

Trendy ve výrobě cukrovinek

David Sanitrák

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **David Sanitrák**
Osobní číslo: **T17135**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Trendy ve výrobě cukrovinek**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Definice a třídění cukrovinek
2. Základní suroviny pro výrobu
3. Další suroviny pro výrobu
4. Postupy výroby cukrovinek (tradiční, průmyslové)
5. Trendy ve výrobě se zaměřením na použité suroviny

II. Praktická část

1. Specifikace použitého materiálu
2. Metody výroby
3. Metody hodnocení cukrovinek
4. Popis získaných výsledků a jejich diskuse s literaturou
5. Formulace závěrů práce

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] CAI, L., FENG, J., REGENSTEIN, J., LV, Y., LI, J. Confectionery gels: Effects of low calorie sweeteners on the rheological properties and microstructure of fish gelatin. Food hydrocolloids, 2017, (67), 157-165.
[2] EDWARDS, W. P. The science of sugar confectionery. 2 vyd. Royal Society of Chemistry, 2018. ISBN 978-1-78801-133-4.
[3] JOHNSTON-BANKS, F. A. Food Gels: Gelatine. Dordrecht: Springer, 1990, s. 233-289. ISBN 978-94-010-6825-3.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část. Teoretická část pojednává o získávání želatiny z částí zvířat bohatých na kolagen a následné využití v potravinářském průmyslu, hlavně v cukrovinkářském.

Experimentální část pojednává o výrobě želatinových cukrovinek z kuřecí, vepřové a hovězí želatiny. Cílem experimentu je stanovit tuhost želatiny v závislosti na čase a zjistit, která želatina zůstane měkčí po stanovenou dobu.

Klíčová slova: Kolagen, alkalická a kyselá úprava, želatina, želatinové cukrovinky, Bloom

ABSTRACT

The bachelor thesis is divided into theoretical and experimental part. The theoretical part deals with the extraction of gelatin from parts of animals rich in collagen and subsequent use in the food industry, especially in the confectionery industry.

The experimental part deals with the production of gelatin confectionery from chicken, pork and beef gelatin. The aim of the experiment is to determine the stiffness of gelatin as a function of time and determine which gelatin remains softer for a given period of time.

Keywords: Collagen, alkaline and acid treatment, gelatin, gelatin confectionery, Bloom

Poděkování, motto a čestné prohlášení, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 KOLAGEN.....	11
1.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A MOLEKULÁRNÍ STRUKTURA KOLAGENU.....	11
1.2 KOLAGEN TYP I.....	11
2 ŽELATINA.....	13
2.1 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI.....	13
2.1.1 Rozpustnost.....	13
2.1.2 Viskozita.....	13
2.2 HODNOTA BLOOM.....	14
2.3 ZDROJE PRO VÝROBU ŽELATINY.....	14
2.3.1 Vepřové kůže.....	14
2.3.2 Hovězí kůže a kosti.....	15
2.3.3 Kuřecí části těl.....	15
2.3.4 Rybí suroviny.....	16
2.4 VÝROBA ŽELATINY.....	16
2.4.1 Přeměna kolagenu na želatinu.....	16
2.4.2 Alkalický způsob úpravy surových materiálů na želatinu Typ B.....	17
2.4.3 Kyselý způsob úpravy surových materiálů na želatinu Typ A.....	18
2.5 DALŠÍ POSTUPY PŘI VÝROBĚ ŽELATINY.....	19
2.5.1 Kontrola a řezání.....	19
2.5.2 Odmaštění a pražení.....	19
2.5.3 Vaření.....	19
2.5.4 Odpařování a mletí.....	19
2.5.5 Aromatizace a balení.....	20
3 VYUŽITÍ ŽELATINY V PRŮMYSLU.....	21
3.1 FARMACEUTICKÝ PRŮMYSL.....	21
3.2 POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL.....	21
3.2.1 Karamely.....	21
3.2.2 Šlehané cukrovinky.....	22
3.2.2.1 Maršmalou.....	22
4 ŽELATINOVÉ CUKROVINKY.....	23
4.1 PEKTINOVÉ ŽELÉ.....	23
4.1.1 Postup výroby pektinového želé.....	24
4.2 ŠKROBOVÉ ŽELÉ.....	24
4.3 ŽELATINOVÉ ŽELÉ.....	24
4.3.1 Schéma a postup výroby želatinového želé.....	25
4.3.1.1 Želatinová hmota.....	25
4.3.1.2 Postup výroby.....	25
4.3.2 Postup výroby škrobo – želatinová směs.....	26

4.3.2.1	Postup výroby	26
4.3.3	Lití – tvarování	27
4.3.4	Cukrování a olejování	28
4.3.4.1	Cukrování.....	28
4.3.4.2	Olejování.....	28
II	PRAKTICKÁ ČÁST	29
5	CÍL PRÁCE	30
6	PŘÍSTROJE, POMŮCKY, MATERIÁLY A METODY	31
6.1	POMŮCKY PŘI VÝROBĚ ŽELATINY	31
6.2	PŘÍSTROJ POUŽITÝ PŘI MĚŘENÍ	31
6.3	MATERIÁLY	31
6.4	METODA STANOVENÍ TEXTURY A PENETRACE	32
7	POSTUP PRÁCE	33
7.1	PŘÍPRAVA VZORKŮ	33
8	VÝSLEDKY A DISKUSE	35
8.1	VÝSLEDKY Z PRVNÍ MĚŘENÍ PENETRACE A STŘIHU	35
	PRÁCE POTŘEBNÁ K PŘESTŘIHNUTÍ PEKTINOVÉHO ŽELÉ BYLA 281,6 N.MM, COŽ JE NEJMÉNĚ ZE VŠECH TESTOVANÝCH VZORKŮ. NA PŘESTŘIHNUTÍ ŠKROBOVÉHO ŽELÉ BYLA POTŘEBA PRÁCE 588,4 N.MM.	37
8.2	VÝSLEDKY Z DRUHÉHO MĚŘENÍ PENETRACE A STŘIHU	37
	ZÁVĚR	40
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	41
	SEZNAM OBRÁZKŮ	44
	SEZNAM TABULEK.....	45

ÚVOD

Kolagen je jednou nejrozšířenějších bílkovin na planetě. Je součástí všech eukaryotických organismů vyjma jednobuněčných mikroorganismů. Patří mezi nejdůležitější bílkoviny. Jsou-li hovězí a vepřové kůže upraveny alkalickou a kyselou metodou je kolagen rozpustný ve vodě a vzniká želatina, která se dělí právě podle způsobu předúpravy. Jedná se o jeden z nejdůležitější vedlejších produktů živočišné výroby. Největší využití má v potravinářském, farmaceutickém průmyslu. V současné době roste poptávka po želatině, a tak jsou hledány nové alternativní způsoby a zdroje získávání této potravinářské suroviny. Jedním z nových zdrojů je získávání želatiny z odpadních částí vznikající při zpracování kuřat a ryb. Odpadní části těchto zvířat putují do kafilérií, avšak tyto části jsou bohaté na kolagen, který by byl vhodný pro výrobu želatiny.

V bakalářské práci se zabývám želatinou, jejím využitím v potravinářství a cílem praktické části bylo vyrobit cukrovinky z kuřecí želatiny a stanovit její texturu v závislosti na čase.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOLAGEN

Kolagen je pevný, nerozpustný a vláknitý skleroprotein, který tvoří jednu třetinu bílkovin v lidském těle. Struktura kolagenu je tvořena molekulami, které jsou většinou sbaleny dohromady a tvoří tak dlouhé fibrily [1].

Kolagen není jednotnou látkou, ale spíše je to rodina bílkovin. K dnešnímu datu bylo identifikováno asi 27 různých typů kolagenu. Mezi nejrozšířenější typy kolagenů můžeme zařadit kolagen Typu I, který se primárně nachází v pojivové tkáni jako je kůže, kosti a šlachy. Další typ kolagenu nazývaný Typ II se vyskytuje prakticky výhradně v tkáni chrupavky. Kolagen Typu III je druh kolagenu silně závislý na věku a jeho množství a zastoupení v těle se časem mění. Velmi mladá pokožka může obsahovat až 50 % tohoto kolagenu, ale postupem času se sníží jeho zastoupení na 5 až 10 %. Další formy kolagenů jsou v těle zastoupeny v malém množství a jsou většinou specifické pro jednotlivé orgány [2].

1.1 Chemické složení a molekulární struktura kolagenu

Kolagen, stejně jako všechny ostatní bílkoviny, vykazuje primární, sekundární a terciální strukturní prvky. Kolagen má také kvartérní strukturu podobnou jinému komplexu oligomerních proteinů, které se vyznačují tím, že mají více polypeptidových řetězců nebo podjednotek. Primární struktura živočišného kolagenu Typu I používaného při výrobě želatiny obsahuje 1014 aminokyselin, které jsou spojeny ve formě řetězce s molekulovou hmotností přibližně 100 000 g/mol. Tyto takzvané alfa řetězce obsahují 334 opakujících se jednotek obecné sekvence glycin-X-Y. Pouze v N- a C terminálních koncích jsou krátké řetězce obsahující asi 15 až 26 aminoskupin [2].

1.2 Kolagen Typ I

Kolagen Typu I patří mezi nejrozšířenější typ živočišného kolagenu, ostatní typy kolagenů se vyskytují v malém množství nebo jen v určitých orgánech. Kolagen Typu I se skládá ze tří alfa-řetězců, z nichž dva jsou identické (alfa 1) a jeden mírně odlišný (alfa 2 primární struktura). Každý alfa řetězec je stočený do levotočivé spirály s přibližně třemi aminokyselinami na otáčku (sekundární struktura). Tři alfa řetězce se pak otáčení kolem sebe do pravotočivé super-šroubovice, která vytváří strukturu podobnou lanu. Tyto trojitě spirálovité prvky představují základní stavební kameny kolagenové tkáně. Jsou dlouhé asi 300 nm a mají průměr 1,5 nm. Čtyři až osm kolagenových molekul v průřezu tvoří základní jednotku

pro vytvoření tzv. kolagenových fibril. Celá struktura je stabilizována a zesílena zesíťováním ve formě kovalentních vazeb. Mnoho z těchto kolagenových fibril je pak dále zesíťeno za vzniku základních strukturních tkání, jako je kůže a kosti [2].

2 ŽELATINA

Želatina je polypeptid produkovaný částečnou hydrolýzou kolagenu získaného ze zvířecí kůže, pojivové tkáně a kostí. Želatina jako speciální hydrokoloid obsahuje více vlastností a funkcí s širokým spektrem aplikací v potravinářství, farmacii, fotografickém a kosmetickém průmyslu. Jedinečnost želatiny je její schopnost vytvářet termoreverzibilní gely s teplotou tání blízko tělesné teplotě a její rozpustností ve vodě. Kromě gelačních vlastností má želatina také aplikaci jako koloidní stabilizátor, pěnotvorné činidlo a emulgátor. Většina dostupné želatiny je vyráběna ze savčích zdrojů, jako je například vepřová kůže, kosti skotu. Jiné zdroje želatiny však nabývají na významu, jako jsou rybí kosti, šupiny a kůže [3].

2.1 Fyzikální a chemické vlastnosti

Želatina je téměř bez chuti a bez zápachu. Je to sklovitá, křehká pevná látka slabě žluté barvy. Želatina má 8-13 % vlhkosti. Když je želatina vložena do studené vody, její částice se hydratují a nabobtnají. Po zahřátí nabobtnalých částic se tyto částice rozpustí a vytvoří roztok. Tato metoda je výhodná k přípravě želatinových roztoků, zejména tam, kde jsou potřeba vysoké koncentrace želatiny. Chování želatinových roztoků je ovlivňováno teplotou, pH, obsahem popela, způsobem výroby, tepelnou historií a koncentrací [4].

2.1.1 Rozpustnost

Želatina bobtná ve studené vodě a při zahřátí nad teplotou tání vytvoří velké viditelné nabobtnalé částice. Hydratovaná želatina se roztrhne a přejde do roztoku a po ochlazení vytvoří gel [10].

Želatina je rozpustná ve vodných roztocích vícesytných alkoholů jako je glycerol a propylenglykol. Želatina je rozpustná ve vysoce polárních, vodíkových, organických rozpouštědlech jako jsou např.: kyselina octová, trifluorethanol a formamid. Želatina je naopak nerozpustná v méně polárních organických rozpouštědlech, jako je benzen, aceton, primární alkoholy a dimethylformamid [4].

2.1.2 Viskozita

Viskozita je klíčová vlastnost želatiny v závislosti na použité aplikaci. Vyžadují se vysoké viskozity, např. ke stabilizaci potravinových, farmaceutických a fotografických emulzí. Při

výrobě tvarovaného zboží však cukrářský průmysl upřednostňuje želatinu s nízkou viskozitou [2].

Obecně se měření viskozity odečítá z doby proudění želatinového roztoku pomocí kalibrovaných viskozitních pipet. Kalibrované Ostwaldovy viskozimetry jsou vysoce doporučovány pro stanovení viskozity želatiny. Výsledky jsou vyjádřeny v milipoise [10].

2.2 Hodnota Bloom

Mezi nejdůležitější vlastností želatiny je gelová síla neboli „Bloom“. Vlastnosti pevnosti gelu souvisejí se složkami α - a β - řetězců v želatině. Síla Bloom, která také souvisí s viskozitou, je důležitou vlastností v potravinářském průmyslu, protože je dobrým vodítkem pro chování gelu. Síla Bloom obvykle určuje stupeň želatiny. Tato gelová síla je definována jako: Hmotnost potřebná k vtlačení válcového pístu o průměru 13 mm do 4 mm předem připraveného gelu o 6% hmotnostní koncentraci zrající po dobu 16 až 18 hodin při teplotě 10 °C. Síla komerčního želatinového gelu se pohybuje v rozmezí 50–300 Bloomy. Hydrolyza a snížení gelových vlastností želatiny může být zahájena řadou faktorů včetně pH, teplot, enzymů, kyselin, zásad a také bakterií. Pro různé aplikace se používají různé síly gelu [2,9].

2.3 Zdroje pro výrobu želatiny

Hlavní surovinami používanými při výrobě želatiny jsou kosti skotu, kůže skotu a vepřové kůže. Dalšími alternativními zdroji pro výrobu želatiny mohou být odpadní a nepoužitelné části drůbeže a ryb. Zdroje pro výrobu želatiny mohou obsahovat cizorodé látky, jako jsou minerály (v případě kostí), tuky a albuminoidy (nacházející se v kůži). Tyto nežádoucí látky se odstraňují chemickým a fyzikálním zpracováním, čímž se po těchto úpravách a zbavení se nežádoucích látek získá čištěný kolagen, který se potom hydrolyzuje pomocí kyselého nebo alkalického způsobu úpravy na želatinu, která je rozpustná v horké vodě [4].

2.3.1 Vepřové kůže

Vepřová kůže je významným zdrojem surovin pro výrobu jedlé želatiny. Vepřové kůže pro zpracování na želatinu jsou dodávány v čerstvé formě, tedy přímo z jatek a masokombinátů, kde tyto kůže již byly zbaveny tuku, masa a chlupů nebo jsou dodávány v mražené formě. Vepřové kůže, které obsahují velké množství vody se opařují horkým zředěným roztokem

hydroxidu sodného, aby se této vody zbavily. Výhodou vepřových kůží je krátký čas pro jejich předúpravu. [4].

Vepřové kůže se nejčastěji používají k výrobě želatiny Typu A. Prvním krokem pro výrobu želatiny je promytí kůží studenou vodou a namočení do studené minerální kyseliny po dobu několika hodin, dokud nedojde k maximálnímu nabobtnání. Mezi nejpoužívanější minerální kyseliny patří kyselina chlorovodíková nebo sírová. Po nabobtnání se kyselina vypustí a kůže se několikrát promyje studenou vodou. Po této úpravě jsou vepřové kůže připraveny k extrakci želatiny horkou vodou [4].

2.3.2 Hovězí kůže a kosti

Hovězí kůže, jako zdroj pro výrobu želatiny se získávají z kožedělné výroby jako nepotřebné odpadní kousky nevhodné pro další výrobu. Kousky kůže před zpracováním se obvykle chemicky odmašťují roztokem vápna nebo sulfidu po kterém následuje mechanické uvolnění. Hovězí kůže se používají pro výrobu želatiny Typu A i B. Hovězí kosti se získávají z porážky skotu a želatina z nich vyrobená se používá ve farmaceutickém průmyslu. Pro výrobu želatiny Typu B jsou používány kousky osseinu [4].

Ossein je houbovitý materiál získaný z kosti, který je složen až z 95 % kolagenu. Extrakce osseinu se provádí z kostí, které se čistí, odmašťují, suší, třídí a rozdrtí na částice o velikosti asi 1 až 2 cm. Kousky kosti se pak ošetří zředěnou kyselinou chlorovodíkovou, aby došlo k odstranění nežádoucích minerálních solí [4].

Hovězí kůže jsou podrobeny dlouhému ošetření zásadou (obvykle vápnem) a následně omyty vodou, která má stejnou teplotu jako okolní prostředí. V závislosti na předchozím zpracování, povaze materiálu, velikosti kusů a přesné teplotě trvá vápnění 5-20 týdnů ale obvyklá doba se pohybuje mezi 8-12 týdny [4].

Ossein vyžaduje mnohem více vápnění než hovězí kůže. Při vápnění osseinu dochází k určité deaminaci kolagenu a vývoji amoniaku. Po úpravě se surový osseinový materiál promyje studenou vodou, aby se odstranilo přebytečné vápno. Dalším krokem je úprava pH kyselinou, aby byl produkt připraven pro extrakci horkou vodou [4].

2.3.3 Kuřecí části těl

Drůbeží hlavy jsou pevné odpady drůbeže, které vznikají při zpracování jatečného těla drůbeže. Hlavy se řadí do skupiny vedlejších nepoživatelných produktů. Drůbeží hlavy jsou

určeny pro krmení kožesinové zvěře nebo se využívají na výrobu krmných pastí. Další využití je výroba želatiny [17].

Drůbeží kůže se řadí mezi vedlejší jatečné produkty, konkrétně do skupiny požitelných, která je velmi důležitou součástí masného průmyslu [17].

Kosti, chrupavky a šlachy se řadí mezi vedlejší jatečné produkty, které spadají jak pod nepoživatelné produkty (technické), tak i pod požitelné produkty (výsekové). Kosti tvoří až 12 % hmotnosti drůbeže. Kosti se využívají především v masném průmyslu. Chrupavky a šlachy obsahují vysoký podíl elastinu, proto se hojně používají v kosmetickém průmyslu a na výrobu želatin a klišů. Technické vedlejší produkty se používají k výrobě masokostní moučky, technické želatiny, kostního klišu nebo kostního uhlí [16].

2.3.4 Rybí suroviny

Zdroji pro výrobu želatiny z ryb tvoří odpadní části ryb, které po odfiletování nemají žádné další využití. Tento odpad může představovat 75 % celkové hmotnosti úlovku. Zahrnuje hlavy, kůži, šupiny, vnitřní orgány, rámy (kostní stojany s přilnavým masem). Asi 30 % tohoto odpadu sestává kůže a kosti s vysokým obsahem kolagenu, který by mohl být použit právě k výrobě čistého kolagenu a želatiny [6].

2.4 Výroba želatiny

Kolagen obsažený ve zvířecí pojivové tkáni se rozpustí velmi pomalu, dokonce i ve vroucí vodě. Je to kvůli zesíťované povaze kolagenu. Proto je před extrakcí zapotřebí jemné chemické ošetření, aby se toto zesíťování rozložilo. Druh a stupeň zesíťování závisí na věku zvířete. Výrobce želatiny proto musí upravit parametry procesu pro kondicionování a následné podmínky extrakce přesně podle zpracovávané suroviny, aby mohl získat želatinu s požadovanými vlastnostmi [7].

2.4.1 Přeměna kolagenu na želatinu

Při zahřívání vlhkého kolagenu dochází při určité teplotě k výrazné strukturní změně, provázené zvýšeným bobtnáním 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 [8].

Přeměna kolagenu na želatinu nastává obvykle při teplotě kolem 60° C, závisí však na pH, iontové síle, složení roztoku a stupni kovalentního zesíťování kolagenu. 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 [8].

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 [8].

2.4.2 Alkalický způsob úpravy surových materiálů na želatinu Typ B

Předúprava surových materiálů pro výrobu želatiny Typu B probíhá alkalickým způsobem. V tomto procesu jsou nasekané štěpené materiály a ossein ošetřovány zásadami v nádržích do objemu 125 m³. Obsah těchto nádrží může nebo nemusí být promícháván, jelikož míchání urychluje proces kondicionování. Délka procesu úpravy závisí na použitých koncentracích a teplotách. Celý proces kondicionování může trvat i několik dní. Pokud je použit 1% roztok hydroxidu sodného při teplotě 20 °C může trvat i 4 měsíce. Kvalita želatiny, s ohledem na hodnotu Bloom a viskozitu, může být výsledkem vztahu koncentrace hydroxidu sodného,

teploty a doby kondicionování. Silnější kondicionování obvykle vede k vyšší viskozitě želatiny. Proces vápenného mléka se zdá na první pohled neefektivní, ale tento proces má řadu technologických výhod. Nízká rozpustnost hydroxidu vápenatého se udržuje konstantní stupeň relativně slabé alkality, i když je roztok nasycený. Během procesu úpravy, který trvá několik měsíců, jsou spolehlivě rozpuštěny nebiřkovinné látky jako jsou mukopolysacharidy, sloučeniny obsahující síru, nekolagenové bílkoviny, zejména albumin a globulin. Toto má za následek účinné vyčištění suroviny. Díky pomoci mírného hydroxidu vápenatému lze vyrovnat určité rozdíly v surovinách, které jsou způsobeny věkem zvířete, velikostí částic kostních štěpků nebo tloušťka kůže. To má za následek nežádoucí ztráty výtěžku želatiny. Následně se ošetřený materiál omyje a neutralizuje roztokem kyseliny. Většina neutrálních solí vytvořených během tohoto procesu se odstraní četným promytím vodou. Po tomto procesu je upravený materiál vložen do horké vody, aby došlo k uvolnění a vylouhování želatiny [7].

2.4.3 Kyselý způsob úpravy surových materiálů na želatinu Typ A

Při úpravě surových materiálů pro výrobu želatiny Typu A je důležité sledovat metody chovu zvířat, z jejichž částí se želatina vyrábí. Například prasata jsou porážena ve věku přibližně 5 až 7 měsíců, což má za následek to, že kolagen obsažený v jejich kůžích je relativně mylně zesíťovaný. Vše, co je potřeba, aby se tento kolagen rozpustil v horké vodě, je namočení surového materiálu do zředěné 2-4% kyseliny sírové nebo chlorovodíkové po dobu až 24 hodin při pokojové teplotě. Další kyseliny, které se mohou použít pro proces úpravy jsou například minerální kyselina fosforečná nebo organické kyseliny, které ale mají nevýhodu, že jsou dražší a negativně mohou ovlivnit aroma a chuť výsledného produktu. Při procesu namáčení dochází k neustálému míchání, které pomáhá k oddělení tuku z kůží a jiných částí. Tuk po uvolnění se začne vznášet na hladině a je jednoduché jej odstranit. Po ošetření kyselinou je zvýšeno pH na hodnotu 2-4 pomocí zásady. Většina vytvořených solí je vymývána po dobu 24 hodin vodou. Poměr pevnosti gelu k viskozitě během následné extrakce je regulované použitým pH, dobou extrakce a teplotou. Parametry mají také vliv na rychlost extrakce. Výrobce musí použít optimální poměr mezi žádanou extrakcí a nežádanou chemickou/tepelnou hydrolyzou želatiny, která již byla rozpuštěna [7].

Tabulka 1: Úprava surových materiálů

Typ surového materiálu	Úprava surových materiálů	
	Kyselá úprava	Alkalická úprava
Kosti	X	X
Hovězí kousky kůže	X	X
Vepřové kousky kůže	X	X
Vepřové kůže	X	
Rybí kůže	X	
Drůbeží kůže	X	
Drůbeží nohy	X	

2.5 Další postupy při výrobě želatiny

2.5.1 Kontrola a řezání

Když zvířecí části dorazí do potravinářského závodu, je zkontrolována jejich kvalita. Zkažené části jsou vyřazeny. Poté se kosti, tkáně a kůže vloží do sekacích stojů, které rozřezávají části na malé kousky o průměru asi 12,7 cm [9].

2.5.2 Odmaštění a pražení

Živočišné části se podrobí vysokotlakým vodním postřikům, aby se odstranily zbytky. Poté jsou odmaštěny namočením v horké vodě, aby se obsah tuku snížil asi na 2 %. Dopravníkový pás přemístí odmaštěné kosti a kůže do průmyslové sušárny, kde se praží přibližně 30 minut při asi 100 °C [9].

2.5.3 Vaření

Kousky kostí, tkáně a kůže se naloží do velkých hliníkových extraktorů a vaří se v destilované vodě. Trubka vedoucí z extraktoru umožňuje pracovníkům odebírat tekutinu, která nyní obsahuje želatinu. Kapalina se sterilizuje rychlým zahřátím na teplotu asi 140 °C po dobu přibližně čtyř sekund [9].

2.5.4 Odpařování a mletí

Z extraktoru je kapalina vedena přes filtry, aby se oddělily kousky kostí, tkáně nebo kůže, které jsou stále připojeny. Z filtrů je kapalina vedena do odpařovačů, strojů, které oddělují kapalinu od pevné želatiny. Kapalina se pak odvede a zlikviduje. Želatina je vedena přes

stroje, které ji vtlačují do plátků. V závislosti na jeho konečné aplikaci jsou želatinové plátky podrobeny mlecímu procesu, které je redukuje na jemný prášek [9].

2.5.5 Aromatizace a balení

Má-li být želatina používána v potravinářském průmyslu, lze v tomto bodě přidat sladidla, látky určené k aromatizaci a barviva. Předem nastavené množství těchto přísad se důkladně promísí do práškové želatiny [9].



Obrázek 1: Kuřecí želatina vyrobená na UTB

3 VYUŽITÍ ŽELATINY V PRŮMYSLU

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. Od roku 1850 je díky pánům Poetevinovi a Gaudinovi známo využití želatiny ve fotografickém průmyslu. 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 špičkové kvality želatiny. Tento nový vývoj a vylepšení kvality přinesl želatině mnohem širší možnosti použití při další průmyslové výrobě [5].

3.1 Farmaceutický průmysl

Želatina použita ve farmaceutické oblasti je podobná želatině používané v potravinářství. Využívá se například při výrobě tvrdých (HGC) a měkkých (SGC) želatinových kapslí na léky nebo jako pojivo či nosič farmaceutických tabletových látek. Využití také našla při zastavení vnitřního krvácení po úrazech a také na povrchové vytvrzení obvazů na zlomeniny a rány [12].

3.2 Potravinářský průmysl

Oblasti potravinářského průmyslu, které používají potravinářskou želatinu jsou cukrovinky, kde ji můžeme nalézt v želatinových bonbonech, maršmelou, lékořice a karamely. Dále je můžeme objevit v rybích a masných výrobcích, jakožto při výrobě šunek, aspiků a dekorativního želé. Používá se i jako zahušťovadlo nízkotučných výrobků a jako stabilizátor do krémů na dezerty. Využití našla i v cukrářství jako stabilizátor nášlehu, zamezení tvorby ledových krystalů a pojivo. Želatina dodává pocit plnosti v ústech a požadovanou konzistenci [5].

3.2.1 Karamely

Karamely jsou cukrovinky měkčí konzistence. Vyznačují se plasticitou, která jim uděluje žvýkavý charakter. Vedle cukru a škrobového sirupu se při jejich výrobě používá kondenzované mléko, máslo, ztužený tuk, želatina a další suroviny. Na rozdíl od kandytů nemají sklovitý charakter, ale jsou matného vzhledu [11].

3.2.2 Šlehané cukrovinky

Základní hmotu šlehaných cukrovinek tvoří pěna, vznikající šleháním cukerného roztoku za přídavku pěnotvorného činidla. Plynnou fází těchto hmot tvoří vzduch. Účelem pěny je cukrovinku zlehčit, tj. snížit jejich měrnou hmotnost a zvýšit objem nebo zlepšit její strukturu, vytvořit porézní hmotu, která by se v ústech rozplývala. Důležitou součástí jsou stabilizátory, které jsou většinou bílkovinné povahy např.: želatina. K základním typům šlehaných výrobků patří maršmalou, cukrovinka s vysokým obsahem vody, a nugát, cukrovinka s nízkým obsahem vody [18].

3.2.2.1 *Maršmalou*

Maršmalou jsou cukrovinky, které se vyznačují vysokým obsahem vody a vyrábí se ze slabě svařeného cukerného roztoku, ke kterému se přidává roztok želatiny a takto vzniklý roztok se šlehá do požadované hustoty, která je určena dalším způsobem zpracování [13].

4 ŽELATINOVÉ CUKROVINKY

Želatinové cukrovinky jsou konzistence tuhého rosolu. Základními surovinami výroby jsou želírující látky, sacharóza, škrobový nebo glukózový sirup, kyseliny, kyselin, aromatické látky a barviva. Rosolotvorné látky tvoří za určitých podmínek pevné a chuťově jemné gely. Tyto cukrovinky se vyrábějí většinou na mogulech, které tekutou hmotu nalijí do tvarů vytvořených ve škrobovém pudru. Po zchladnutí vytvoří gel. Vzniklé tvary se vyjmou a buď se olejují nebo cukrují. Želé obsahuje ze všech cukrovinek nejvíce vody [12,13].

Podle druhu použitých želírujících látek se tato skupina dělí na želé vyrobené z:

- Pektinu
- Želatiny
- Modifikovaných škrobů
- Agarů
- Arabské gummy
- Kombinace výše uvedených želírujících látek

Tyto cukrovinky mají charakteristické vlastnosti. Mají jedinečnou texturu, která je závislá na typu použité želírující látky a receptuře výroby. Jsou výborně stabilní vůči teplu a mají dlouhodobou trvanlivost. Ve srovnání s ostatními cukrovinkami obsahují zdravotně příznivější skladbu živin (bez tuků) s obsahem žádoucích látek (želatina, pektin), s podílem ovocných koncentrátů a šťáv, které dávají želatinovým cukrovinkám příjemnou vůni a chuť. Díky tvarovatelnosti gelu existuje velké množství tvarů a velikostí těchto cukrovinek [12].

4.1 Pektinové želé

Hlavní složkou pektinového želé je Pektin. Pektin se získává převážně z usušených citrusových nebo jablečných výlisků. Tyto výlisky se extrahují obvykle okyselenou vodou při vyšší teplotě a extrakční podmínky určují i typ pektinu [12]

Tvorba gelu z pektinu je složitý proces, který je limitován mnoha faktory. Rozhodující je množství použité vody, obsahu cukrů a jejich koncentrace, přítomnost kyselin a teplota. Při výrobě musíme nejdříve pektin rozpustit ve vodě [12].

4.1.1 Postup výroby pektinového želé

Jedná se o jedno z nejkvalitnějších želé. Je nutno dodržet všechny podmínky výroby. Pektin, nejlépe v práškovité formě, se míchá se sacharózou, rozpustí se ve vodě a za varu se přidá škrobový sirup a část kyseliny. Po povaření se přidá zbytek sacharózy a roztok se svaří na 75-79 % sušiny. Po ochlazení se přidá zbývající část kyseliny a hmota se ihned nalévá do forem, protože velmi rychle tuhne [12].

4.2 Škrobové želé

Škrobové želé se často zařazuje mezi orientální cukrovinky. Nejtypičtějším představitelem škrobového želé je cukrovinka Rahat (Rahat-lakum) [13].

Pro výrobu těchto cukrovinek se používají modifikované škroby, tzv. škroby „řídce vařivé“ se sníženou viskozitou a zvýšenou tekutostí svých mazů. Nižší viskozita těchto mazů je v tomto případě vhodná z toho důvodu, že se do mazů dají lépe přimíchat a rozmíchat další suroviny a snadněji se nalévají do formy. Stejně jako u jiných rosolotvorných látek, je i želírující schopnost škrobu závislá na koncentraci sacharózy. Nejvyšších hodnot dosahuje při koncentraci 10 až 20 % a při vyšších koncentracích klesá [13].

4.3 Želatinové želé

Hlavní recepturní složkou je želatina. Želatina je živočišná bílkovina složená ze základních kamenů – aminokyselin. Ty jsou navzájem spojeny peptidickými vazbami. Podobně jako u pektinu dochází zejména při nízkém pH a za vyšší teploty k odstranění těchto vazeb a vzniku kratších bílkovinných řetězců, čímž je odstraněna želírující schopnost. Želatina s kratšími řetězci (hydrolyzovaná) má nižší želírující mohutnost, ale má vyšší pěnotvornou schopnost [12].

K tvorbě gelu je nutná voda a teplota. Obsah vody je nezbytný k rozpuštění želatiny. Gel pak vzniká při teplotě pod 40 °C. Na rozdíl od pektinů je želatina schopna sama vytvořit gel. Tento gel je vratný, což znamená, že po zahřátí dochází opět k ztekucení a po zchlazení opět ztuhne [12].

4.3.1 Schéma a postup výroby želatinového želé

Různé výrobní společnosti používají odlišné technologie výroby. Prakticky se využívá například následující postup výroby, který poskytla výrobní společnost. V práci je respektován požadavek této společnosti na zachování anonymity.

Základem pro výrobu želatinového želé je želatinová hmota.

4.3.1.1 Želatinová hmota

Základními ingrediencemi pro tvorbu želatinové hmoty jsou voda, kokosový tuk, želatina (nejčastěji vepřová a hovězí, ale může být použita i kuřecí), glukózový nebo škrobový sirup a sacharóza. Dalšími podstatnými ingrediencemi jsou aromata, barviva, potravinářské kyseliny nebo jiné příměsi jako třeba vitamíny [14].

4.3.1.2 Postup výroby

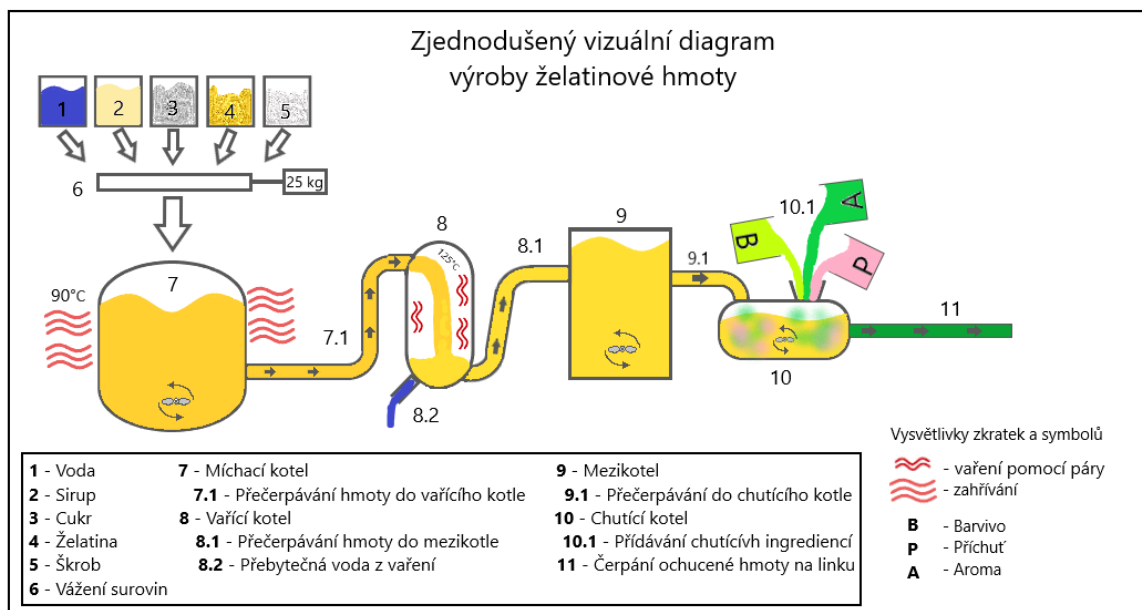
Výroba začíná v míchacím kotli, do kterého se nejdříve napustí dané množství vody podle receptury. Voda má teplotu 90 °C a přidá se kokosový tuk pomocí, kterého se docílí, aby želatina příliš nepěnila. Následně se přidá roztok glukózového nebo škrobového sirupu a sacharózy. Směs se důkladně promíchá, aby bylo docíleno kompletního rozpuštění všech surovin v roztoku. Délka míchání závisí na množství přidané sacharózy, aby se všechna dokonale rozpustila. Čím více je přidáno sacharózy, tím déle trvá míchací fáze výroby. Po důkladném promíchání ingrediencí se hmota zahřívá pomocí vodní páry na teplotu 118-126 °C. Celý proces zahřívání a míchání trvá přibližně 20-30 minut. Po uvaření se hmota přečerpá do zásobníku uvařené hmoty, kde se neustále míchá, pokud je vysoká koncentrace cukru ve směsi, a pomalu ochlazuje na teplotu nižší než 95 °C. Teplota zchlazování závisí na tom, jaké příměsi budou přidávány. Želatinová hmota může být v zásobníku zahřívána po dobu jedné hodiny, jelikož po uplynutí této časové doby při teplotě okolo 95 °C dochází k degradaci bílkoviny a vyrobená hmota může být znehodnocena a nepoužitelná v dalších fázích výroby. Po ochlazení hmoty na žádanou teplotu je přečerpávána do chutících kotlů o objemu 200 kg. Tyto kotle mohou mít samozřejmě větší objemovou hodnotu. Zde se do želatinové směsi přidají aromata, barviva, potravinářské kyseliny a další příměsi. Hotová, ochucená a obarvená hmota je přečerpána na linku tvarování [15].

4.3.2 Postup výroby škrobo – želatinová směs

Tento typ želatinového gelu je příkladem kombinované směsi. Kdy základními pro tvorbu škrobo – želatinové směsi jsou voda, různé druhy škrobů, želatina (vepřová nebo hovězí), glukózový sirup a sacharóza. Dalšími podstatnými ingrediencemi jsou aroma, barviva, potravinářské kyseliny nebo jiné příměsi jako jsou třeba vitamíny [14].

4.3.2.1 Postup výroby

Postup při výrobě této směsi je o něco málo komplikovanější než u směsi z jedné želatinové složky nebo škrobové složky. Výroba začíná v míchacím kotli, kde se nejdříve napustí voda o teplotě 90 °C a přidá se želatina s malým množstvím glukózového sirupu a směs se začne míchat. Mezitím se ve vedlejší kotli rozpustí škrob v glukózovém sirupu a po řádném rozpuštění se roztok přidá do míchacího kotle. Následně se přidá zbytek glukózového sirupu a sacharóza. Do této hmoty není zapotřebí přidávat tuk, jelikož škrob způsobí, že směs příliš nepění. Směs se důkladně promíchá, aby bylo docíleno kompletního rozpuštění. Délka míchání závisí na množství přidané sacharózy, aby se stihla dokonale rozpustit a od toho se odvíjí délka procesu. Po důkladném promíchání ingrediencí se hmota zahřívá pomocí vodní páry na teplotu 140-146 °C. Celý proces trvá přibližně 20-30 minut. Po uvaření se hmota přečerpá do zásobníku uvařené hmoty, kde se míchá, pokud je vysoká koncentrace cukru ve směsi, a pomalu ochlazuje na teplotu pod 95 °C. Teplota zchlazování závisí na tom, jaké příměsi budou přidávány. Škrobo – želatinová hmota může být v zásobníku zahřívána po dobu jedné hodiny, jelikož po uplynutí této časové doby při teplotě okolo 95 °C dochází k degradaci bílkoviny a vyrobená hmota může být znehodnocena a nepoužitelná v dalších fázích výroby. Po ochlazení hmoty na žádanou teplotu je přečerpávána do chutících kotlů o objemu 200 kg. Tyto kotle mohou mít samozřejmě větší objemovou hodnotu. Zde se do želatinové hmoty přidají aroma, barviva, potravinářské kyseliny a další příměsi. Hotová, ochucená a obarvená hmota je přečerpána na linku tvarování [15].



Obrázek 2: Zjednodušený diagram výroby želatinové hmoty

4.3.3 Lití – tvarování

Celý proces nalévání neboli „lití“ začíná vyvezením sloupů kárátok z pece. Kárátko je dřevěná nebo plastová forma, do které je oboustranně naplnitelná viz obr.2. Tyto kárátka obsahující výrobek z minulé výroby jsou pokládány po jednom na transportní pás. Následně je toto kárátko překlopeno a škrobová forma udávající tvar želatinovému výrobku je společně s výrobkem vyklopena na dopravní pás a výrobek z minula je uložen do přepravní bedny. Do převráceného kárátka je nasypán čistý škrobový prášek a pomocí raznice je následně vytisknut tvar budoucího výrobku. Kárátko pokračuje po lince, kde je do vyražené formy nalita hmota. Na tuto hmotu, pokud to vyžaduje receptura, může být nanesena také pěna. Pěnou je ve skutečnosti myšlená hmota, která byla našlehána vzduchem. Na konec jsou kárátka poskládána do sloupců a poslána do pece, kde výrobky bývají po dobu 24–96 hodin dle typu směsi a receptury [15].



Obrázek 3: Dřevěné kárátko s vtisknutou a naplněnou formou

4.3.4 Cukrování a olejování

Finální úpravou výrobku, který byl v peci po stanovenou dobu je cukrování nebo olejování [15].

4.3.4.1 Cukrování

Úprava cukrováním znamená, že výrobek je vysypán na pásový dopravník, po kterém putuje do napařování, které se provádí pomocí rozstříku horké vody, kdy je jemně až nepoznatelně narušen povrch výrobku. Výrobek následně spadne do cukrovacího bubnu, kde je obalen sladkým nebo kyselým cukrem. Kyselý cukr je krystalická směs kyseliny jablečné nebo citronové [15].

4.3.4.2 Olejování

Úprava olejováním znamená, že výrobek je vysypán na pásový dopravník, po kterém je dopraven do otáčivého bubnu, kde je postříkán olejem. Výsledný výrobek má krásný lesklý vzhled [15].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cíle bakalářské práce bylo vyrobit želatinové želé z kuřecí želatiny a stanovit vlastnosti v závislosti na čase. Jelikož želé je potravina s dlouhodobou trvanlivostí a vysokým obsahem vody, je důležité stanovit, jak se tato potravina bude chovat v závislosti na čase a jak se to projeví na její struktuře, aromatických vlastnostech a měkkosti. Pro praktickou část byly vyrobeny želé z kuřecí želatiny a ze standardní vepřové a hovězí želatiny. Kuřecí želatina použitá pro tuto praktickou práci byla vyrobena studenty doktorského studia pod vedením pana doc. Ing. Pavla Mokrejše, Ph.D.

6 PŘÍSTROJE, POMŮCKY, MATERIÁLY A METODY

6.1 Pomůcky při výrobě želatiny

- Elektrické přenosné plotýnky
- Kuchyňské hrnce
- Vařečka
- Kuchyňská stěrka
- Příruční refraktometr
- Teploměr rtuťový
- Kárátko
- Kuchyňské váhy
- Lžíce
- Kuchyňská miska na skladování potravin
- Plastové uzavíratelné sáčky.

6.2 Přístroj použitý při měření

Pro měření textury želatiny byl použit přístroj texturometr TA.XT. plus, Texture Analyser. Výrobce: Stable Micro Systems vyrobený ve Velké Británii.

6.3 Materiály

U materiálů, pro výrobu želatinových cukrovinek nemohou být uvedeni dodavatelé, jelikož jména a suroviny těchto dodavatelů jsou součástí Know-How firmy. Firma si nepřije také být jmenována pro možné poškození a neoprávněného využití značky.

- Kuřecí želatina vyrobená na Ústavu inženýrství polymerů UTB
- Standartní hovězí a vepřová želatina používaná firmou, jméno není uvedené z důvodu přání anonymity firmy a dodavatelů
- Glukózový sirup
- Sacharóza (krystalický cukr)
- Kyselina citronová ($C_6H_8O_7$)
- Kokosový olej
- Voda
- Jahodové aroma

- Škrob (výplň kárátka a vytvoření formy)

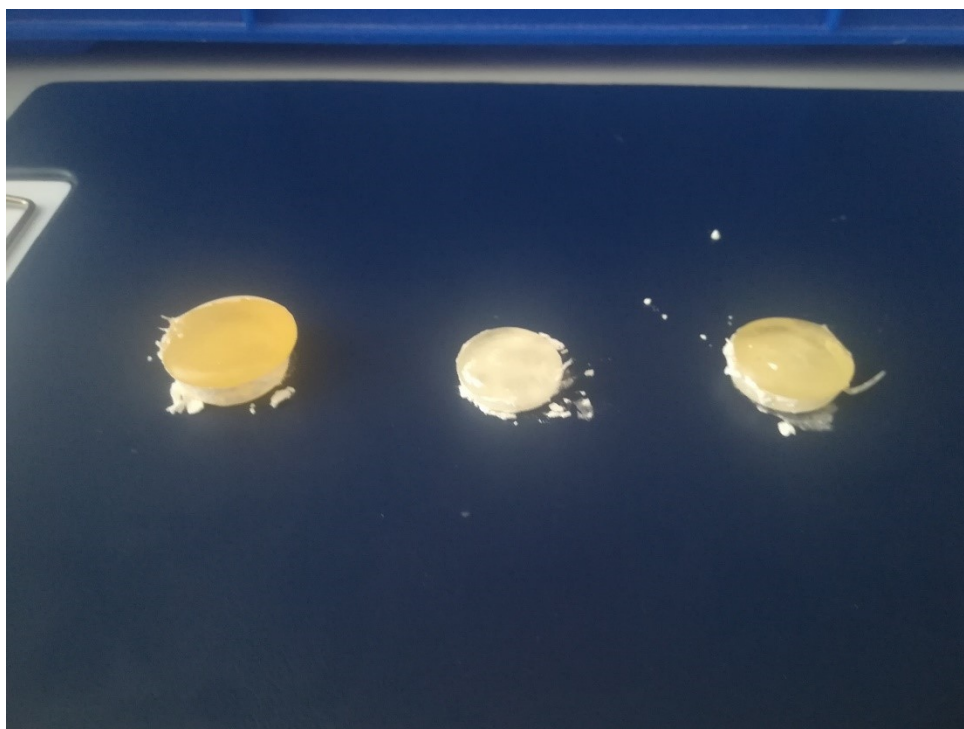
6.4 Metoda stanovení textury a penetrace

Pro stanovení textury byla použita heavy duty platform HDP/90 (platforma na stolku) a blade set HDP/BS (krájecí čepel). Při použití této metody byly zkušební vzorky umístěny na platformu a pomocí krájecí čepele byla změřena síla potřebná k přerýznutí vzorku. Tato metoda by měla simulovat sílu, kterou by musel vynaložit konzument želatinového želé, aby tento vzorek dokázal překousnout. Dále byla použita metoda penetrace vzorku sondou o průměru 2 mm do hloubky 4 mm. Při použití této metody byl vzorek umístěn na platformu a byl penetrován sondou do hloubky 4 mm, která změřila sílu potřebnou k dosažení této hloubky vzorku.

7 POSTUP PRÁCE

7.1 Příprava vzorků

Vzorky připravené a použité v praktické části bakalářské práce byly vyrobeny podle receptury, která byla poskytnuta a schválena komerční společností, jenž se zabývá výrobou cukrovinek a na praktické části se podílela technologický odborník, ale nepřeje si být osobně jmenována. V postupu práce podle receptury nejsou uvedena množství daných surovin, jelikož by mohlo dojít k poškození receptury, technologie a značky zmíněné firmy. Prvním krokem výroby bylo nadávkování vody z vodovodního řádu do hrnce a přidání daného množství želatiny podle receptury. Tato směs byla pomalu zahřívána na teplotu 90 °C po dobu přibližně 10 minut. Mezitím do druhého hrnce byl nadávkován glukózový sirup podle hmotnosti uvedené v receptuře a přidáno malé množství vody. Tato směs byla pomalu zahřívána, dokud nedošlo k rozpuštění glukózového sirupu a následně k této směsi bylo přidáno dané množství naváženého cukru podle receptury. Celý proces rozpouštění trval přibližně 15 minut. Po dokonalém rozpuštění směsi sirup-cukr a změření procentuálního množství vody v této směsi pomocí ručního refraktometru byla rozpuštěná želatina přepuštěna z prvního hrnce do této směsi. Takto připravená hmota, byla za neustálého míchání, zahřáta na teplotu 121 °C. Po dosažení této teploty byla pomocí ručního refraktometru stanovena sušina, která by měla být v daném procentuálním množství podle receptury. Výsledná hmota byla schlazena na teplotu 90 °C. Po zchlazení bylo přidáno jahodové aroma a kyselina citronová a takto připravená hmota byla nadávkována do kárátka, do kterého byl předem vytisknut tvar vzorku. Po nadávkování hmoty do formy, bylo toto kárátko umístěno do pece, kde bylo uskladněno po dobu 24 hodin. Po uplynutí této doby byly vzorky vyjmuty ze škrobové formy a vloženy do potravinové misky s malým množstvím kokosového oleje a celý obsah byl důkladně potřepán. Kokosový olej způsobil, že vytvořené vzorky se nelepily k sobě, což je velmi důležité. Takto hotové vzorky byly nadávkovány po plastových samo uzavíratelných sáčků, které měly simulovat obal výrobku jdoucího do prodeje. Tento postup byl proveden u každého typu želatiny.



Obrázek 4: Vzorky vyrobených želatinových cukrovinek, zleva kuřecí, vepřová ho-
vězí



Obrázek 5: Tvar želatinové cukrovinky pro pokus

8 VÝSLEDKY A DISKUSE

8.1 Výsledky z první měření penetrace a stříhu

Tabulka 2 obsahuje měření síly potřebné k penetrování vzorků želé vyrobených z živočišných želatin ze dne 12.9.2019

Tabulka 2: Penetrace želé z želatiny živočišného původu

Penetrace						
	Hovězí želatina		Kuřecí želatina		Vepřová želatina	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	16,4	21,0	9,6	15,0	13,3	21,0
Smodch odchylka	8,5	5,8	5,0	3,7	7,3	6,3

Měřením síly potřebné k penetrování vzorků bylo zjištěno, že na penetrování vzorku vyrobeného z kuřecí želatiny je potřeba síla 9,6 N, což je nejméně ze všech živočišných želatin. Na penetrování vzorku z vepřové želatiny byla potřeba síla 13,3 N a na penetrování vzorku z hovězí želatiny byla naměřena síla 16,4 N, což je netvrďší vzorek.

Rozdíl mezi různým tvrdostmi želé cukrovinek je způsoben různým složením želatin, ze kterých jsou vyrobeny. Kuřecí želatina může obsahovat o 0,41 % více aminokyseliny Hydroxyprolin. Tato aminokyselina zajišťuje lepší pevnost gelu a viskoelastické vlastnosti [20].

Tabulka 3 obsahuje měření síly potřebné k penetrování želé vyrobeného z rostlinných želírujících látek ze dne 12.9.2019

Tabulka 3: Penetrace rostlinného želé

Penetrace				
	Pektinové želé		Škrobové želé	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	7,1	19,3	6,9	21,7
Smodch odchylka	0,6	2,1	1,3	3,9

Síla potřebná k penetrování pektinového želé je 7,1 N a síla potřebná k penetrování škrobového želé byla 6,9 N. Tyto síly byly menší než síla potřebná k penetrování nejměkčí kuřecí želatiny viz. Tabulka 2.

Studování síly potřebné k penetrování rostlinného želé nebylo hlavní cílem praktické práce. Při výrobě pektinového želé se používají dva typy pektinů. Vysoce methoxylové pektiny vytváří gel, který se nerozpouští a nízko methoxylové pektiny vytváří gel, který je termreverzibilní a má měkčí ale méně elastickou strukturu [21].

Tabulka 4 obsahuje měření práce potřebné ke stříhu želatiny ze dne 12.9.2019

Tabulka 4: Střih želé z želatiny živočišného původu

Střih						
	Hovězí želatina		Kuřecí želatina		Vepřová želatina	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	62,9	898,7	23,1	384,8	54,4	814,4
Smodch odchylka	3,8	148,2	1,7	42,3	3,5	95,2

Práce potřebná k přestřihnutí kuřecí želatiny byla naměřena hodnota 384,8 N.mm. Tato práce byla nejmenší ze všech živočišných želatin. Druhá nejnížší práce byla naměřena u vepřové želatiny a to 814,4 N.mm. Největší práci na přestřihnutí byla použita u hovězí želatiny a to 898,7 N.mm.

Ovlivnění textury a vlastností želatiny může ovlivnit také hodnota síly gelu Bloom. Tato gelová síla je definována jako: Hmotnost potřebná k vtlačení válcového pístu o průměru 13 mm do 4 mm předem připraveného gelu o 6% hmotnostní koncentraci zrající po dobu 16 až 18 hodin při teplotě 10 °C. Síla komerčního želatinového gelu se pohybuje v rozmezí 50–300 Bloomy. Čím je tato síla menší tím je pevnost gelu slabší [2].

Tabulka 5 obsahuje měření práce potřebné k přestřihnutí vzorků želé vyrobených z rostlinných želírovacích látek ze dne 12.9.2019

Tabulka 5: Střih rostlinného želé

Střih				
	Pektinové želé		Škrobové želé	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	19,5	281,6	32,2	588,4
Smodch odchylka	1,3	34,0	4,5	98,3

Práce potřebná k přestřihnutí Pektinového želé byla 281,6 N.mm, což je nejméně ze všech testovaných vzorků. Na přestřihnutí škrobového želé byla potřeba práce 588,4 N.mm.

8.2 Výsledky z druhého měření penetrace a stříhu

Tabulka 6 obsahuje sílu potřebnou k penetraci vzorků z živočišné želatiny ze dne 27.11.2019. Doba uplynutá mezi měřeními byla 76 dní.

Tabulka 6: Penetrace želé z želatiny živočišného původu

Penetrace						
	Hovězí želatina		Kuřecí želatina		Vepřová želatina	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	18,3	22,1	6,8	9,7	18,9	22,0
Smodch odchylka	15,4	12,4	4,3	3,8	14,8	11,1

Síla potřebná k penetrování vzorku z kuřecí želatiny byla 6,8 N, což je nejméně ze všech živočišných želatin. Druhá nejmenší síla potřebná k penetraci byla naměřena u vzorku z hovězí želatiny a to 18,3 N. Nejtvrdějším vzorkem bylo želé vyrobené z vepřové želatiny, na jehož penetraci byla potřeba síla 18,9 N.

Rozdíl mezi různými tvrdostmi želé cukrovinek je způsoben různým složením želatin, ze kterých jsou vyrobeny. Kuřecí želatina může obsahovat o 0,41 % více aminokyseliny Hydroxyprolin. Tato aminokyselina zajišťuje lepší pevnost gelu a viskoelastické vlastnosti [20]. Zvýšení tvrdosti a gumovitosti sušením lze vysvětlit jevy gelovatění i dehydratace. Dehydratace je dalším důležitým faktorem při přípravě želé. Rychlost dehydratace želé je vyšší na začátku sušení v škrobové formě, když je aktivita vody stále vysoká. Přenos vody ze želé do cirkulačního vzduchu během sušení postupně snižuje jejich vlhkost a zvyšuje obsah pevných látek. Hodnoty tvrdosti cukrovinek závisely na obsahu pevných látek [19].

Tabulka 7 obsahuje síly potřebné k penetrování želé vyrobeného z rostlinných želírujících látek ze dne 27.11.2019

Tabulka 7: Penetrace rostlinného želé

Penetrace				
	Pektinové želé		Škrobové želé	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	4,9	14,0	9,0	25,6
Smodch odchylnka	1,6	4,6	2,8	8,0

Síla potřebná k penetrování pektinového želé byla 4,9 N, což je nejméně ze všech měřených vzorků a zároveň se síla od prvního měření snížila viz. Tabulka 3. Síla potřebná k penetrování vzorku škrobového želé byla 9,0 N.

Zkoumání penetrace rostlinného želé není hlavním cílem praktické práce. Avšak tato reologická změna potřebné síly k penetrování by mohla souviset se zvýšením hydratace pektinu v důsledku mírných hydrolyzů pektinu během skladování [21].

Tabulka 8 obsahuje měření práce potřebné ke stříhu vzorků vyrobených z živočišných želatin ze dne 27.11.2019.

Tabulka 8: Střih želé z želatiny živočišného původu

Střih						
	Hovězí želatina		Kuřecí želatina		Vepřová želatina	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	95,0	1233,3	22,2	319,4	72,0	873,3
Smodch odchylnka	17,8	239,0	3,4	46,4	7,7	101,9

Práce potřebná k přestřížení vzorků z kuřecí želatiny byla 319,4 N.mm, což je nejméně ze všech živočišných želatin. U vzorků z vepřové želatiny byla naměřena práce 873,3 N. Tato práce je téměř 2,73x větší než u kuřecí želatiny. Největší práce byla naměřena u vzorků z hovězí želatiny a to 1233,3 N.mm. Tato práce je téměř 3,86x větší než u kuřecí želatiny.

Rozdíl mezi různými tvrdostmi želé cukrovinek je způsoben různým složením želatin, ze kterých jsou vyrobeny. Kuřecí želatina může obsahovat o 0,41 % více aminokyseliny Hydroxyprolin. Tato aminokyselina zajišťuje lepší pevnost gelu a viskoelastické vlastnosti [20].

Zvýšení tvrdosti a gumovitosti sušením lze vysvětlit jevy gelovatění i dehydratace. Dehydratace je dalším důležitým faktorem při přípravě želé. Rychlost dehydratace želé je vyšší na začátku sušení v škrobové formě, když je aktivita vody stále vysoká. Přenos vody ze želé do cirkulačního vzduchu během sušení postupně snižuje jejich vlhkost a zvyšuje obsah pevných látek. Hodnoty tvrdosti cukrovinek závisely na obsahu pevných látek [19].

Tabulka 9 obsahuje měření práce potřebné k přestřížení vzorků želé vyrobených z rostlinných želírujících látek.

Tabulka 9: Střih rostlinného želé

Střih				
	Pektinové želé		Škrobové želé	
	Síla [N]	Práce [N.mm]	Síla [N]	Práce [N.mm]
Průměr	15,0	236,4	40,2	612,7
Smodch odchylna	4,7	76,1	12,9	193,7

Práce potřebná ke střihu pektinového želé byla 236,4 N.mm, což je nejméně ze všech měřených vzorků a její velikost se zmenšila oproti prvnímu měření. Práce potřebná k přestřížení škrobového želé byla 612,7 N.mm.

Zkoumání střihu nebylo hlavním cílem praktické části. Avšak tato reologická změna snížení práce potřebné ke střihu by mohla souviset se zvýšením hydratace pektinu v důsledku mírných hydrolyz pektinu během skladování [21].

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce zabývá vlivem času na texturu želatinových cukrovinek zhotovených z kuřecí želatiny vyrobené Univerzitou Tomáše Bati a z komerčně používané hovězí a vepřové želatiny.

Při měření a zkoumání vzorků bylo zjištěno, že želatinové cukrovinky vyrobené z kuřecí želatiny zůstávají měkké delší dobu než cukrovinky z komerčně používaných želin. Tato vlastnost kuřecí želatiny by se dala využít v cukrovinkářském průmyslu, při výrobě želé ale také dalších cukrovinek, do kterých se želatina přidává, v cukrářském průmyslu na výrobu různých gelů a polev a také ve farmaceutickém průmyslu na výrobu různých kapslí léků určených pro vnitřní užití.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MedicalNewToday, Collagen [online]. 2020 [cit. 2020-04-08]. Dostupný z WWW: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/262881#overviewSeznam>
- [2] SCHRIEBER, Reinhard; GAREIS, Herbert. Gelatine Handbook, Weinheim, 2007, 91-106s. ISBN: 978-3-527-31548-2
- [3] SARBON, Norizah; BADI, Farah; HOWELL, Nazlin K.. Preparation and characterization of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian, University of Surry, 2013, 143-151s. ISSN: 0368-005X
- [4] Gelatin manufacturers institute of America, inc. [Online]. 2019 [cit. 2020-04-10]. Dostupný z WWW: http://www.gelatin-gmia.com/uploads/1/1/8/4/118450438/gmia_gelatin_manual_2019.pdf
- [5] Hages pro Českou republiku, Želatína [online]. 2005 [cit. 2020-04-08]. Dostupný z WWW: <http://www.hages.cz/katalogy/zelatina.pdf>
- [6] BORAN, GOKHAN; REGENSTEIN, JOE M.. Advances in Food and Nutrition Research, Burlington, 2010, 119-144s. ISBN: 978-0-12-380944-5
WWW:https://www.researchgate.net/profile/Gokhan_Boran/publication/45536574_Chapter_5_-_Fish_Gelatin/links/5be17edb4585150b2ba22dad/Chapter-5-Fish-Gelatin.pdf
- [7] SEBASTIAN, Mikhai. Industrial Gelatin Manufacture – Theory and Practice [online]. 2014 [cit. 2020-04-08]. Dostupný z WWW: https://scholar.google.cz/scholar?q=industrial+gelatin+manufacture-theory+and+practice&hl=cs&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar
- [8] BLAŽEJ, Anton., a kol.. Technologie kůže a kožešin, Praha, 1984, 81s. ISBN: 04-817-84
- [9] How Products are Made, Gelatin [online]. 2007 [cit. 2020-04-20]. Dostupný z WWW: <http://www.madehow.com/Volume-5/Gelatin.html>
- [10] REVIEW: GELATIN, SOURCE, EXTRACTION AND INDUSTRIAL APPLICATIONS, Gelatin [online]. 2013 [cit. 2020-04-21]. Dostupný z WWW: https://www.researchgate.net/publication/236735648_Review_Gelatin_source_extraction_and_industrial_applications

- [11] MLÁDEK, Milan., a kol.. Zpracování opadu kožedělného průmyslu. Praha 1, 1971, 324 s.
- [12] HŘIVNA, Luděk. Technologie sacharidů. Brno, 2014, 158s. ISBN: 978-80-7509-022-5
- [13] BRETSCHNEIDER, Rudolf; ČOPÍKOVÁ, JANA. Technologie cukrovarnictví – Technologie cukrovinek. Praha, 1974, 102s.
- [14] Postup výrobní technologie poskytnutý reálnou firmou, název není uveden z důvodu přání anonymity, 2020
- [15] Výrobní postup poskytnutý firmou, název není uveden z důvodu přání anonymity 2020
- [16] INGR, Ivo. Produkce a zpracování masa. Brno, 2011, 202s. ISBN: 9788073755102
- [17] SIMEONOVÁ, Jana. Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. Brno, 2013, ISBN 978-80-7375-891-2
- [18] HRÁBĚ, Jan; ROP, Otakar; HOZA, Ignác. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Zlín, 2005, 178s. ISBN: 80-7318-372-2
- [19] CyTA – Journal of Food, Determining the minimum drying time of gummy confections based on their mechanical properties [online]. 2015 [cit. 2020-05-17]. Dostupný z WWW: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19476337.2014.974676>
- [20] International Food Research Journal – Properties of chicken head gelatins as affected by extraction method [online]. 2019 [cit. 2020-05-18]. Dostupný z WWW: [http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20\(02\)%202019/\(15\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20(02)%202019/(15).pdf)
- [21] EDWARDS, W.P. The Science of sugar confectionery. Essex, 2000, 158s. ISBN: 0-85404-593-7
- [22] HAGHI, A.K. Food Science – Research and Technology. Mottréal, 2012. 127s. ISBN: 978-1-4665-6004-8

SEZNAM ZKRATEK

Tzv. Takzvaně

Např. Například

Smodch. Směrodatná

Cit. Citováno

Viz. Vidět

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kuřecí želatina vyrobená na UTB.....	20
Obrázek 2: Zjednodušený diagram výroby želatinové hmoty	27
Obrázek 3: Dřevěné kárátko s vtisknutou a naplněnou formou.....	28
Obrázek 4: Vzorky vyrobených želatinových cukrovinek, zleva kuřecí, vepřová hovězí	34
Obrázek 5: Tvar želatinové cukrovinky pro pokus.....	34

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Úprava surových materiálů.....	19
Tabulka 2: Penetrace želé z želatiny živočišného původu.....	35
Tabulka 3: Penetrace rostlinného želé	35
Tabulka 4: Střih želé z želatiny živočišného původu	36
Tabulka 5: Střih rostlinného želé	37
Tabulka 6: Penetrace želé z želatiny živočišného původu.....	37
Tabulka 7: Penetrace rostlinného želé	38
Tabulka 8: Střih želé z želatiny živočišného původu	38
Tabulka 9: Střih rostlinného želé	39