želatinová hmota obsahující léčivé/hojivé prostředky rozpuštěna a aplikována na postižené místo. Dermatologové zjistili, že takovéto médium umožňuje vynikající kontakt léčivé látky s místem, které má být léčeno. Jako hojivé látky se pak používají oxid zinečnatý, různá antiseptika, sulfonamidy a antibiotika. Jednou z důležitých možností užití tohoto produktu je technika léčení bércových vředů. Pro tento účel se používá směs želatiny (farmaceutická želatina A), oxidu zinečnatého, glycerinu a vody [4].

6.2.2.4 *Použití želatiny v tabletách*

Želatina se při výrobě tablet používá jako vlhčící prostředek, pojivo a látka zajišťující rozpad tablety. Ze želatiny mohou být vyrobeny rovněž jednotlivé vrstvy potahovaných tablet a enterosolventní léky.

Želatinové roztoky se používají jako zvlhčující prostředky. Želatina je jinak všeobecně akceptována jako pojivo, protože je fyziologicky inertní a obvykle kompatibilní s použitým léčivem. Má také zásluhu na hladkém a příjemném pocitu při kontaktu tablety s jazykem. Želatinové roztoky o koncentracích mezi 10 a 20 % (můžeme použít želatinu typu A i B) jsou smíchány se suchými přísadami, znovu vysušeny a rozdrčeny a nakonec slisovány do tablet. Kromě toho, že želatina funguje jako pojivo, v žaludku zároveň napomáhá rozpadu tablet. Rychle absorbuje vodu, díky čemuž tableta rychleji nabobtná a rozpadne se [4].

Tablety jsou nejprve potaženy cukrovým sirupem (57 % cukr). Potahování a sušení se opakuje, dokud tablety nejsou hladké a kulaté. Konečný potah tablety je obvykle silný cukrový sirup nanesený v několika vrstvách, přičemž každá vrstva musí být dokonale suchá než se na ni nanese další. Tento sirup obsahuje asi 0,3 % želatiny [4].

6.2.2.5 *Pastilky a zdravotní bonbony*

Pro tyto produkty může být jako základ použita glycerinovaná želatina a používají se při aplikaci léčiv do dutiny ústní nebo krku. Vyrábí se tak i některé hojně užívané kapky proti kašli. Základ z glycerinované želatiny má tu výhodu, že nezpůsobuje stomatitidu ani nevysušuje ústa [4].

6.2.2.6 *Želatina jako nosič*

Když se želatina před vysušením disperguje do hustého roztoku, dokáže přenášet nebo vázat různé léčivé látky. Tímto způsobem se vitamín A v želatinové matici stává ideálním pro přidání do tablet. Želatina v něm nejen funguje jako nosič, ale zároveň ochraňuje vitamíny proti atmosférické oxidaci [4].

6.2.2.7 *Želatina v emulzích*

Želatina je známá jako vynikající stabilizátor olejových emulzí používaných ve farmacii. Pro emulze vyráběné se želatínou se výborně hodí kodoloidní mlýny nebo homogenizátory, které olej dispergují bez použití vysoce viskózního média. Takovéto emulze mají vynikající stravitelnost, které se žádná emulze s jiným stabilizátorem nevyrovná. Hustá emulze díky své viskozitě připomíná olej, a proto je často vhodnější emulze tekutější. Vydrží stálá i poměrně dlouhou dobu. Může lehce krémovatět, což ale není tak problematické, protože emulzí stačí jen jednou zatřást, aby se vrátila do původního stavu. Tím se podstatně liší od husté emulze, kterou je nutno důkladně protřepat [4].

Když želatínu kombinujeme s jinými látkami, musíme mít na paměti, že v závislosti na pH a izoelektrickém bodě může být buď anionická nebo kationická.

Emulze obsahující farmaceutickou želatínu A vykazují maximální stabilitu při pH od 3 do 4, emulze s farmaceutickou želatínou B pak při pH 8 [4].

6.2.2.8 *Želatina jako léčivý prostředek*

Existují i oblasti použití želatiny, které vycházejí z jejích fyzikálně-chemických vlastností. Jednou takovouto oblastí je kontrola krvácení. Výrobek známý jako absorbční želatinový tampon (gelová pěna) zaujímá v chirurgii důležité postavení jako prostředek k zastavení krvácení. Je to sterilní želatinový tampon, který se vyrábí z částečně nerozpustné želatiny. Ta se pak našlehá do podoby pórovité hmoty a vysuší. Při použití se navlhčí roztokem trombinu nebo sterilním fyziologickým roztokem a poté se aplikuje na místo, odkud uniká krev. Tam přilne k povrchu rány a krvácení tak zastaví. Tampon může být na ráně ponechán, protože jak se zranění hojí, tkáňové enzymy jej pomalu rozpustí. Absorbční želatinové tampony jsou užitečné zejména v neurochirurgii, prostatektomii, zubní chirurgii a v břišní a hrudní chirurgii [4].

Želatina se také používá jako prášek do chirurgických rukavic. Pro toto použití se želatina na několik hodin zahřeje na teplotu 142° C a pak je upravena na prášek. Po této proceduře želatina ztratí svou lepkavost a vzhledem k tomu, že její zbytky se v podbřišní dutině postupně rozpustí, může být bez obav používána při operacích [4].

Úspěch zaznamenalo také použití želatiny podávané nitrožilně jako mobilizátor vody při nefróze. Uvolňuje otoky, aniž by poškodila oslabené ledviny.

Želatina v teplém 7% izotonickém roztoku se doporučuje jako klystýr pro pacienty s kardiovaskulárním onemocněním, zejména v případech, kdy se u pacienta vyskytují otoky.

Lékaři někdy používají želatinu obsahující síran barnatý při fluoroskopickém vyšetření střevního traktu. Použití želatiny při tomto vyšetření prodlouží dobu, při které se dá vyšetření provádět. Standardní roztok síranu barnatého proteče traktem příliš rychle a lékaři tak nemají dost času provést potřebné vyšetření [4].

6.2.2.9 Želatina jako expander plazmy

Byly vyvinuty i speciální druhy želatiny, které se používají jako expandery plazmy při léčbě šoku ze ztráty krve, popálení a traumat. Jako náhrada plazmy nebo krevního albuminu bylo testováno mnoho látek, ale až želatina typu B byla pro tento účel schválena.

Přestože existuje mnoho názorů, že krevní plazma a krevní albumin jsou nejlepší látky k léčbě šoku, želatina má oproti nim jisté další výhody. Je levnější, ke své výrobě nepotřebuje dárcovskou krev a je kompletně bez virů, které by mohly způsobit například virovou hepatitidu nebo AIDS. O všech krevních produktech je známo, že mohou být příčinou virové hepatidy – pokud je totiž přítomna v dárcovské krvi, proces zpracování virus nezničí a ten se tak přenesení i do krevního produktu [4].

6.2.2.10 Depotní léčba

Želatinu lze použít i jako prostředek pro oddálení absorbce řady léků. A tak se léky jako např. heparin nebo adrenokortikotropní hormon (ACTH) podávají s přísadou obsahující koncentrovaný želatinový roztok (asi 18 %) a dextrózu. Když jsou léky v takovéto formě parenterálně podány se želatinou, mají mnohem delší účinek, než když jsou podávány ve

vodném roztoku. Pro tento účel je obvykle používána želatina typu A, sterilní, bez pyrogenů a antigenů [4].

6.3 Technická želatina

Želatiny pro technické účely se od jedlých a farmaceutických želatin liší především tím, že nemusí splňovat tak přísné předpisy jako želatiny určené ke konzumaci. Technické želatiny mohou být v mnoha ohledech podobné jedlým želatinám, např. v Bloom hodnotě, viskozitě, pH hodnotě, barvě, průhlednosti atd. [4]. Bývají světle žluté až hnědé a dodávají se ve formě zrn, perliček, nebo šupinek. Uplatnění technické želatiny v praxi je velmi rozmanité [2].

6.3.1 Využití technické želatiny

6.3.1.1 Úprava velikosti a povrchu tkanin

Želatiny pro technické účely se používají v textilním průmyslu při úpravě velikosti osnovy vláken umělého a acetátového hedvábí. Při tkaní látky se osnova skládá z rovnoběžných podélně umístěných vláken upevněných v tkalcovském stavu, skrz které jezdí tkalcovský člunek tam a zpět, aby vytvořil útek nebo vyplnil plátno. Želatina dodává osnově pevnost a odolnost proti odírání, takže je minimalizována pravděpodobnost přetržení osnovy. Želatina je pro tento účel vhodná díky své dokonalé rozpustnosti a pevnosti povlaku, který vytvoří. Snadno se nanáší ve vodném roztoku a ve fázi dokončení tkaniny se dá stejně jednoduše odstranit pouhým omytím teplou vodou, na rozdíl od jiných podobných prostředků, které se dají odstranit jen s použitím enzymů nebo rozpouštědel [4].

Želatinou se upravují i slaměné klobouky. Toto použití vyžaduje mimořádně světlou želatinu. Procedura propůjčí slaměnému klobouku vlastnosti jako např. lesk nebo odolnost vůči vodě a nečistotám, a dále pomáhá udržet tvar klobouku.

Želatinou se upravují sametové a saténové látky používané k potahování stříbrných skříněk a šperkovnic, stejně jako bílý hedvábný papír, do kterého se balí stříbro. Zde je důležité, že želatina obsahuje jen velmi malé množství aktivní síry a chloridu a stříbro proto nezčerná [4].

6.3.1.2 Výroba papíru

Želatina se také používá na potahování papíru, včetně výroby speciálních fotografických papírů určených pro zpracování bez přítomnosti stříbra. Dále se želatina používá na výrobu barytovaného papíru pro fotografické účely. Zvláštní použití má pak ve výrobě krepového papíru, který je díky ní trvale zvlňený [4]. Dále se využívá na toaletní papír, papírové ubrousky, ručníky aj. Značná spotřeba želatiny je spojena s výrobou lepenky a brusných papírů jakými jsou např. smirkový papír, smirkové plátno, brusné pásy, kotouče a netukové brusné plasty [19].

Technická želatina tvoří také ochranný povlak umělých střev vyrobených z papíru. Při výrobě papíru, kdy je želatina přidávána jako pomocné pojivo, zvyšuje odolnost papíru proti vlhkosti [2].

6.3.1.3 Použití koloidního ochranného efektu želatiny

Stejně jako se jedlá želatina používá na čerění vína, piva, octa a nealkoholických nápojů, tak i želatina pro technické účely má podobné uplatnění v chemickém průmyslu. Některé roztoky obsahují velmi jemné částice, které nesedimentují a nelze je ani přefiltrovat. Želatina se v tomto případě používá kvůli své schopnosti být absorbována těmito jemnými částicemi, které spolu se želatinou koagulují a mohou být ihned odstraněny usazením nebo filtrací [4].

Typické použití je i v emulzích pro ochranu vláken proti vodě. Dále je možno želatinu použít při suspenzní polymerizaci plastických hmot, kde pomáhá upravovat velikost částic a pomáhá předcházet koalescenci částic před ukončením procesu. Ve výrobě polyvinylchloridu tak lze želatinu použít jako prostředek kontroly velikosti částic. Používá se typ A i B o různých Bloom hodnotách [4].

Želatina se používá i jako rozjasňovač zinku, a to díky své schopnosti upravovat a kontrolovat krystalizaci zinku při jeho skladování. S tím souvisí užití želatiny při galvanickém pokovování, kde se používá kvůli své schopnosti zachytit a udržet částice nečistot [4].

6.3.1.4 Želatina jako adhezivum

Želatina se používá jako pojivo s všestranným použitím. Typické je její použití v laminátovém skle, ve výrobě obtisků, jako lepidlo na etikety a známky a při výrobě korkových zátek a těsnění [4].

6.3.1.5 Želatinové filmy a světelné filtry

Pro použití v divadelním osvětlení a pro světelné filtry do fotoaparátů se za pomoci želatiny vyrábí filmy mnoha barev. O něco starší, zato jedinečný způsob použití želatinových filmů je pro uzávěry lahví, kde se po aplikaci želatinový film smrští a lahev tak zapečetí [4].

6.3.1.6 Kosmetika

Existují různé způsoby použití želatiny v kosmetice. Většina kosmetických výrobků využívá adhezivních vlastností želatiny [4]. Želatina je vhodná i pro stabilizaci krémů. Hydrolyzáty želatiny jsou pro svůj vysoký obsah kolagenů hojně využívány pro výživu pokožky a vlasů při výrobě kosmetických přípravků jako jsou krémy, šampony a mýdla [2].

6.3.1.7 Mikroenkapsulace

Užití želatiny při mikroenkapsulaci je široké a bylo již vyvinuto mnoho aplikací pro průmysl i spotřebitele. Jsou to například leštidla na boty nebo odstraňovače skvrn a nespočet dalších výrobků, tekutých i pevných, které se reaktivují a znovu slouží svému účelu, když se na ně zatlačí nebo přijdou do kontaktu s vodou. Známý samopropisovací papír se vyrábí právě metodou mikroenkapsulace. Tekutina je uzavřena do mikroskopických kapslí, které se pod tlakem pera nebo tužky reaktivují kontaktem s papírem, na který se píše, a otiskem přesně kopírují vytlačovaný text [4].

6.3.1.8 Laboratorní použití

Želatina se používá v laboratořích jako kultivační médium pro bakteriologické testy. Dále se užívá pro určování hydrolytických vlastností enzymů [4].

6.3.2 Fotografická želatina

Z dnešního pohledu je použití želatiny ve fotografii již historickou záležitostí, protože klasické fotografické technologie jsou téměř úplně nahrazeny digitální technologií. Výjimku tvoří umělecké fotografie. Želatina pro fotografické účely vyžaduje mimořádně důkladnou péči při výběru a zpracování surovin, aby se zachovaly původně přítomné přírodní senzibilátory a také aby bylo využito maximum fyzikálních vlastností želatiny [4].

Želatina slouží k několika účelům například při přípravě stříbrných emulzí. Při vylučování halogenidu stříbrného působí jako ochranný koloid a je důležitým činitelem při kontrole velikosti krystalů halogenidu stříbrného a zároveň je chrání při redukčním účinku vývojky a to tak, aby redukce těchto krystalů byla úměrná jejich expozici světlu [4].

Chemické složení fotografických emulzí a procedury jejich zpracování jsou velmi pečlivě drženy v tajnosti. Nicméně základní principy jsou obecně známé. Ze všeho nejdříve se ve vodě rozpustí emulgační želatina a přidá se do ní roztok požadovaných halogenových solí, pak se opatrně a za stálého míchání přidá roztok dusičnanu stříbrného. Směs se pak po přesně určenou dobu zahřeje na předem určenou teplotu (do 50° C) a dodá se zbytek želatiny. Emulze se pak zchladí na gel, nastrouhá se nebo rozdělí na nudličky pomocí drátěného síta a pak se důkladně promyje vodou, aby se odstranily všechny rozpustné soli. Dalším krokem je opětovné rozpuštění gelu, přidání dalšího potřebného množství želatiny, senzibilátorů, stabilizátorů a tužidel. V této fázi se podle potřeby přidávají speciálně připravená barviva, která mají zvýšit citlivost emulze k různým pásmům spektra [4].

Konečné zrání se uskutečňuje při zahřátí nad 70° C, aby tak bylo docíleno maximální nebo požadované citlivosti. Emulze pak nanese na požadovaný film, papír nebo kov [4].

Želatina se dále používá v litografických pracech. Když je film nebo deska potažena směsí želatiny a rozpustného dvojchromanu a poté vystavena světlu, v místech kde dojde ke světelné expozici vznikne nerozpustná látka, zatímco neexponovaná místa se dají omýt vodou. Tím vznikne reliéf, který je možno vytisknout [4].

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární studii na téma želatina. Práce je rozdělena do šesti hlavních částí, které jsou dále členěny na kapitoly, které obsahují informace o charakteristice, vlastnostech a využití želatiny.

V první části se práce zabývá chemickým složením želatiny a také kolagenů, které jsou hlavní složkou při její výrobě. Dále jsou popsány fyzikální a chemické vlastnosti díky kterým je želatina využívána v různých oborech. Třetí část je věnována mikrobiálním vlastnostem želatiny. Protože je želatina výbornou živnou půdou pro růst mikroorganismů, je důležité sledovat její mikrobiální vlastnosti, aby negativně neovlivnily kvalitu výsledného produktu a lidské zdraví.

Bakalářská práce se zabývá i stručným popisem výroby želatiny, která může probíhat kyselým nebo zásaditým způsobem. Pozornost je věnována i legislativním požadavkům na bezpečnost želatiny.

Poslední část je věnována praktickému využití želatiny. Osahuje informace, které ilustrují různorodost použití želatiny. Želatina se používá v technické praxi při výrobě papíru, kosmetiky, v textilním a fotografickém průmyslu. Významné jsou také její aplikace ve farmaceutickém průmyslu, kde se používá na výrobu různých druhů kapslí, čípků a tablet. Největším spotřebitelem při praktickém použití želatiny je potravinářský průmysl. Zde je želatina využívána při výrobě masných výrobků, cukrovinek, mražených dortů, zmrzlin, mléčných výrobků například jako stabilizátor, pojivo, zahušťovadlo a při povrchové úpravě výrobků.

Tento stručný přehled využití želatiny jenom ilustruje jak různorodé je její použití a jak je tato látka významná a všestranná.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HOZA, Ignác, KRAMÁŘOVÁ, Daniela. *Potravinářská biochemie I.*. 1. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. 168 s. ISBN 80-7318-295-5.
- [2] MLÁDEK, Milan, et al. *Zpracování opadů kožedělného průmyslu.* 1. vyd. Praha 1 : Nakladatelství technické literatury, n.p., 1971. 324 s.
- [3] BLAŽEJ, Anton, et al. *Technologie kůže a kožešin.* 1. vyd. Praha 1 : Nakladatelství technické literatury, n.p., 1984. 456 s.
- [4] Gelatin manufacturers institute of America, inc.. *Gelatin.* 1st edition. New York : Gelatin manufacturesrs institute of America, inc., 1973. 5 – 24 s.
- [5] *Hages pro Českou republiku : Želatina* [online]. 2005 [cit. 2007-03-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.hages.cz/katalogy/zelatina.pdf>>.
- [6] *Hages pro Českou republiku : Maso* [online]. 2005 [cit. 2007-03-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.hages.cz/katalogy/zelatina.pdf>>.
- [7] KODÍČEK, Milan. *Biochemické pojmy - výkladový slovník.* Praha 6 : Vydavatelství VŠCHT Praha, c2004. 1100 hesel, Elektronická verze 1.0. Dostupný z WWW: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/>. ISBN 80-7080-551-X.
- [8] BARTOVSKÁ, Lidmila, ŠIŠKOVÁ, Marie. *Co je co v povrchové a koloidní chemii* [online]. Elektronická verze 1.0. Praha 6 : Vydavatelství VŠCHT Praha, 2005 [cit. 2007-03-10]. Dostupný z WWW: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/ebook.help.htm>.
- [9] ADAMCOVÁ, Helena. *Cureo - kožené sedací soupravy : Vše o kůži* [online]. 2006 [cit. 2007-03-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.cuero.cz/cz/detail/detail.php?ID=40&TYPE=7>>.
- [10] ASAP s.r.o. : *Definice pojmů* [online]. [2004] [cit. 2007-09-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.asap.cz/index.php?i=definice>>.
- [11] BUDAVARI, S. *Merck Index.* 12th edition. Whitehouse Station, NJ: Merck.,1996 [cit. 2007-11-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.omri.org/Gelatin-TAP.pdf>>.

- [12] NELSON, D. L., COX, M. M.. *Lehninger's Principles of Biochemistry* [online]. 4th edition. New York : W. H. Freeman and Company, 2005 [cit. 2007-11-23]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Hydroxyproline>>.
- [13] KEENAN, T. R. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology : Gelatin*, in J. Kroschwitz (ed.). New York : Wiley, 1994 [cit. 2007-12-19]. Dostupný z WWW: <www.omri.org/Gelatin-TAP.pdf>. ISBN 9000-70-8. s. 406-416.
- [14] POPPE, J. *Thickening and Gelling Agents for Food: Gelatin*, in A. Imeson (ed.). 2nd edition. London: Blackie Academic and Professional, 1997. s. 144 – 168.
- [15] SKOUPIL, Jan. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu*. 1. vyd. Brno: Společenstvo cukrářů České republiky, 2005. 367 s.
- [16] HRABĚ, Jan, ROP, Otakar, HOZA, Ignác. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 178 s.
- [17] *Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vzdělávací portál : Mlékárenská technologie* [online]. Sdružení CEPAC-Morava, 200 [cit. 2008-03-30]. Dostupný z WWW: <<http://utb.cepac.cz/Screens/Explorer.aspx?id=32>>.
- [18] KOMÁREK, Pavel, RABIŠOVÁ, Miloslava et al. *Technologie léků*. 3. přepracované a doplněné vyd. Praha 5 : Galén, 2006. 399 s. ISBN 80 7262 432 7.
- [19] LANGMAIER, Ferdinand. *Adhese a adhesiva*. 1. vyd. Zlín : VUT v Brně, Fakulta technologická ve Zlíně, 1999. 106 s. ISBN 80-214-1373-5.
- [20] *Herb.cz : Želatina* [online]. 2007 [cit. 2008-04-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.herb.cz/zelatina-i-26/>>.
- [21] Crest Communications et al.. *Sladké tipy společnosti HARIBO : Když mlsat, tak zdravě* [online]. 2005 [cit. 2008-04-19]. Dostupný z WWW: <http://www.crestcom.cz/tiskove_stredisko/files/39/zpravodaj_zelatina.doc>.
- [22] Ministerstvo zdravotnictví ČR. *Český lékopis 2002*. 4. vyd. Praha 7 : Grada Publishing, a. s., 2005. 5756 s. ISBN 80-247-0464-1.
- [23] HEYNKE, Dr. Roland. *Gelatin Production and Prion Theory*. -- General Information about Gelatin and Mad Cow Disease including references to various studies [online]. 1996 [cit. 2008-04-19] Dostupný z WWW: < http://www.mad-cow.org/~tom/gel_Roland.html>

- [24] *From Wikipedia, the free encyclopedia : For the art collective, see Gelitin* [online]. [2008] , 22.4.2008 [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Gelatin>>.
- [25] HEESCHEN, Walther H., KIEL. *Gelita – An Element of Life* [online]. 2002 [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW: < http://www.gelita.com/DGF-deutsch/symposium/Heeschen_eng.pdf>.
- [26] *AUDIT HACCP* [online]. 2007 [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.audit-haccp.cz>>.
- [27] *EUR-Lex, NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1243/2007 : Ze dne 24. října 2007* [online]. 2007 [cit. 2007-04-26]. Dostupný z WWW: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/cs/oj/2007/l_281/l_28120071025cs00080011.pdf>.
- [28] *Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv : Pokyn ÚSKVBL / REG – 5 / 2004* [online]. 2004 [cit. 2008-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.uskvbl.cz/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Aj.	A jiné
Ala	L-alanin
AMK	Aminokyseliny
Apod.	A podobně
Arg	L-arginin
Atd.	A tak dále
Gly	Glycin
Hyp	Hydroxyprolin
Min.	Minimální
Např.	Například
Pro	L-prolin
Rev.	Revize
Sb.	Sbírky
Tzv.	Tak zvaných
Viz.	"videre licet" (licet = lze, tedy doslova "lze vidět")
Vyd.	Vydání

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Přehled aminokyselin a jejich obsah v želatině (hodnoty v g/100g sušené želatiny)</i>	15
<i>Tab. 2: Vlastnosti želatin typu A a B.</i>	20
<i>Tab. 3: Specifické vlastnosti U.S.P. farmaceutických želatin.</i>	21
<i>Tab. 4: Požadavky na mikrobiologické vlastnosti želatiny.....</i>	22
<i>Tab. 5: Ochranné látky v žalatině, které jsou efektivní při pH 3 – 4.....</i>	23
<i>Tab. 6: Ochranné látky v žalatině, které jsou efektivní při pH 7 – 8.....</i>	23
<i>Tab. 7: Obecné vlastnosti želatiny užívané pro výrobu tvrdých kapslí</i>	39
<i>Tab. 8: Obecné vlastnosti želatin, které používaných při výrobě měkkých kapslí.....</i>	39