

# Vliv obsahu banánové mouky na vlastnosti mléčných dezertů

Eliška Jarošová

---

Bakalářská práce  
2022

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Eliška Jarošová  
Osobní číslo: T19106  
Studijní program: B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin  
Specializace: Technologie potravin  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Vliv obsahu banánové mouky na vlastnosti mléčných dezertů

## Zásady pro vypracování

### I. Teoretická část

1. Charakterizujte rod *Musa*, podrobněji se zaměřte na zeleninové banány.
2. Popište význam vlákniny ve výživě člověka.
3. Popište výrobu mléčných výrobků, ve kterých se využívá škrob jako surovina, a popište technologické řešení obohacení mléčných výrobků o vlákninu.

### II. Praktická část

1. Vyroberte mléčné dezerty s různým zastoupením banánové mouky.
2. Sledujte vybrané vlastnosti modelových vzorků mléčných dezertů.
3. Vyhodnotte a porovnejte sledované parametry modelových vzorků, diskutujte je s literaturou a vyvodte závěr.

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] SIDHU, Jiwan S a Tasleem A ZAFAR. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. *Food Quality and Safety*. 2018, 2(4), 183-188
- [2] HOSSEINIAN, Farah. *Dietary fibre functionality in food & nutraceuticals: from plant to gut*. Hoboken, NJ: John Wiley, 2017. ISBN 978-1-119-13805-1
- [3] CHANDAN, Ramesh C., Arun KILARA a Nagendra P. SHAH. *Dairy processing and quality assurance*. Second edition. Hoboken, NJ, USA: Wiley Blackwell, 2016. ISBN 978-1-118-81031-6

**Vedoucí bakalářské práce:** **doc. Ing. Vendula Pachlová, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

**Datum zadání bakalářské práce:** **31. prosince 2021**  
**Termín odevzdání bakalářské práce:** **20. května 2022**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 25. února 2022

## **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**

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo posoudit vliv obsahu banánové mouky na vlastnosti mléčných dezertů. Bylo vyrobeno 10 šarží mléčných dezertů, které se od sebe odlišovaly obsahem banánové mouky. U vyrobených mléčných dezertů se po 24 hod a 28 dnech od výroby provedlo stanovení vodní aktivity, pH, obsahu sušiny, test stability, reologické vlastnosti a texturní vlastnosti. Z výsledků lze vyvodit, že koncentrace banánové mouky neměla vliv na vodní aktivitu vzorků a pH mléčných dezertů bylo výrazně vyšší u vzorků po 28. dni skladování. Obsah sušiny vzorků klesal s klesajícím obsahem banánové mouky a v průběhu skladování byla pozorována u vzorků synereze. Stabilita mléčných dezertů obecně klesala se snižujícím se obsahem banánové mouky. Koncentrace banánové mouky výrazně ovlivnila reologické a texturní vlastnosti mléčných dezertů. Mléčné dezerty vykazovaly elastický charakter potraviny a s rostoucí dobou skladování zvyšovaly svoji tuhost. Tvrdost mléčných dezertů klesala s klesajícím obsahem banánové mouky v surovinové skladbě vzorků.

**Klíčová slova:** mléčné dezerty, banánová mouka, vláknina, škrob

## **ABSTRACT**

The main objective of this bachelor thesis was to assess the effect of banana flour content on the properties of dairy desserts. Ten batches of dairy desserts were produced which differed from each other in banana flour content. Water activity, pH, dry matter content, stability test, rheological properties and textural properties were determined for the produced dairy desserts after 24 h and 28 days after production. From the results it can be concluded that the concentration of banana flour did not affect the water activity of the samples and the pH of the milk desserts was significantly higher in the samples after 28 days of storage. The dry matter content of the samples decreased with decreasing banana flour content and syneresis was observed in the samples during storage. The stability of the dairy desserts generally decreased with decreasing banana flour content. Banana flour concentration significantly affected the rheological and textural properties of the dairy desserts. The dairy desserts exhibited an elastic food character and increased their stiffness with increasing storage time. The hardness of the dairy desserts decreased with decreasing banana flour content in the raw material composition of the samples.

Keywords: dairy desserts, banana flour, fiber, starch

Ráda bych poděkovala mé vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vendule Pachlové, Ph.D., za její odborné vedení, cenné rady, připomínky, trpělivost, vstřícnost a čas, který mi věnovala během zpracování této bakalářské práce.

Dále bych také chtěla poděkovat mé rodině, za veškerou podporu ve studiu.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 ROD <i>MUSA</i></b> .....	<b>12</b>
1.2 POPIS ROSTLINY .....	13
1.3 VLIV NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA .....	13
1.3.1 Antioxidační látky v plodech banánovníku .....	14
1.3.2 Karotenoidy .....	15
1.3.3 Fenolické látky .....	15
1.3.4 Biogenní aminy .....	16
1.3.5 Fytosteroly .....	16
1.4 PLANTAIN .....	17
1.4.1 Původ .....	17
1.4.2 Využití .....	18
<b>2 VLÁKNINA VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA</b> .....	<b>19</b>
2.1 DĚLENÍ VLÁKNINY .....	19
2.1.1 Rozpustná vláknina .....	20
2.1.2 Nerozpustná vláknina .....	20
2.2 HLAVNÍ SLOŽKY VLÁKNINY .....	22
2.2.1 Celulóza .....	22
2.2.2 Hemicelulózy .....	23
2.2.3 Pektiny .....	23
2.2.4 Lignin .....	24
2.2.5 Kutin .....	25
2.2.6 Inulin .....	25
2.2.7 Rostlinné gummy a slizy .....	25
2.3 HLAVNÍ ZDROJE VLÁKNINY .....	26
2.3.1 Obiloviny a luštěniny .....	26
2.3.2 Ovoce a zelenina .....	28
2.4 VLIV NA LIDSKÝ ORGANISMUS .....	31
2.4.1 Metabolické účinky vlákniny .....	32
2.4.2 Příjem vlákniny .....	33
2.5 STANOVENÍ VLÁKNINY .....	33
<b>3 MLÉČNÉ VÝROBKY SE ŠKROBEM</b> .....	<b>34</b>
3.1 VLASTNOSTI ŠKROBU .....	34
3.1.1 Bobtnání škrobového zrna .....	34
3.1.2 Mazovatění škrobu .....	35
3.1.3 Pevný gel .....	35
3.1.4 Retrogradace .....	35
3.2 VÝROBA MLÉČNÝCH VÝROBKŮ OBOHACENÝCH O ŠKROB .....	36



3.2.1	Sýry.....	36
3.2.2	Jemné mražené mléčné výrobky .....	36
3.2.3	Pudinky .....	36
3.3	VLÁKNINA V MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH .....	37
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>CÍL PRÁCE.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>METERIÁL A METODY.....</b>	<b>41</b>
5.1	SUROVINY A LABORATORNÍ POMŮCKY .....	42
5.2	VÝROBA MLÉČNÝCH DEZERTŮ .....	42
5.3	ANALÝZA MLÉČNÝCH DEZERTŮ .....	43
5.3.1	Stanovení vodní aktivity .....	43
5.3.2	Stanovení pH.....	44
5.3.3	Stanovení obsahu sušiny .....	44
5.4	TEST STABILITY.....	44
5.5	DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE .....	45
5.6	TEXTURNÍ VLASTNOSTI VÝROBKU.....	46
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>47</b>
6.1	ANALÝZA MLÉČNÝCH DEZERTŮ .....	47
6.1.1	Stanovení vodní aktivity .....	47
6.1.2	Stanovení pH.....	48
6.1.3	Stanovení obsahu sušiny .....	48
6.2	TEST STABILITY.....	49
6.3	DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE .....	50
6.4	TEXTURNÍ VLASTNOSTI VÝROBKU.....	60
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>70</b>

## ÚVOD

Konzumace ovoce, zeleniny a výrobků z nich má pozitivní vliv na celkový zdravotní stav člověka. Na trhu už se neobjevují pouze dříve běžně dostupné druhy banánů (ovocné banány), ale také tzv. planteinové (zeleninové) banány, které jsou určeny převážně ke kulinárnímu použití. Oproti ovocným banánům se z výživového hlediska vyznačují především vyšším obsahem vlákniny a škrobu a zároveň nižším obsahem cukru. Plantain nemá využití pouze v gastronomii, kdy z něj lze vyrobit přílohu k hlavnímu chodu nebo pivo, ale také v průmyslovém odvětví, kde se využívají především jeho listy. Díky pevným planteinovým vláknům z nich lze vyrobit rohože, pytle nebo manilské plátno.

Denní doporučený příjem vlákniny je 30 g na den, avšak v dnešní době jen málo lidí toto množství vlákniny za den zkonzumuje [1]. Funkcí vlákniny je vázat škodlivé látky, včetně těch karcinogenních, a odvádět je z těla pryč, má pozitivní vliv na spoustu civilizačních chorob, je doporučována jako prevence proti srdečním chorobám, má pozitivní účinek na mikroflóru tlustého střeva, což působí proti rakovině tohoto orgánu a spoustu dalších příznivých účinků na zdravotní stav člověka.

Obecnou vlastností škrobu je bobtnání škrobového zrna, mazovatění, vznik pevného gelu při ochlazování a retrogradace. Díky obsahu škrobu v banánové mouce lze tyto vlastnosti využít např. při výrobě mléčných dezertů vyrobených právě z banánové mouky. Na trhu se objevuje velké množství mléčných dezertů, které se vyrábějí např. z rýže, krupice nebo ovsa. Mléčné dezerty s banánovou moukou by mohly také najít na trhu své uplatnění, nejen kvůli zmiňovanému obsahu vlákniny.

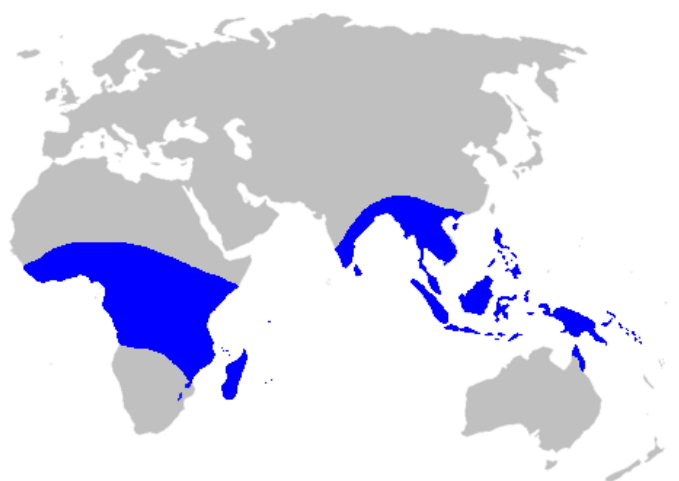
Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv obsahu banánové mouky na vlastnosti mléčných dezertů a sledovat vybrané vlastnosti modelových vzorků. Práce je rozdělena do šesti kapitol. První část se věnuje rodu *Musa*, vláknině ve výživě člověka a škrobu. Druhá část, tedy praktická, se zabývá výrobou mléčných dezertů a jejich analýzou a na závěr diskuzí výsledků.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ROD *MUSA*

### 1.1 Původ

I přesto, že banán pochází z Indomalajsie a Austrálie, byla Papua – Nová Guinea první, která toto ovoce domestikovala. Mapa původu banánů viz *Obrázek 1*. V dnešní době se banán rozšířil už téměř do 135 zemí světa. Skoro 28 % celkové světové produkce banánu podle údajů z roku 2016 se připisuje Indii a Číně [2].



*Obrázek 1 Původ rodu Musa [3]*

Banánovník se přirozeně vyskytuje v oblasti tropů a subtropů [4]. Taxonomicky se řadí do čeledi banánovníkovitých, *Musaceae* [5]. Doposud bylo popsáno kolem 75 druhů banánovníku. V rámci rodu jsou tyto druhy rozděleny do dvou skupin, a to *Musa* a *Callimusa*, které se od sebe liší v počtu chromozomů. *Musa* má základní chromozomové číslo  $x = 11$ . Do této skupiny se řadí převážná většina jedlých typů banánovníku a jejich planých diploidních předchůdců. Skupina *Callimusa* má základní chromozomové číslo  $x = 10$  nebo  $x = 9$  [4].

Některé druhy rodu *Musa* mohou růst v různých nadmořských výškách, např. *Musa basjoo* dokáže odolávat i teplotám pod bodem mrazu. Banánovníky, jež nesou bezsemenné plody, tvoří v tropických a subtropických oblastech světa jednu z nejdůležitějších plodin. Banány tvoří podstatnou část výživy mnoha milionů obyvatel [4].

Mimo známých sladkých banánů se ve velkém množství pěstují škrobové banány, které se musejí před konzumací tepelně upravit nebo se z nich pomocí fermentace připravuje

banánové pivo. Roční spotřeba škrobových banánů se v zemích východní Afriky pohybuje kolem 250 – 400 kg na osobu. Banánovníky nejsou pouze zdrojem banánů, ale jsou vhodné pro získávání kvalitních vláken. Místo talířů slouží listy, které jsou vhodné i jako krmivo pro hospodářská zvířata. Pro svoje panašované listy a rozmanitost v barevnosti květenství se jako okrasná rostlina využívá především druh *Musa ornata* [4].

## 1.2 Popis rostliny

*Musa* je největší bylina na světě. Rostlina vyrůstá z jednoduché cibule. Pro svoji výšku a masivní tvar bývá často chybně označována za strom. Banánovník nemá kmen, ale falešný stonek zvaný pseudostem. Tato jednoděložná bylina dosahuje do výšky 3 – 7 m. Avšak některé druhy rodu *Musa* mohou dosahovat až do výšky 15 m. Listy, které jsou spirálovitě uspořádány, jsou velice křehké a mohou růst až do délky 2,7 m a do šířky 60 cm. Díky své křehkosti se ve větru snadno roztrhají a tím vzniká jejich klasický vějířovitý vzhled. Kolem stonku vytváří řapík pouzdro a čím více pouzder, tím je stabilita stonku lepší [6].

Květenství, nebo také květový hrot, se začne utvářet ve chvíli, kdy je banánovník zralý a cibule přestane produkovat nové listy. Květový hrot roste uvnitř pseudostemu a nezralý se postupně objeví na vrcholu. Na každém falešném stonku roste jedno květenství, které se někdy nazývá srdce banánovníku. Rostlina je klasifikována jako trvalka, neboť hlavní stonek po oplození odumírá a postranní výhonky se rozvíjejí z báze rostliny a rostou dále [6].

## 1.3 Vliv na zdraví člověka

Je obecně znám vliv konzumace ovoce a ovocných výrobků na celkový zdravotní stav člověka. USDA (Ministerstvo zemědělství Spojených států amerických) doporučuje zařadit do jídelníčku ovoce a zeleninu pro podporu zdravého životního stylu. Americké ministerstvo zemědělství doporučuje denně pět porcí ovoce, aby bylo možné získat většinu zdraví prospěšných látek. Mezi prospěšné látky patří dostatečný přísun vlákniny, vitaminů (kyselina askorbová, kyselina listová), prekurzoru vitamínu A ( $\beta$ -karoten), minerálních látek (draslík, hořčík, železo a vápník) a mnoho dalších pro nás důležitých fotochemikálií, které jsou známy pro své silné antioxidační vlastnosti [2].

Konzumace ovoce snižuje riziko různých chronických onemocnění, a to srdeční choroby, mozkové mrtvice, gastrointestinální poruchy, některé druhy rakoviny, hypertenze,

věkem podmíněné makulární degenerace, šedý zákal, kožní onemocnění, snížení hladiny LDL a zlepšení imunitních funkcí [2].

Ovoce se dělí podle původu a teploty v oblasti produkce na ovoce mírného pásma, subtropické a tropické ovoce. Banán se řadí mezi tropické, jelikož roste hojně v oblasti tropických deštných lesů. Jednou ze zajímavostí banánových plodů je, že jejich dužina je bohatá nejen na škrob, který se při dozrávání mění na cukry, ale jsou také dobrým zdrojem rezistentního škrobu [2].

Tabulka 1 Chemické složení plodů sladkých banánů na 100 g [2]

<b>Chemické složky</b>	<b>Množství</b>
energie	371 kJ / 89 kcal
voda	74,91 g
sacharidy	22,84 g
cukry	12,23 g
vláknina	2,6 g
vitaminy	
kyselina pantotenová (B5)	0,344 mg
pyridoxin (B6)	0,4 mg
cholin	9,8 mg
kyselina askorbová (vitamin C)	8,7 mg
minerální látky	
hořčík	27 mg
fosfor	22 mg
draslík	358 mg
sodík	1 mg
zinek	0,15 mg

### 1.3.1 Antioxidační látky v plodech banánovníku

Reaktivní formy kyslíku (ROS – Reactive Oxygen Species) a dusíku (RNS – Reactive Nitrogen Species), mezi které se řadí např. hydroxylové radikály, superoxidové ionty, radikály oxidu dusnatého, singletový kyslík a peroxid vodíku, se podílejí na vzniku mnoha nemocí, jako je cukrovka, artritida, arterioskleróza, věkem podmíněná makulární degenerace, určité typy rakoviny, záněty, genotoxicita nebo Alzheimerova choroba. Příčinou

těchto nemocí jsou reakce ROS a RON s biomolekulami – lipidy, proteiny a DNA. Přesný mechanismus reakcí ale není znám [7].

Konzumací potravin se složkami s antioxidační aktivitou lze dosáhnout snížení těchto nežádoucích účinků na lidský organismus. Banánový oddenek je bohatým zdrojem několika sloučenin s antioxidačními aktivitami, kterými jsou polyfenolické látky [7]. Antokyany by se mohly používat z banánových kvítků jako přírodní barviva [8]. Banánová dužina, pseudostonek a slupka jsou dobrým zdrojem antioxidantů. Byl u nich zjištěn vyšší obsah bioaktivních sloučenin – karotenoidy, polyfenoly, flavonoidy, celková dietní vláknina, nerozpustná dietní vláknina, lignin, hemicelulóza, celulóza, aminy, vitamin C a E s antioxidanty, které jsou velmi přínosné pro lidské zdraví. Z minerálních látek jsou zastoupeny v banánu draslík a zinek [2].

### 1.3.2 Karotenoidy

Mezi karotenoidy obsažené v banánových plodech se řadí  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten a  $\beta$ -kryptoxantin, jedná se o provitaminovou formu. Silnými antioxidanty jsou lykopen a lutein [9]. Lykopen je znám ochranou proti rakovině prostaty u mužů a lutein obsahuje lidskému zdraví prospěšné látky, které zabraňují vzniku podmíněné makulární degeneraci [10].

Konzumace ovoce bohatého na karotenoidy posiluje imunitu a snižuje riziko různých nemocí, jako je rakovina nebo kardiovaskulární choroby [11]. Vážný nedostatek vitamínu A u chudého obyvatelstva světa by mohl být zmírněn konzumací banánů [12].

### 1.3.3 Fenolické látky

Fenolické látky obsažené v banánových plodech jsou hlavními bioaktivními sloučeninami, které mají antioxidační vlastnosti a poskytují zdraví prospěšné látky. V banánech byly identifikovány různé fenolické látky. Mezi tyto látky patří kyselina gallová, katechin, epikatechin, třísloviny a antokyany. Oddenek banánovníku je velmi bohatý na fenolické látky, proto se využívá jako potravina pro léčivé vlastnosti v jižní Indii [13]. Banánová slupka je také bohatým zdrojem fenolických sloučenin. Většina fenolických látek je známa díky svým antibakteriálním, antivirovým, protizánětlivým, antialergickým, antitrombotickým a vazodilatačním účinkům [14].

Celkový obsah fenolických a minerálních látek v dužině a slupce osmi odrůd *Musa* spp. pěstovaných v Malajsii měly až na pár výjimek extrakty ze slupek vyšší celkové

fenolické a antioxidační vlastnosti než dužina. V obou extraktech byl hlavním minerálním prvkem zjištěn draslík, následován fosforem, hořčíkem a sodíkem [15].

Fenolické látky mají spoustu zdravotních účinků. Ve vodném extraktu nezralé banánové dužiny byly prokázány jako převládající fenolické látky flavonoid a leukokyanidin, které vykazovaly významnou antiulcerogenní aktivitu (zabraňují vzniku vředů) [16]. Takto bylo zjištěno více flavonoidů, zejména analogů leukokyanidinu, které mohou nabízet velké množství účinných látek, např. terapeutický potenciál při léčbě žaludečních onemocnění [17].

Díky svým antioxidačním a chelatačním vlastnostem přináší konzumace flavonoidů řadu zdravotních účinků. Vykazují tak antimutagenní a protinádorovou aktivitu [18]. Protože se flavonoidy oxidují přednostně, zabraňují tak oxidaci přirozených antioxidantů rozpustných ve vodě, jako je např. kyselina askorbová [2]. Seymour [19] uvádí, že banánová slupka je velmi bohatým zdrojem na mnoho vysoce prospěšných látek, a to zejména na antioxidační fotochemikálie, kterými jsou antokyany, delfinidin a kyanidiny.

#### 1.3.4 Biogenní aminy

Je známo, že banánová slupka a dužina jsou dobrým zdrojem některých biogenních aminů (katecholaminů), jenž vznikají dekarboxylací biogenních aminů, aminokyselin nebo aminací aldehydů a ketonů. Katecholaminy se vyskytují ve velkém množství v rostlinách. Mezi katecholaminy se řadí dopamin, serotonin, adrenalin a noradrenalin [20]. Podle Kimura [21] u živočichů tyto biogenní aminy slouží jako neurotransmitery pro hormonální regulaci metabolismu glykogenu.

Serotonin obsažený v banánech vyvolává po konzumaci u člověka pocit pohody a štěstí. Dopamin má v lidském mozku a těle silný vliv na náladu a emoční stabilitu. Obsah dopaminu v banánech postupem zrání klesá [2].

#### 1.3.5 Fytosteroly

Fytosteroly jsou přirozeně se vyskytující rostlinné steroly. Pozornost výrobců potravin získaly díky tomu, že pomocí nich lze vyrobit funkční potraviny. Kvůli struktuře, která je podobná cholesterolu, se vstřebávají ve střevech a snižují hladinu cholesterolu v krvi [22]. Zdravotníci doporučují konzumaci potravin bohatých na rostlinné steroly ke snížení hladiny LDL cholesterolu [23]. Akihisa a kol. [24] prokázali, že plody banánů obsahují velké množství fytosterolů nejen v dužině, ale i ve slupce.



## 1.4 Plantain

Tropické ovoce plantain, též zeleninový banán, je plod banánovníku odrůdy *Musa*, viz *Obrázek 2* [25]. Oproti jiným druhům banánů je větší, jeho velikost je až 30 cm, má tužší žlutou nebo oranžovo-žlutou slupku [25][26]. Velký význam tohoto rodu spočívá v používání nezralých plodů jako potravin a o něco menší míře zralých plodů jako banánů. Nezralé plody banánů jsou bohaté na škrob, který se mění na cukr. Až tepelná úprava přemění velké množství škrobu na cukr a změní chuť zeleninových banánů. Pro obyvatele v mnoha částech tropů jsou stejně tak důležité, jako obiloviny pro obyvatele chladnějších oblastí. Severní hranice pěstování této odrůdy je na Floridě, Kanárských ostrovech, v Egyptě, jižním Japonsku, jižní hranice v Natalu a jižní Brazílii. Nejčastěji používanými plody jsou *Musa paradisiaca*, kterých se pěstuje obrovské množství odrůd a forem. Poddruh *sapientum*, který byl dříve považován za samostatný druh, *Musa sapientum*, je zdrojem plodů, které se v Anglii konzumují syrové. Kdežto název plantain se dává formám samotného druhu, které vyžadují vaření. Tento druh pochází nejspíše z Indie a jižní Asie [25].



*Obrázek 2 Plantain* [27]

Dalšími druhy jsou *Musa acuminata* pěstované na Malajském souostroví, *M. fehi* na Tahiti a *M. cavendishii*, tzv. čínský banán, který má tenčí slupku a vyskytuje se v chladnějších zemích [25].

### 1.4.1 Původ

Plantain znali a jedli lidé v některých částech Asie zřejmě už v 6. století před naším letopočtem [26]. Pro obyvatele východní a střední Afriky a Asie je tato potrava velice důležitá [4]. Zeleninové banány jsou dostupné po celý rok a jejich původ je v Indii a jihovýchodní Asii. Velké plantainové listy se v některých zemích používají jako talíře [6].

### 1.4.2 Využití

Plody jsou nejdříve zelené, mají škrobovou, bramborovou a natrpklou chuť, proto nejsou vhodné ani na vaření. Postupem zrání žloutnou a začínají se na nich objevovat černé skvrny, které jsou známkou, že je lze po tepelné úpravě konzumovat. Bez tepelného zpracování se dají jíst, když jsou úplně černé, černá barva značí, že jsou zcela zralé [6]. Plantain se od ovocných banánů odlišuje hlavně nižším obsahem cukru a zároveň vyšším obsahem vlákniny [27].

V gastronomii mají plantain široké uplatnění. V Africe a Karibiku je velmi oblíbená kaše zvaná fufu, připravovaná ze zralého banánu. Zralý banán lze smažit, vařit, péct, restovat, sušit nebo mlít na mouku. V afrických zemích z nich vaří i pivo. Populárním pokrmem jsou křupavé chipsy připravené z nakrájených proužků a usmažením. Bývají také oblíbenou přílohou k masu, rýži nebo přísadou do polévek a dušených pokrmů [26]. Obecně se používají podobně jako brambory díky slabé nebo nevýrazné chuti. Ve východní Africe a dalších zemích se z plodů připravuje omamný nápoj. Jako potravina se v Habeši používají kořeny, které jsou před obdobím květu měkké a plné škrobu [25].

Průmyslové využití mohou mít listy. Plantainová vlákna jsou lepší než vlákna z banánů ovocných. Velice často se využívají k balení. Rohože a pytle se pletou z listů nakrájených na proužky. Ty nejjemnější se využívají na cigaretové papírky. Cenným vláknem, z kterého se vyrábí nejlepší manilské plátno jsou zralé listy několika druhů banánů. Z těchto vláken se vyrábí také kabelky [25][28]. V Indii ve městě Karella se z rozdrcených, omytých a usušených banánových stonků, ze kterých se získává 48 – 51 % nebělené buničiny, vyrábí papír kraftového typu s velmi dobrou pevností. Kvalitní papír se vyrábí kombinací banánových vláken se slupkami betelových ořechů [29].

I když čeleď banánovníkovitých je spíše zajímavá pro své živiny, než pro léčivé účinky, využívá se kořen banánovníku jako anthelmintikum (látka působící proti parazitickým červům). Šťáva z banánovníku slouží jako protilátka proti hadímu uštknutí [25].

## 2 VLÁKNINA VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

Dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, Příloha I si lze pod pojmem vláknina představit uhlovodíkové polymery, které se skládají ze tří nebo více monomerních jednotek a nejsou tráveny ani vstřebávány tenkým střevem v lidském organismu. Obecně se uhlovodíkové polymery rozdělují do tří skupin. První skupinu tvoří jedlé uhlovodíkové polymery, jejichž přirozené prostředí je v přijímané potravě. Ve druhé skupině jsou jedlé uhlovodíkové polymery, které se získávají z potravinových surovin pomocí fyzikálních, enzymatických nebo chemických prostředků, a které mají prospěšný fyziologický účinek a do třetí kategorie se řadí jedlé syntetické uhlovodíkové polymery [30].

Vláknina je přirozenou, nezbytnou a nestravitelnou složkou potravy a je tvořena celulózą, hemicelulózą, pektiny, ligninem, gumou, slizy a dalšími látkami jako jsou vosky, kutiny, taniny, saponiny apod. [30]. Vláknina je tvořena primárně sacharidy. Další složku vlákniny tvoří organické látky, které jsou však z důvodu absence trávicích enzymů v lidském organismu nestravitelné. Z chemického hlediska jsou nejdůležitějšími organickými látkami celulóza, hemicelulóza, pektin a lignin [31].

### 2.1 Dělení vlákniny

Od roku 1980 se vláknina primárně dělí podle rozpustnosti ve vodě na dvě skupiny, a to na rozpustnou a nerozpustnou vlákninu [32]. Rozpustnost polysacharidů udává relativní stabilita uspořádaných a neuspořádaných forem. Pokud jsou molekuly polysacharidové formy pravidelně uspořádány do krystalické struktury, tak polymer vykazuje energetickou stabilitu spíše v pevné hmotě než v roztoku, proto lineární polysacharidy (např. celulóza) nejsou rozpustné a polysacharidy s nepravidelně uspořádanou strukturou jsou rozpustné [34].

Vláknina bývá často spojována s celou řadou žádoucích fyziologických účinků, které pozitivně ovlivňují lidské zdraví. Rozpustná vláknina hraje důležitou roli při prevenci závažných problémových onemocnění posledních let jako je obezita, rakovina tlustého střeva nebo kardiovaskulární choroby. Oproti tomu nerozpustná vláknina, tedy hlavně celulóza, pomáhá při průchodu potravy zažívacím ústrojím a působí kladně při prevenci proti zácpě [33].

### 2.1.1 Rozpustná vláknina

Rozpustná vláknina je složena z pektinu, hemicelulóz, glukánů, kyseliny guarové, inulinu a dalších látek. Rozpustná vláknina vykazuje vysokou absorpci vody, a proto je náchylná k bobtnání [32]. Má také pozitivní účinky na vstřebávání sacharidů a metabolismus cholesterolu, protože je schopna vázat cholesterol a žlučové kyseliny, čímž dochází ke snižování cholesterolu v krvi. Mezi nevýhody rozpustné vlákniny patří její negativní vliv při vstřebávání vitaminů a minerálních látek [35][36]. Rozpustná vláknina také slouží ke snižování kyselého prostředí v žaludku a ke zpomalování jeho vyprazdňování, vyvolání pocitu plnosti žaludku a celkové sytosti. Má probiotické a ochranné účinky na sliznici zažívacího traktu (dochází ke zvlhčení sliznice) [32].

Rozpustnou vlákninu lze přijímat převážně z luštěnin, obilovin (oves, žito a ječmen), ovoce (jablka, banány a bobuloviny), nebo listové a kořenové zeleniny (brokolice, mrkev, řepa). Ze dvou třetin rozpustnou vlákninou jsou tvořena semena jitrocele indického, který je znám také pod pojmem psyllium. Rozpustnou vlákninu je možné najít v mořských řasách, rostlinné gumě a v některých  $\beta$ -glukanech hub [32]. Obsah rozpustné vlákniny ve vybraných potravinách viz Tabulka 2.

### 2.1.2 Nerozpustná vláknina

Nerozpustnou vlákninou se rozumí komplex chemických sloučenin a je složena z celulózy, některých hemicelulóz, ligninu, chitinu, chitosanů a vosků. Pozitivně ovlivňuje střevní peristaltiku a zvyšuje obsah v gastrointestinálním traktu, proto navozuje pocit sytosti [1][24][32]. Na rozdíl od rozpustné vlákniny absorbuje vodu jen minimálně. Její primární funkcí je zachovat optimální prostředí bakteriální flóry v tlustém střevě a působit při prevenci rakoviny tlustého střeva, další funkcí je zabránění zácpě [32][36].

Nerozpustná vláknina je obsažena v otrubách obilovin a kukuřice, ořechách, semenech, celozrnných potravinách, zelenině (zelené lusky, květák, kořenová zelenina, řepa apod.), v buněčných stěnách mikroorganismů a hub. U ovoce se vyskytuje převážně ve slupce, lze ji najít u hrušek, jablek, jahod, malin, banánů a v avokádu [32][37]. Obsah nerozpustné vlákniny ve vybraných potravinách viz Tabulka 2.

Tabulka 2 Obsah rozpustné a nerozpustné vlákniny v potravinách [38]

potravina	vláknina (% sušiny)	
	rozpustná	nerozpustná
<b>cereální výrobky</b>		
pšeničná mouka bílá	2,0	1,2
pšeničná mouka celozrnná	2,6	7,7
chléb pšeničný	1,6 – 2,7	1,1 – 2,9
chléb žitný	6,7	6,6
kukuřičné lupínky	0,2 – 0,4	0,5
<b>ovoce</b>		
jablka	5,6 – 5,8	7,2 – 7,5
broskve	4,1 – 7,1	3,4 – 6,4
jahody	5,1 – 7,7	6,8 – 10,6
pomeranče	6,5 – 9,8	3,9 – 5,2
<b>zelenina</b>		
mrkev	4,4 – 14,9	10,4 – 11,1
zelí	13,5 – 16,6	4,2 – 20,8
rajčata	0,8 – 3,5	3,2 – 12,8
zelený hrášek	5,9	15,0
<b>luštěniny</b>		
fazole	7,2 – 12,4	9,1 – 9,6
<b>brambory</b>		
syrové	2,8 – 3,5	2,4 – 3,2
vařené	4,8	2,5

## 2.2 Hlavní složky vlákniny

Rostlinná buňka je ohraničena komplexní skupinou vysokomolekulárních látek, které se říká buněčná stěna. Buněčná stěna je tvořena celulórou, hemicelulórou, pektiny, ligninem, kutinem, inulinem, rostlinnými gumami a slizy [32].

### 2.2.1 Celulóza

Celulóza je nejrozšířenější přírodní vysokomolekulární polymer na Zemi a je základním strukturním polysacharidem buněčných stěn vyšších rostlin [39]. Celulózu tvoří glukózové jednotky spojené pomocí  $\beta$ -(1,4)-glykosidických vazeb, které jsou uspořádané do lineárních řetězců [40][41]. Jednotlivé molekuly celulózy tvoří paralelně uspořádané celky 50 – 60 molekul spojných do pevných svazků, které se nazývají mikrofibrily. V některých případech může dojít ke spletní mikrofibril do tvaru připomínající provaz a k vytvoření tzv. makrofibrily. Vlastnosti celulózy jsou ovlivněny délkou řetězce a stupněm polymerace [41].

Celulóza je hydrofobní, nemá chuť a ani zápach. Celulóza je biodegradovatelná, což znamená, že je rozložitelná přírodními mechanismy. Tento děj je velice důležitý při koloběhu látek u přírodních ekosystémů. Oproti škrobu se celulóza vyznačuje vyšším stupněm krystalinity. V buněčných stěnách celulóza nevytváří samostatné fibrily, ale jejím spojením s dalšími biomolekulami dochází k vytvoření pevné matrice [41].

V potravinách je celulóza zastoupena ve formě nerozpustné vlákniny. V zelenině a ovoci se vyskytuje cca 1 – 2 %. V luštěninách a obilovinách je zastoupena zhruba ze 2 – 4 % a v otrubách dokonce až ze 30 – 35 %. Celulózu jsou schopny rozštěpit komplexy celulolytických enzymů (celulázy), které jsou přítomny v některých mikroorganismech, bakteriích, plísních a houbách. Trávicí trakt býložravců obsahuje symbiotické bakterie, které jsou celulolytické enzymy schopny přímo produkovat a celulóza je pro polygastrické živočichy využitelná. Celulóza je štěpena na glukózu, kterou bakterie fermentují na nižší mastné kyseliny, jež jsou absorbovány a využívány. Oproti tomu monogastriční živočichové, mezi které patří i člověk, postrádají celulolytické enzymy, a proto je pro ně celulóza nevyužitelná. I přesto je ale celulóza velmi důležitou a prospěšnou částí potravy, ze které odvádí nežádoucí složky, mezi které patří i cholesterol [41].

### 2.2.2 Hemicelulózy

Hemicelulózy jsou necelulózové polysacharidy v buněčných stěnách rostlin. Pod hemicelulózy spadají dvě hlavní skupiny polysacharidů, a to heteroglukany a heteroxylany [41]. Mezi hemicelulózy se řadí neškrobové polysacharidy nerozpustné ve vodě. Hemicelulózy patří mezi heteropolysacharidy s proměnnou strukturou, substitucí a s rozdílným počtem vedlejších řetězců. Molekuly jsou spojené různými druhy glykosidických vazeb a po spojení vytváří arabinoxylany, xyloglukany, galaktomanany a glukomanany. Oproti celulóze jsou molekuly mnohem kratší a jsou amorfní. V buněčných stěnách rostlin se mohou hemicelulózy vázat na celulózu, na které je navázán pektin a vytvářet tak příčné vazby mezi mikrofibrilami celulózy [42].

Až 50 % arabinoxylanů se vyskytuje v buněčných stěnách pletiv dřeva. Xyloglukany se nacházejí ve slupkách řepkového semene v množství 20 %, galaktomanany a glukomanany lze najít v semenech leguminóz (rostlinná bílkovina). Díky své specifické chemické a fyzikální struktuře má většina hemicelulóz antinutriční vlastnosti. Do této skupiny patří hlavně  $\beta$ -glukany, které mají lineární molekuly  $\beta$ -D-glukopyranózových jednotek spojených (1,3) a (1,4) vazbami a mohou být rozpustné, ale i nerozpustné ve vodě. Obsaženy jsou primárně v ovesných a ječmenných zrnech, a to hlavně v aleuronové vrstvě, v mikroskopickém množství je lze najít i v endospermu. Při spojení s vodou se podílí na vysoké viskozitě ovesných produktů. Kvůli stavebním jednotkám jsou arabinoxylany označovány jako pentózy. Základním řetězcem jsou molekuly  $\beta$ -D-xylopyranózy, na které jsou navázány vazbami (1,2) a (1,3) molekuly  $\alpha$ -L-arabinózy. Díky dobré schopnosti absorbovat vodu dokážou zvýšit svoji viskozitu. Arabinoxylany se pokládají za důležitý zdroj antinutriční aktivity pšenice, rýže a triticales. Antinutriční vlastnosti arabinoxylanů se využívají ve výživě monogastrických živočichů, kde jejich přítomností v trávicí soustavě dochází ke tvorbě gelu a ke zvýšení objemu střevního obsahu a viskozity. To také způsobují polysacharidy rozpustné ve vodě. Oproti tomu nerozpustné polysacharidy (např. xylany) vážou vodu, avšak nezvyšují svou viskozitu. Polysacharidy nerozpustné ve vodě snižují stravitelnost živin a využitelnost některých minerálních látek [42].

### 2.2.3 Pektiny

Pektiny jsou součástí pletiv vyšších rostlin, tvoří stěny buněk rostlin a mezibuněčných prostor. Patří do skupiny vysoce polydisperzních polysacharidů s různým složením. Vznikají hlavně v raném stádiu růstu, tedy ve chvíli, kdy roste velikost plochy

buněčných stěn. Ihned po vzniku dochází také k jejich ukládání. Na texturu ovoce a zeleniny má vliv přítomnost pektinů a jejich změn v průběhu fáze růstu, zrání, zpracování a následného skladování [41]. Pektiny obsahují většinou velké množství uronových kyselin a jejich derivátů, zejména kyselinu galakturonovou. Udává se, že podstatu pektinů tvoří kyselina pektinová, která vychází z D-galakturonových kyselin. V některých případech může dojít k tomu, že se na pektiny může vázat monosacharid xylóza a ramnóza. Ve starších rostlinných pletivech jsou pektiny zabudované do buněčných stěn a vytváří matici, ve které jsou obaleny mikrofibrily celulózy. Mnohdy jsou pektiny doplněny galaktany a arabany. Některé z pektinů jsou dobře rozpustné ve vodě, rozpustnost v ovocných plodech stoupá s dozráváním plodu [42].

Pektiny jsou pro lidský organismus velmi důležité, a to i přesto, že nemají energetickou hodnotu. Nejen že podporují střevní peristaltiku, ale zároveň tlumí hnilobné procesy ve střevech a urychlují jejich pohyb. Dále pak pektin spolu v kombinaci s vitamínem C pomáhá snižovat koncentraci cholesterolu a má příznivý účinek proti ateroskleróze. Další pozitivní vlastností pektinů je, že mají schopnost vázat škodliviny a bakterie a následně je vylučovat z těla. Pektiny se vyskytují hlavně v ovoci (jablka, švestky apod.) [42].

#### 2.2.4 Lignin

Lignin je po celulóze druhou nejčastější organickou sloučeninou na Zemi. Pod pojmem lignin se rozumí heterogenní skupina polymerizovaných aromatických alkoholů s esterifikovanými fenolovými karboxylovými kyselinami. Do těchto kyselin se řadí kyselina vanilinová, kumarová a felurová. Základ ligninů tvoří tři aromatické alkoholy kyseliny skořicové a další funkční aromatické sloučeniny, které společně tvoří síťový polykondenzát. Lignin je nepostradatelnou složkou v rostlinných krmivech, kde ovlivňuje jejich stravitelnost a využitelnost všech ostatních živin u přežvýkavců. Náleží k sekundárním metabolitům rostlin. Lignin jeví vysoký stupeň variability závisící na rostlinných druzích, pletivech a na typech buňky. Je velmi těžké definovat jeho chemickou strukturu. Lignin se začíná tvořit ve střední lamelle a není jasné, zda se ukládá v primárních nebo sekundárních buněčných stěnách. Poskytuje podporu a pevnost rostlinným buňkám vyšších rostlin. Od celulózy a hemicelulóz se lignin liší tím, že má silně hydrofobní vlastnosti. Díky tomu zabezpečuje vodotěsnost xylémových cév. Obsah ligninu v rostlinách a v krmivech je proměnlivý kvůli tomu, že obsah ligninu v buněčných stěnách



se zvyšuje s věkem rostlin. Dřevo jehličnanů obsahuje až 50 % ligninu, ovesné slupky okolo 14,8 %, slunečnicové výlisky cca 13,3 % a řepkové semeno pak kolem 13,2 % ligninu [42].

Lignin nepatří mezi sacharidy, i přesto je však považován za součást vlákninového komplexu. V malém množství tvoří vlákninu ovoce, zeleniny a obilovin. Je jednou z hlavních složek dřevních hmot, tvoří cca 25 % biomasy, podobně jako skořápky ořechů. Ve stěnách primárních buněk se lignin prakticky nevyskytuje. Avšak vysoký obsah ligninu je ve stěnách rostlinných buněk aleuronové a subaleuronové vrstvy obilovin (otruby), a to asi 8 % ligninu. Výluhem ze dřeva se lignin dostává i do lihovin, které zrají v dubových sudech [41].

### 2.2.5 Kutin

Základ kutinu tvoří polymery složené z lineárních uhlovodíků, jejichž délka řetězce je C16 a C18 a jsou na ně navázány různé deriváty. Jde o polymerní materiál. Tvoří jednu z hydrofobních vrstev kutikuly. Kutin lze najít u rostlin, a to v různých částech. Plní mnoho funkcí, konkrétně v obalových vrstvách semen zajišťuje funkci ochrannou [38][41].

### 2.2.6 Inulin

Inulin je polysacharid tvořený molekulami fruktózy. Lze ho rozložit hydrolýzou. Inulin lze nalézt v topinamburech a v čekance. Pro svoji lehkou stravitelnost se využívá jako sladidlo pro diabetiky nebo jako doplněk stravy do nealkoholických nápojů (čaje, džusy), pudingů, jogurtů, anebo polévek [4].

### 2.2.7 Rostlinné gummy a slizy

Rostlinné gummy jsou vysoce hydrofilní polysacharidy. Jejich struktura je polydisperzní a větvená. I přesto, že se v případech nízkomolekulárních frakcí jedná o pravé roztoky, řadí se rostlinné gummy mezi hydrokoloidy. Z některých rostlin se rostlinné gummy vylučují mechanickým poškozením nebo patologickými změnami rostlin. Do skupiny rostlinných gum se někdy zařazují guarová, lokusová a konjaková guma, což jsou neškrobové zásobní polysacharidy hlíz a semen [38][41].

Rostlinné slizy jsou stejně jako rostlinné gummy neškrobové polysacharidy rozpustné ve vodě. Při nabobtnání tvoří hmotu slizovitého charakteru. Jde o makromolekuly polysacharidů na bázi pentóz (xylóza a arabinóza), čistých pentózanů nebo určitých glykoproteinů. Slizy jsou polyfunkční a jsou součástí buněčných stěn a buněčného obsahu.

Slizy v podobě pentózanů rozpustných ve vodě se zúčastňují metabolismu. Je prokázána existence pentózanů, které mají podobnou strukturu jako slizy a nacházejí se v semenech lnu. Semena lnu totiž uvolňují slupkou sliznaté gumy, které pracují na principu kapsle, které postupně vylučují sliznaté gumy, jež následně fungují jako střevní lubrikant. Tyto sliznaté gumy poté pokrývají sliznici a slouží k absorpci toxinů ze zažívacího traktu. Při odtučňovacích a léčebných dietách slizy znemožňují hromadění toxických látek v žaludku. Slizy také příznivě působí při akutních zánětech žaludku a způsobují projímavost [1][39][42].

## 2.3 Hlavní zdroje vlákniny

Vláknina je z největší části obsažená v celozrnných obilovinách, proto by měly dle doporučení tvořit zhruba 50 % naší stravy [32]. Hlavním zdrojem nerozpustné vlákniny jsou celozrnné obiloviny (otruby), dále pak zelenina, ovoce a salát. Rozpustná vláknina je nejvíce zastoupena v ovoci, obilovinách, luštěninách a guarové gumě [35]. Obsah vlákniny ve vybraných potravinách viz Tabulka 3.



Obrázek 3 Potraviný s vysokým obsahem vlákniny [43]

### 2.3.1 Obiloviny a luštěniny

Obiloviny mají celosvětově významný vliv na výživovou bilanci lidské populace. Je to způsobeno i faktem, že oproti ostatním zemědělským produktům nachází obiloviny uplatnění v přímé lidské výživě (pšenice, rýže), ale také v hospodářském průmyslu jako krmné obilí pro zvířata. Výhodou obilí je jeho nízká cena spolu s vysokým obsahem sušiny (cca 85 %). Lidstvu obiloviny dodávají téměř polovinu z celkové energetické hodnoty

přijímané ve stravě, a navíc asi polovinu konzumovaných bílkovin. Obiloviny neobohacují stravu pouze energií a hlavními živinami v podobě bílkovin a sacharidů, ale také mnoha nutričně a biologicky hodnotnými látkami, které tvoří vitaminy, popeloviny a vláknina, která má pozitivní vliv na fyziologické funkce trávicí soustavy. Obiloviny zajišťují zhruba 33 % energetické hodnoty, z toho 30 % konzumovaných bílkovin, zhruba 56 % sacharidů a cca 10 % tuku. Produkty z obilovin, cereálie, se řadí do skupiny funkčních potravin, které mají zvýšený obsah tzv. „fotochemikálií“, mezi které se řadí flavonoidy, karotenoidy a glukonáty. Tyto látky mají ochranný účinek proti některým onemocněním [44]. Jak už bylo zmíněno, obiloviny obsahují vysoké množství vlákniny. Vláknina má schopnost vázat těžké kovy a odvádět je pryč z těla. Enzym ptyalin, který se nachází v ústech a enzym amyláza, která je součástí tenkého střeva, mají schopnost trávit obilné zrno a jeho škroby. Ke zpracování obilovin je uzpůsobena i zažívací trubice lidského organismu (příznivé pH). Kyselé pH žaludku je vhodné k trávení bílkovin a zásadité pH v tenkém střevě pak zajišťuje trávení potravy, která je tvořena obilovinami a zeleninou. Mezi obiloviny se řadí pšenice, žito, ječmen, oves, kukuřice, rýže, proso, pohanka a čirok [32].

Komplexní zrno obiloviny se souhrnně označuje jako celozrnné obiloviny. Hlavní zastoupení ve složení obilovin mají sacharidy. Z monosacharidů jsou zde nejvíce zastoupeny pentózy. Pentózy tvoří základní stavební jednotky pentozanů, které jsou důležitou složkou pro podpurná pletiva. Nejdůležitějším zástupcem z disacharidů je sacharóza, kterou lze najít převážně v klíčku. Kromě sacharózy se v klíčku nachází minerální látky, vitaminy a tuky s nenasycenými mastnými kyselinami. V obilovinách se dále nachází koloidně disperzní sacharidy. Do této skupiny sacharidů patří hlavně škrob, celulóza, dextriny, hemicelulózy, pentozany a slizovité látky. Obilné zrno je tvořeno převážně ze škrobů a bílkovin. Obsahuje 13 – 15 % vody a zbytek tvoří sušina, která se skládá z 60 – 74 % ze škrobu, asi 11 % tvoří vláknina, 2,5 % tuk, zhruba 1,9 % popeloviny a cca 12 – 14 % bílkoviny. Obalové vrstvy obilného zrna jsou pak tvořeny hlavně celulózou, minerálními látkami a vlákninou. Na rozdíl od ostatních rostlinných bílkovin mají bílkoviny pšenice schopnost tvorby pružného gelu, tedy lepku. Hlavní složky lepku jsou lepkové bílkoviny gliadin a glutenin, škrob, vláknina, cukry a minerální prvky [32][39][44].

Luštěniny se řadí mezi bobovité luskoviny. Jde o vyluštěná, suchá, čištěná a tříděná semena. Z hlediska výživy jsou zdrojem sacharidů a bílkovin, a to až z 25 – 30 % [44]. Díky zrnu a jeho podobnému složení, technologickému postupu při zpracování a uskladnění se řadí stejně jako obiloviny mezi zrniny. Bobovité mají schopnost poutat vzdušný kyslík,

proto jsou význačným rostlinným druhem a patří mezi kulturní plodiny. Z biologického hlediska není možné bílkoviny luštěnin považovat za plnohodnotné, jelikož postrádají sirté aminokyseliny a tryptofan. Na rozdíl od obilovin obsahují dostatek lysinu. V luštěninách je vysoký obsah sacharidů. Z řady monosacharidů jsou zastoupeny glukóza a fruktóza, větší obsah pak tvoří sacharóza. Zástupci oligosacharidů v luštěninách jsou rafinóza, verbaskóza, stachyóza a jugóza, které jsou považovány za deriváty sacharózy nebo melibiózy. Tyto cukry využívají bakterie tlustého střeva a metabolizují je za vzniku plynů, z tohoto důvodu jsou považovány za hlavní příčinu nadýmání, které nastává po konzumaci luštěnin [39].

Samostatná skupina luštěnin jsou hrách, čočka, fazole, bob, sója a cizrna [39]. Důležitou roli ve stravě mají fazole, které obsahují nejvíce rozpustné vlákniny. Dostatek této vlákniny reguluje hladinu cukru v krvi a brání tak příliš rychlému nárůstu hladiny krevního cukru po jídle. Fazole jsou také vhodnou potravinou při obezitě. Při jejich konzumaci nastává pocit sytosti a nedochází tak k pocitu hladu [45].

### 2.3.2 Ovoce a zelenina

Ovoce je soubor plodů a semen kulturních a divoce rostoucích rostlin, které jsou skoro bez výjimky požitelné v syrovém stavu. Ve výživě člověka je ovoce nepostradatelnou součástí, jelikož slouží jako bohatý zdroj vitaminů, minerálních látek a také vlákniny [39]. Ovoce je rozděleno do pěti skupin. První skupinu zaujímá jádrové ovoce (jablka, hrušky, kdoule, jeřabiny, mišpule), druhou skupinou je peckové ovoce (třešně, višně, švestky, olivy, broskve a meruňky), další skupinu tvoří bobulové ovoce (jahody, maliny, ostružiny, brusinky, borůvky, rybíz, angrešt, hroznové víno), do čtvrté skupiny spadá citrusové a jižní ovoce (citrony, pomeranče, mandarinky, grapefruity, fíky, ananas, banány) a poslední skupinu tvoří skořápkové plody (vlašské a lískové ořechy, arašidy, mandle, jedlé kaštiny, mák, pistáciové a kokosové ořechy, piniové oříšky) [42].

Ovoce je jednou z nejdůležitějších součástí výživy člověka. Ovoce konzumované v čerstvém stavu má největší význam, protože obsahuje všechny cenné látky v neporušeném stavu. Ovoce pozitivně ovlivňuje funkci nervového systému, tvorbu krve, dále podporuje trávicí procesy a látkovou výměnu probíhající v organismu [44]. Denní doporučená dávka ovoce se pohybuje okolo 200 g [39]. Ovoce obsahuje antioxidanty, které jsou pro člověka účinným pomocníkem při prevenci rakoviny. V čerstvém stavu obsahuje dužnaté ovoce cca 70 – 90 % vody. Dále jsou v ovoci obsaženy sacharidy v koncentraci 5 – 15 %. Tvořeny jsou převážně monosacharidy glukózou a fruktózou, dále pak sacharózou. Zastoupeny jsou

také polysacharidy. Hlavní složku tvoří škrob, celulóza, hemicelulóza, pentozany a pektinové látky. Celulóza, hemicelulóza a pentozany jsou přítomny v ovocné dužině, peckách, jádrech a ve slupkách. Nejvíce bohaté na tyto látky jsou jádérka bobulovitého ovoce. V ovoci jsou obsaženy také organické kyseliny, dusíkaté látky, minerální látky, lipidy, fenoly, aromatické látky, vitaminy a různé pigmenty. Pektin se při zrání ovoce hydrolyzuje z nativní ve vodě nerozpustné formy na formu rozpustnou a tím dochází k měknutí plodů. V přírodě se vyskytuje pektin, který je tvořen  $\alpha$ -(1,4)-glykosidicky vázanými molekulami D-galakturonové kyseliny. U nezralých plodů jsou karboxylové skupiny esterifikovány metanolem, při zrání však stupeň esterifikace klesá. Kyseliny se v ovoci vyskytují ve formě volné i vázané. Zastoupeny jsou např. kyselina jablečná, citrónová nebo kyselina vinná. Volné kyseliny mají vliv na chuť a pH ovoce, které se pohybuje v rozmezí 3,0 – 4,0 pH. Neenzymatické hnědnutí ovoce je ovlivněno přítomností dusíkatých látek. Rostlinné fenoly pak mohou mít vliv na barvu ovoce. Rostlinné fenoly se v ovoci vyskytují v různých chemických formách, a to např. jako antokyany. Změnu barvy při zpracování ovoce ovlivňuje např. chlorogenová kyselina [39].

V posledních letech dochází k poklesu spotřeby ovoce mírného pásma, ale narůstá spotřeba jižního ovoce. Klesá zejména spotřeba konzumních jablek [42]. Jablka jsou bohatým zdrojem vlákniny [44]. V množství 1 – 3 % jsou v jablkách zastoupeny hemicelulózy [39]. Pektinové látky v jablkách zabraňují vzniku a růstu škodlivých mikroorganismů ve střevech. Kromě toho také pomáhají při zápalech tlustého střeva a jiných střevních onemocněních. Jablka a jejich šťáva mají příznivý vliv při kardiovaskulárních onemocněních, nemocích cév, jater, ledvin a močových cest, vysokém krevním tlaku, ateroskleróze a obezitě, podporují také vylučování cholesterolu z těla. Vláknina a organické kyseliny obsažené v jablkách zlepšují peristaltiku střev [42].

Stejně jako ovoce je zelenina jednou z hlavních součástí výživy člověka a pro výživu je velmi důležitá, zejména díky své vysoké biologické a zároveň nízké energetické hodnotě [39][42]. Lidskému organismu dodává zelenina důležité vitaminy a minerální látky. Hlavní složku zeleniny tvoří ze 75 – 95 % voda. Ve vodě jsou rozpuštěny organické a anorganické látky ve formě, která je pro tělo fyziologicky přijatelná. Stejně jako u ovoce je i u zeleniny obsah bílkovin nepatrný, a to 0,5 – 5 % [44]. Tuky a cukry jsou v zelenině obsaženy až na výjimky v malém množství, proto nemají z energetického hlediska žádný vliv. Oproti tomu mají v zelenině největší energetický význam sacharidy, které tvoří cca 7 % obsahu. Tvoří významný podíl sušiny, kdy obsah škrobu je většinou vyšší než obsah cukrů.

Monosacharidy glukóza a fruktóza jsou obsaženy skoro v každém druhu zeleniny. Dále je v zelenině zastoupena sacharóza a některé polysacharidy. V zelenině jsou obsaženy z polysacharidů zejména škrob, celulóza, hemicelulóza a pektiny, které tvoří s hemicelulózou stavební jednotku pro buněčné stěny. Typickým rezervním sacharidem u hlíz je škrob a inulin, který poskytuje při hydrolýze fruktózu. V buněčných stěnách zeleniny lze najít nativní protopektin, ve vodě rozpustný. Ve vodě rozpustné pektiny se při vaření odbourávají. Podobné je tomu i při zrání a následném měknutí zeleniny [39].

Určité rostlinné druhy zeleniny jsou zdrojem specifických látek, které zelenině dodávají charakteristickou chuť nebo dietetické a léčivé účinky. Jako u ovoce platí to, že nejhodnotnější je zelenina čerstvá, neupravená, a to z důvodu zachování všech cenných látek v neporušeném stavu. Zelenina, podobně jako ovoce, má vliv na správnou funkci nervového systému, podporuje tvorbu krve, trávení a látkovou výměnu organismu, podporuje vylučování trávicích šťáv a žluče působením aromatických látek, barviv a silic, dále pak stimuluje činnost trávicího a vylučovacího systému, střevní peristaltiku, snižuje vstřebávání škodlivin a upravuje složení střevní mikroflóry. Zelenina obsahuje zásadotvorné prvky, které zabezpečují dosažení acidobazické rovnováhy v lidském těle. Stejně jako ovoce, zelenina obsahuje antioxidanty, které jsou účinným pomocníkem při prevenci vzniku rakoviny [42][44]. Zelenina má v sobě vysoký obsah vlákniny, která je schopna vázat na sebe těžké kovy a vylučovat je z těla [46]. Nestravitelná celulóza a pektiny v zelenině navozují pocit sytosti a podporují střevní peristaltiku. Zelenina obsahuje také silice, které jsou schopné ničit mikroorganismy [39]. Další pozitivní účinky má zelenina při prevenci obezity, podporuje funkci ledvin, snižuje hodnotu krevního tlaku a má ochranný účinek proti ateroskleróze a tvorbě nádorových onemocnění. Lze konzumovat celé rostliny nebo pouze jejich vybrané části. Denní doporučená dávka zeleniny činí cca 400 g [42].

Tabulka 3 Obsah vlákniny v potravinách (g/100 g) [1]

<b>potravina</b>	<b>obsah vlákniny (g/100 g)</b>
celozrnný chléb se slunečnicovými semeny	8,0
pšeničný chléb celozrnný	8,1
rýže dlouhozrnná pololoupaná	3,2
celozrnné pšeničné těstoviny	3,5
vločky ovesné	5,5
vločky pšeničné	10,0
slunečnicová semínka	6,3
mandle	6,0
čočka – nevařená	10,6
fazole – nevařená	17,0
sója – nevařená	21,0
mák	20,0
kokos	7,3
houby čerstvé	6,0
avokádo	6,3
zelí	3,0
brambory ve slupce	5,5

## 2.4 Vliv na lidský organismus

Hlavní funkce gastrointestinálního traktu je vstřebávání živin z potravy. Tato funkce navazuje na řadu trávicích procesů, které se uskutečňují v jednotlivých částech střeva. Jde o enzymatické procesy, které jsou řízeny sekrecí enzymů a přidruženými kofaktory a pomáhají udržovat optimální podmínky pH pro trávení ve střevním lumenu. Hlavní oblastí pro absorpční procesy je tenké střevo. Z hlediska výživy se podílí na vstřebávání podjednotek stravitelných makronutrientů. Mezi tyto makronutrienty patří aminokyseliny

a některé dipeptidy a tripeptidy z bílkovin, monosacharidy ze sacharidů a mastné kyseliny nebo glycerol z diglycerolů nebo triglycerolů, dále pak vitaminy, minerální látky a další. Pro lepší hydrolyzu makronutrientů, živin a v určitých případech i mikroživin obsažených v potravě musí být přijatá potrava mechanicky homogenizována pomocí trávicích sekretů [47][48].

#### 2.4.1 Metabolické účinky vlákniny

Předpokládalo se, že přítomnost vlákniny v horní části zažívacího traktu vede ke snížení absorpce živin ve střevě. Avšak je velmi důležité brát v potaz fyzikálně-chemické vlastnosti složek vlákniny, které tento jev způsobují, protože vláknina obsahuje velké množství polysacharidů. Vláknina rozpustná ve vodě je viskózní nebo gelotvorná v žaludečních nebo střevních podmínkách a snižuje tak rychlost vstřebávání daleko více než nízkomolekulární vláknina nebo vláknina s nízkou viskozitou [48].

Významnou vlastností vlákniny je, že prochází gastrointestinálním traktem převážně v neměnné podobě. Je to způsobeno tím, že enzymy v lidském těle ji nedokážou strávit, avšak pro celou řadu bakterií v tlustém střevě člověka je stravitelná. Vláknina pak funguje jako prebiotikum. Bakterie, které vlákninu vstřebávají, nám pak poskytují např. mastné kyseliny s krátkým řetězcem (např. acetát, propionát, butyrát apod.). Tyto mastné kyseliny slouží jako potrava střevních buněk, snižují zánětlivé procesy ve střevech nebo jsou játry a periferními tkáněmi dále metabolizovány. Tento proces má však i svá negativa, jelikož se při rozkladu vlákniny tvoří střevní plyny, které mohou způsobit nadýmání [49].

Vláknina zpomaluje vstřebávání živin a navozuje pocit sytosti, těchto účinků se využívá při redukci váhy. Tyto účinky nejsou však úplně zaručené a prokázané, velice záleží na typu přijaté vlákniny. Je velmi pravděpodobné, že vláknina rozpustná ve vodě napomáhá hubnutí. Díky svým vlastnostem snižuje glykemický index potravy. Jak už ale bylo zmíněno, vláknina může také způsobovat snížení nebo zpomalení absorpce některých živin a mikronutrientů z potravy [49].

Funkcí vlákniny je vázat škodlivé látky, včetně těch karcinogenních, a odvádět je z těla pryč. Mnohé studie prokázaly její pozitivní vliv na celou řadu civilizačních onemocnění [52]. Konzumace vlákniny se doporučuje jako prevence proti onemocněním srdce [49]. Působí také jako prevence proti ateroskleróze a ischemickým chorobám srdečním, proti rakovině tlustého střeva, snižuje tělesnou hmotnost, má příznivý účinek na mikroflóru tlustého střeva a má dobrý vliv na sliznice tlustého střeva [39].



### 2.4.2 Příjem vlákniny

Převážná většina lidské populace trpí nedostatkem vlákniny. Zvýšený nedostatek vlákniny může vést k žilním poruchám v podobě křečových žil dolních končetin, hluboké žilní trombózy nebo hemoroidů. Nedostatek vlákniny může také způsobovat metabolické choroby (obezita, cukrovka), choroby spojené s poruchami metabolismu cholesterolu (žlučové kameny) nebo nezhoubné a zhoubné nádory tlustého střeva [31][49].

Denní doporučený příjem vlákniny pro dospělého člověka v České republice se udává okolo 30 g na den. Jedná se o nezbytnou minimální dávku pro správnou funkčnost trávicího systému. Evropská společnost EFSA (European Food Safety Authority) uvádí denní doporučený příjem pro dospělého člověka kolem 25 g na den. Je doporučeno, aby alespoň 6 g bylo tvořeno vlákninou rozpustnou. Vlákna by měla být přijímána z přirozených zdrojů. Alespoň 15 g by mělo být přijato z celozrnných výrobků, zbytek by pak měl pocházet z čerstvého ovoce a zeleniny [1][49].

Statistiky udávají běžný denní příjem vlákniny u civilizovaného člověka pod 20 g na den, v některých případech i výrazně méně. Hlavním důvodem snížení vlákniny ve stravě člověka se usuzuje mletí bílé mouky, které snižuje obsah vlákniny v ní obsažené na cca 10 %. Konzumace vlákniny pod 30 g za den je spojena s rizikem vzniku rakoviny tlustého střeva [31].

## 2.5 Stanovení vlákniny

Pro analytické stanovení obsahu vlákniny lze využít rychlé metody kvantitativního stanovení frakcí celkové vlákniny v potravinách. Pro výzkum se využívají metody poskytující informace o hodnotách specifických individuálních frakcí nebo metody dovolující oddělení nepolysacharidových frakcí jako je lignin z celkového obsahu vlákniny. Princip stanovení vlákniny v potravinách je založen na odstranění lipidů ze vzorku, na hydrolyze a solubilizaci ostatních složek, jako jsou bílkoviny, využitelné sacharidy atd. a následném zvážení nerozpustného zbytku za podmínek konkrétní metody [50][51].

Stanovení vlákniny lze provést chemickou degradativní metodou, a to hydrolytickou metodou nebo oxidační metodou. Dále je možné vlákninu stanovit extrakční detergentní metodou, kdy se využívá extrakční metoda s neutrálním roztokem detergentu nebo extrakční metoda se směsí kyseliny a detergentního činidla. Vlákna je možné také stanovit biochemicko-degradativní a biochemicko-extrakční metodou [50][53].

### 3 MLÉČNÉ VÝROBKY SE ŠKROBEM

Škrob vzniká v chloroplastech listů zelených rostlin jako jejich metabolický produkt, kde je rozložen na rozpustné sacharidy. Poté je v zásobních orgánech rostlin, jako jsou hlízy, oddenky, plody a další, syntetizován škrob, který se ukládá v amyloplastech v podobě škrobových zrn. Škrob je tzv. rezervní polysacharid, jedná se tedy o látku, která je v živých systémech jako zásoba energie, kterou lze uvolnit jeho odbouráváním. Hlavní složky škrobu jsou dva  $\alpha$ -D-glukany – lineární amyulóza s  $\alpha$ -(1→4) glykosidovými vazbami a větvený amylopektin, který obsahuje  $\alpha$ -(1→4) a  $\alpha$ -(1→6) vazby, škrobová zrna mohou mj. obsahovat i menší množství dalších složek. U většiny nativních škrobů je amyulóza zastoupena z 20 – 30 % a amylopektin ze 70 – 80 %. Pro různé plodiny, odrůdy a pěstební podmínky se toto zastoupení může lišit. Např. škrob z luštěnin má vyšší obsah amylózy a dřevěný hrách má podíl amylózy a amylopektinu obrácený. Dnes už jsou i odrůdy, které byly speciálně vyšlechtěné nebo geneticky modifikované, s výrazně menším obsahem amylózy a amylopektinu. Mezi tyto odrůdy patří např. škrob voskového ječmene nebo voskové kukuřice obsahující jen 1 – 8 % amylózy, škrob z geneticky modifikovaných brambor může obsahovat až 98 % amylopektinu [54][55].

Jde o jednu z hlavních energetických složek lidské potravy. Škrob je v potravinářství využíván, jelikož významně ovlivňuje funkční vlastnosti potravin, a to k zahušťování, k úpravě textury, ale i jako prostředek zlevňující potravinářský výrobek. Dále slouží jako surovina pro chemické a biochemické technologie dalších produktů [54][55].

#### 3.1 Vlastnosti škrobu

Škrobová zrna jsou od sebe odlišná tvarem a velikostí podle svého původu, ale bez rozdílu na svůj původ jsou nerozpustná ve studené vodě a v suchém stavu mohou pohlcovat vzdušnou vlhkost. Funkčními vlastnostmi škrobu jsou bobtnání škrobového zrna, mazovatění, vznik pevného gelu při ochlazování a v neposlední řadě retrogradace [54][55].

##### 3.1.1 Bobtnání škrobového zrna

Suchý škrob patří mezi látky hydroskopické a jeho rovnovážná vlhkost závisí na relativní vlhkosti okolního prostředí. Obilné škroby obsahují za normálních podmínek 14 % vlhkosti a bramborové škroby 21 %. Vlhkost škrobu je tvořena z velké části pevně vázanou krystalickou vodou a zbytek tvoří slaběji vázaná fyzikálně absorbovaná voda a voda meziprostorová neboli kapilární [54].

Pokud se škrob dostane do kontaktu s vodou při nižší teplotě, dojde k jeho nabobtnání. To znamená, že dojde k omezené absorpci vody a malému zvětšení objemu zrn. Tento děj je reverzibilní, tudíž celistvost škrobových zrn není porušena. Jestliže dojde k nahřívání vodné suspenze, škrobová zrna bobtnají mnohem energičtěji a dojde k procesu zvanému mazovatění [55].

### 3.1.2 Mazovatění škrobu

Pro proces mazovatění neboli želatinace, který nastává asi při 60 °C, je charakteristický fázový přechod škrobových zrn z uspořádaného stavu do stavu neuspořádaného za působení energických vibrací molekul. Dojde k intenzivnímu rozrušení mezimolekulárních vodíkových můstků a zrna začnou prudce zvětšovat svůj objem, a to až o 1 – 2 řády. Molekuly vody pronikají dovnitř částice a současně se uvolňuje amyloza, která difunduje do roztoku. Pokud se teplota bude dále zvětšovat, hydratace bude pokračovat a nabobtnalá zrna začnou ztrácet svoji integritu. Na rozdíl od bobtnání škrobového zrna je mazovatění ireverzibilní děj, který probíhá v teplotním rozmezí 10 – 15 °C [54][55].

### 3.1.3 Pevný gel

Kdyby nastalo ochlazování škrobových mazů, došlo by mezi molekulami amylozy a amylopektinu ke zpětné tvorbě vodíkových vazeb. Jeli dostatečná koncentrace škrobu, vznikne spojitá a pevná trojrozměrná síť, která obsahuje velké množství vody a nazývá se škrobový gel. Ten se průmyslově suší a vzniká tzv. tepelně modifikovaný škrob, nazývaný také jako předželatinový škrob, který hydratuje za studena a jde o instantní produkt. Avšak jeli koncentrace škrobu nižší, vznikne viskózní pasta nebo viskózní koloidní roztok [54][55].

### 3.1.4 Retrogradace

U škrobových gelů, past a koloidních roztoků dochází po určité době stání ke změnám jejich struktury a reologických vlastností, tzv. retrogradaci a to z důvodu jejich termodynamické nerovnováhy. Při retrogradaci vznikne z důvodu vytvoření intermolekulárních vodíkových vazeb zejména u lineárních řetězců amylozy a méně u amylopektinu dvoufázový systém pevná látka-kapalina. V potravinářství je tento jev většinou nežádoucí. Způsobuje např. okorání pečiva nebo vytvoření vrstviček vody ve výrobku, tzv. synerezi [55].

## 3.2 Výroba mléčných výrobků obohacených o škrob

Škrob je přírodní prášek, jenž se získává izolací ze škrobnatých surovin rostlinného původu. Nejčastěji využívaný škrob v potravinářství je bramborový, pšeničný a kukuřičný [55]. Avšak škrob banánový, tapiokový nebo rýžový již začínají nacházet na trhu své uplatnění [56].

### 3.2.1 Sýry

Díky výrobě sýrů jsme schopni přeměnit a konzervovat životně důležité složky mléka z tekuté formy do formy tuhé a pevné. Dnes již existuje nejméně 400 druhů sýrů. Hlavní složky mléka, jako jsou bílkoviny, tuky a minerální látky jsou konzervovány a chráněny před rozkladem a znehodnocením mikroorganismy. Sýr lze tedy považovat za koncentrovanou mléčnou potravinu, která spotřebiteli dodává zdravou výživu, rozmanitost, snadné používání, bezpečnost potravin a velkou rozmanitou chuť a texturu [56].

Škrob se využívá při výrobě sýrových omáček. Jde o velmi chutný a populací oblíbený pokrm obohacený např. o kuřecí maso, špenát a podávaný s těstovinou. Nejčastěji se na výrobu sýrových omáček využívá čedar, odtučněné mléko, syrovátka, podmásli, rostlinný olej, škrob, fosforečnan sodný, sůl, kyselina mléčná, koření, mohou se použít stabilizátory, emulgátory, barviva a další [56].

### 3.2.2 Jemné mražené mléčné výrobky

Tyto výrobky představují náhražky jemného smetanového krému, který se podává ihned z mrazáku. Výrobky obsahují zpravidla nižší obsah tuku než mražené krémy. Náhražky tuků jsou založeny na škrobu, pektinu a bílkovinách spolu s gumami, celulózovým gelem, mikrokrytalickou celulózou, maltodextrinem, kaseinátem sodným a dalšími látkami. V porovnání s tvrdými mraženými krémy obsahují vyšší podíl pevných látek a nižší podíl sladidel [56].

### 3.2.3 Pudinky

Konzumace mléčných pudingů nebo mléčných dezertů je ve světě už několik let. Tyto pokrmy se získávají vařením, pečením nebo pařením obilovin, mouky nebo těsta s mlékem. Dalšími přísadami pro jejich přípravu jsou cukr, vejce, různé druhy škrobu, a to tapiokový, rýžový, v podobě např. rýžového prášku nebo tapiokových granulí,

dále želatina, výtažky z mořských ryb, jako jsou algináty, hydrokoloidy, jako je karagenan, aroma a barviva. Puding lze využít jako dezert nebo mohou být součástí náplně dortů [56].

Konečná textura většiny pudingů vzniká vzájemným působením mléčného kaseinu s karagenanem a viskózní aktivitou modifikovaného škrobu. Textura se liší od měkké, krémové až po želírovanou a pevnou. Některé pudinky mohou být dostatečně pevné, aby je bylo možné dávkovat do obalového kelímku např. s přidanou složkou na dně. Tyto pudinky se následně po vyjmutí na talířek konzumují s přidanou složkou nahoře, která stéká po dezertu. Obecně lze říct, že tyto výrobky mají neutrální pH, někdy se přímo okyselují nebo kultivují. Pudinky připravené ke konzumaci se pohybují od výrobků s hladkou strukturou s typickými příchutěmi, jako je vanilka, čokoláda, až po výrobky s komplexní strukturou a vícevrstevné výrobky [56].

### 3.3 Vlákna v mléčných výrobcích

Vlákna je sacharidový polymer, který se nevstřebává v tenkém střevě. V potravinách má vlákna určitou technickou i výživovou funkčnost, která souvisí se zdravým spotřebitelem, dále zlepšuje senzorycké vlastnosti, texturu a trvanlivost potravin, díky své schopnosti vázat vodu. Vlákna má gelotvorné vlastnosti a zamezuje hrudkovatění. Její vlastnosti se využívají hojně při výrobě potravin, a to i mléčných výrobků, jako je např. zmrzlina [57].

Mléčné výrobky mohou být vhodnou potravinou pro obohacení vlákninou. Mezi takové výrobky lze zařadit nápoje, pudinky, jogurty, mražené dezerty a spoustu dalších. Spotřebitelé jsou ochotni konzumovat takové výrobky s cílem zvýšit příjem vlákniny a tím související zdravotní výhody. Pro dosažení nejvyššího koncentračního potenciálu ve výrobcích s vysokým obsahem vody by měla být viskozita vlákniny nízká za předpokladu, že vlákna zároveň pozitivně přispívá k široké škále zdravotních přínosů. Dosud byly úspěšně obohaceny různé mléčné výrobky o inulin, arabskou gumu, polydextrózu a rozpustné sójové polysacharidy, přičemž mohou mít potenciál i další gummy. U těchto výrobků je důležitá kontrola fázové separace bílkovin a polysacharidů [58].

Trend vysokého obsahu bílkovin vedl v posledních letech k inovacím v kategorii mléčných výrobků. Mléčné výrobky, které obsahují kasein a syrovátku jsou považovány za zdroj vysoce kvalitních bílkovin. Vzhledem k tomu, že mléčné výrobky jsou mimořádně univerzální složkou, výrobci mléčných výrobků prozkoumali spoustu možností, jde-li o texturu a složení a zaměřili se tak na různé spotřebitelské segmenty. Tato novinka

mléčných výrobků s přidavkem vlákniny má celosvětový význam. Důvodem, proč stoupá poptávka po potravinách s vyšším obsahem vlákniny, může být možná reakce na trendy potravin s vysokým obsahem bílkovin a nízkým obsahem sacharidů, které mají působit proti dopadu menšího příjmu vlákniny ve stravě obecně. Je zřejmé, že spotřebitelé už vědí o důležitosti příjmu vlákniny, jelikož stoupá poptávka po potravinách s funkčními vlastnostmi, a to i u mléčných výrobků [59].

Výrobek Yakult Plus's uvedený na trh v Itálii, viz *Obrázek 4* potvrdil vstup vlákniny do kategorie mléčných výrobků. Kromě přidavku přírodních složek, jako je rostlinné sladidlo (stévie) a vitamin C, obsahuje nový nápoj také přidavek vlákniny, která reguluje trávicí systém. Dalším výrobkem obohaceným o vlákninu byl jogurt značky Arla ve Velké Británii. Jogurt Arla Fibre obsahuje 4,7 g vlákniny na porci, což podporuje spotřebitele v dosažení denní doporučené dávky příjmu vlákniny, která činí 30 g na den. V obchodech v Číně se objevují mléčné výrobky, jako je máslo a jogurt, které na svých obalech uvádějí vysoký obsah vlákniny. Výrobci zvýšili obsah vlákniny v mléčných výrobcích přidáním do výrobků např. exotické ovoce, které je známé vysokým obsahem sacharidů a vlákniny [59].



*Obrázek 4* Italský výrobek Yakult Plus's [60]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv obsahu banánové mouky na vlastnosti mléčných dezertů. Práce byla rozdělena na dílčí cíle:

- Vyrobit mléčné dezerty s různým zastoupením banánové mouky.
- Sledovat vybrané vlastnosti modelových vzorků mléčných dezertů.
- Vyhodnotit a porovnat sledované parametry modelových vzorků, diskutovat je s literaturou a vyvodit závěr.



## 5 MATERIÁL A METODY

V praktické části bakalářské práce bylo vyrobeno 10 šarží mléčných dezertů, které se od sebe lišily obsahem banánové mouky, viz Tabulka 4. Vzorky byly značeny podle obsahu banánové mouky.

Tabulka 4 Složení mléčných dezertů (g)

<b>vzorek</b>	<b>mléko</b>	<b>banánová mouka</b>	<b>sacharóza</b>	<b>NaCl</b>
<b>100</b>	883	100	16	1
<b>95</b>	883	95	16	1
<b>90</b>	883	90	16	1
<b>85</b>	883	85	16	1
<b>80</b>	883	80	16	1
<b>75</b>	883	75	16	1
<b>70</b>	883	70	16	1
<b>65</b>	883	65	16	1
<b>60</b>	883	60	16	1
<b>55</b>	883	55	16	1

U vyrobených mléčných dezertů se sledovaly po 24 hod a 28 dnech od výroby následující parametry:

- stanovení vodní aktivity,
- stanovení pH,
- stanovení obsahu sušiny,
- test stability,
- reologické vlastnosti,
- texturní vlastnosti výrobků.

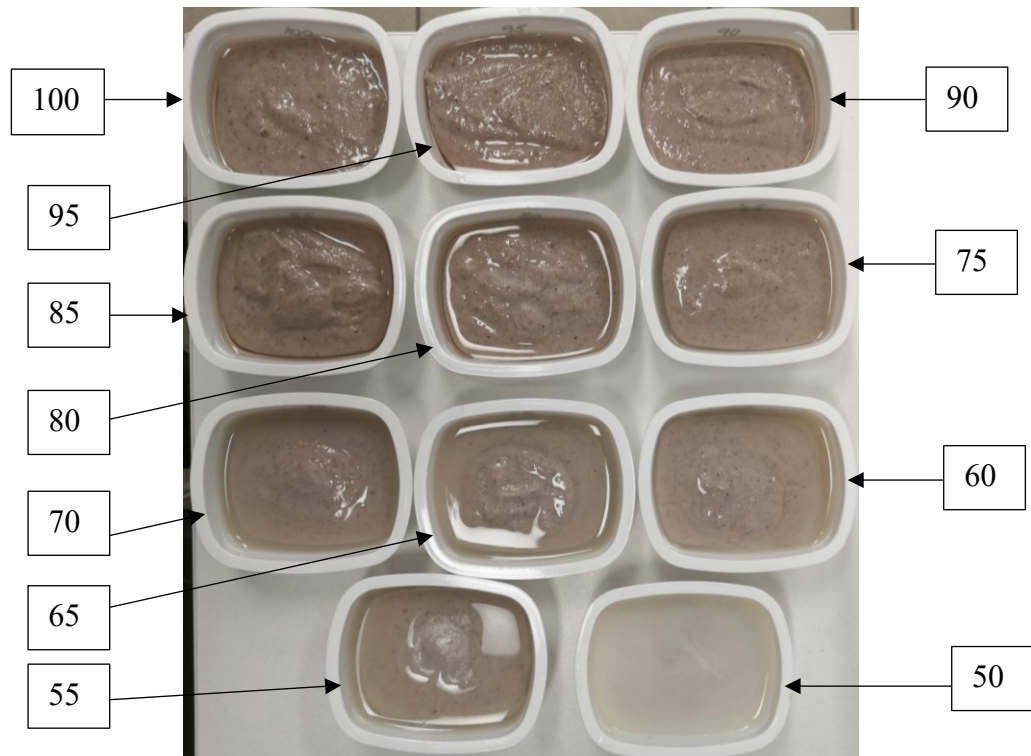
## 5.1 Suroviny a laboratorní pomůcky

Na výrobu mléčných dezertů byly použity následující suroviny a pomůcky:

- trvanlivé mléko polotučné 1,5 % tuku bez laktózy
- banánová mouka – plantejnová, která obsahovala 48,4 % škrobu (Stanovení obsahu škrobu nebylo předmětem mé bakalářské práce.)
- cukr krystal
- sůl jedlá kamenná s jodem
- Vorkwerk Thermomix TM – 6 (Wuppertal, Německo)
- průmyslové váhy
- teploměr se sondou
- polypropylenové kelímky, vaničky a zkumavky

## 5.2 Výroba mléčných dezertů

Mléčné dezerty byly vyráběny na Ústavu technologie potravin, Fakulty technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Na výrobu mléčných dezertů byl použit Vorkwerk Thermomix TM – 6 s nepřímým ohřevem. Nejprve bylo nadávkované mléko v kotli zahřáto na teplotu 50 °C s výdrží 5 minut. Následně byly k ohřátému mléku nadávkovány ostatní suroviny dle surovinové skladby (viz Tabulka 4). Celý systém byl ohříván na teplotu 70 °C s výdrží 20 minut. Po uplynutí doby byla teplota zvýšena na 90 °C s výdrží 1 minuty. Ještě horká vzniklá směs byla dávkována do připravených polypropylenových kelímků, které byly následně uzavřeny víčkem. Po vychladnutí byly vzorky uskladněny při chladírenských teplotách  $6 \pm 2$  °C. Na *Obrázku 5* jsou zobrazeny vyrobené mléčné dezerty.



Obrázek 5 Vzorky vyrobených mléčných dezertů\*, vlastní fotografie

\*čísla uvedená v rámečcích znázorňují přidavek banánové mouky [g] v surovinové skladbě modelových vzorků

### 5.3 Analýza mléčných dezertů

U mléčných dezertů bylo provedeno po 1. dnu od výroby a po 28 dnech skladování stanovení vodní aktivity, stanovení pH vzorků, obsahu sušiny, test stability, reologické vlastnosti výrobků a texturní vlastnosti vyrobených vzorků.

#### 5.3.1 Stanovení vodní aktivity

Vodní aktivita byla měřena u mléčných dezertů pomocí přístroje Aqua Lab (Dew Point Water Activity Meter 4TE) viz *Obrázek 6*. Přístroj byl nakalibrován na 0,920  $a_w$  a NaCl 2,33 mol/kg. Vodní aktivita se stanovovala u vzorků 1. den po výrobě a 28. den skladování. Měřena byla u každé šarže dvakrát. Výsledky jsou uvedeny jako průměr.



Obrázek 6 Měření vodní aktivity, vlastní fotografie

### 5.3.2 Stanovení pH

pH bylo stanoveno pomocí vpichového pH metru Foodcare se skleněnou elektrodou. Stanovení pH bylo provedeno 1. den po výrobě a po 28 dnech skladování. pH se měřilo u každé šarže šestkrát a výsledné hodnoty byly zprůměrovány.

### 5.3.3 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny ve vzorcích byl stanoven vážkovou metodou. Za daných definovaných podmínek byl sledován úbytek hmotnosti vzorku po vysušení. Vzorky byly sušeny při  $105 \pm 1$  °C po dobu 5 hodin. Pro stanovení sušiny byly použity hliníkové misky s křemičitým pískem, do kterých bylo naváženo na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa zhruba 3 g vzorku mléčného dezertu. Obsah sušiny byl u každé šarže stanoven třikrát a následné hodnoty byly zprůměrovány. Obsah sušiny v mléčných dezertech byl vypočítán dle vzorce:

$$\text{obsah sušiny (hm. \%)} = \frac{(m_3 - m_1)}{m_2} \cdot 100 \quad (1)$$

$m_1$ ...hmotnost misky s pískem (g)

$m_2$ ...hmotnost misky před sušením (g)

$m_3$ ...hmotnost misky s pískem a vzorkem po vysušení (g)

## 5.4 Test stability

Pro test stability bylo naváženo zhruba 5 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa do plastových 50ml zkumavek s víčkem. Zkumavky byly poté vloženy do centrifugy (EBA 21 Hettich Zentrifugen) na dobu 20 minut při 6000 ot. /min. Vznikl tak sediment,

který byl zvážen a stabilita ( $S$ ; hmot. %) byla stanovena dle vzorce č. 2. Test stability byl proveden u každé šarže třikrát.

$$S = \frac{F_1}{F_0} \cdot 100 \quad (2)$$

$F_1$ ...rozdíl hmotností zkumavky po centrifugaci a prázdné zkumavky (g)

$F_0$ ...hmotnost navážky (g)

## 5.5 Dynamická oscilační reometrie

Viskoelastické vlastnosti u mléčných dezertů se stanovovaly pomocí často využívané metody, a to dynamické oscilační reometrie, při které dochází k řízené deformaci vzorku a je sledováno chování látek při toku. V dynamické oscilační reometrii se především sleduje lineární viskoelastická odezva na velmi malou oscilační deformaci. Viskoelastická potravin je popsána pomocí zásobního, elastického, ( $G'$ ) a ztrátového, viskózního, ( $G''$ ) modulu pružnosti. Elastický neboli zásobní modul pružnosti vyjadřuje míru elasticity vzorku, a naopak viskózní neboli ztrátový modul pružnosti vyjadřuje míru viskozity vzorku. Podíl těchto dvou složek tvoří úhel fázového posunu, který je vyjádřen pomocí vzorec č. 3, a s jeho klesající hodnotou roste podíl elastické složky měřeného vzorku [57][62].

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (3)$$

Celkový odpor vzorku proti deformaci, tedy komplexní modul pružnosti, se též využívá pro charakterizaci vzorků, viz vzorec č. 4 [57][65].

$$G^*(\omega) = \sqrt{G'(\omega)^2 + G''(\omega)^2} \quad (4)$$

K měření viskoelastických vlastností vzorků mléčných dezertů byl použit rotační viskozimetr Thermo Scientific™ RheoStress 1. Na stanovení byla zvolena geometrie deska – deska o průměru 35 mm. Pomocí vodní lázně byl rotační viskozimetr temperován před každým měřením na teplotu  $20,0 \pm 0,1$  °C. Po nanesení vzorku na statickou desku byla spouštěna oscilující deska a mezera mezi těmito deskami tvořila 1 mm, a aby se zabránilo posunu desky, byl přebytečný vzorek odstraněn. Frekvence oscilace byla v intervalu 0,1 – 10 Hz a amplituda smykového napětí byla 5 Pa. Každý vzorek byl proměřen třikrát a ze získaných hodnot elastického a ztrátového modulu pružnosti, se zvolenou referenční hodnotou 1 Hz, byl vypočítán tangens úhlu fázového rozhraní dle vzorce č. 3 a komplexní modul pružnosti dle vzorce č. 4 [57][62].

## 5.6 Texturní vlastnosti výrobku

Analýza texturních vlastností mléčných dezertů byla prováděna pomocí analyzátoru textury TA.XT Plus. Byl proveden penetrační test cylindrickou sondou o průměru 20 mm, kdy došlo k penetraci vzorku o 25 % původní výšky. Po měření se vytvořila zátěžová křivka, ze které se odečetla hodnota tvrdosti jako maximální síla získaná měřením v průběhu testu. Analýza byla prováděna 1. den po výrobě u každé šarže třikrát. Výsledky jsou uvedeny jako průměr z naměřených hodnot.

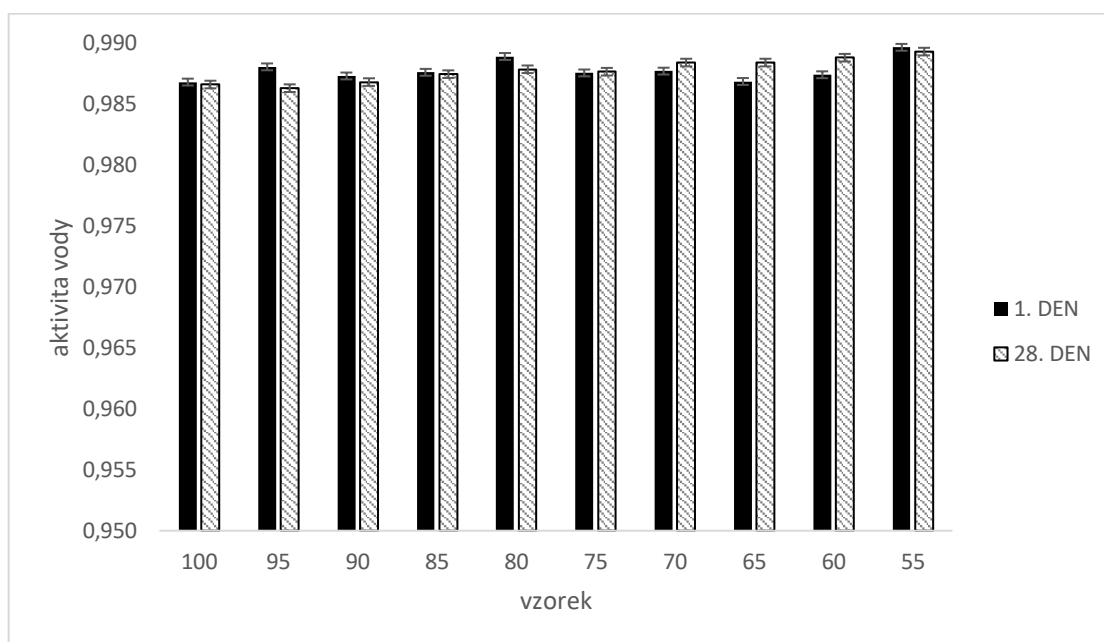
## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Analýza mléčných dezertů

Praktická část bakalářské práce byla zaměřena na výrobu mléčných dezertů s různým obsahem banánové mouky a následné stanovení vodní aktivity, pH, obsahu sušiny, testu stability, reologických a texturních vlastností vyrobených vzorků. Stanovení bylo provedeno 1. den po výrobě a 28 dní po výrobě. Pouze stanovení texturních vlastností bylo provedeno jen 1. den po výrobě mléčných dezertů.

#### 6.1.1 Stanovení vodní aktivity

Součástí chemické analýzy bylo stanovení vodní aktivity mléčných dezertů. Výsledky stanovení jsou zaznamenány na *Obrázku 7*. Stanovení proběhlo 1. a 28. den po výrobě.

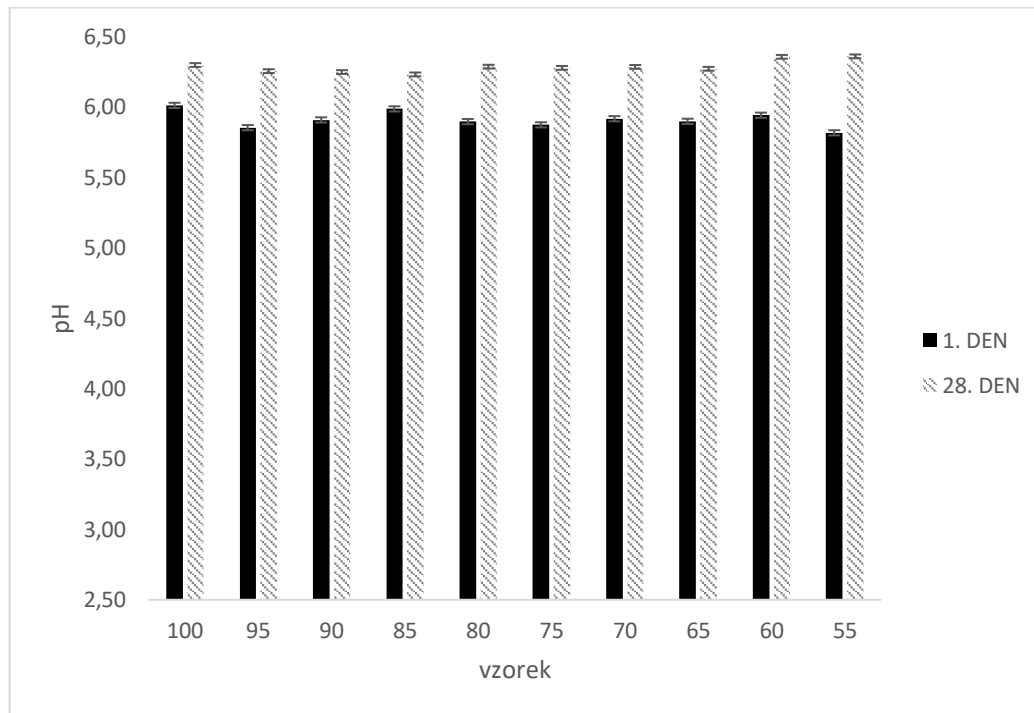


*Obrázek 7* Vodní aktivita mléčných dezertů po 1. a 28. dnu od výroby

Z grafu, který je na *Obrázku 7* je patrné, že vodní aktivita se po celou dobu pozorování pohybovala v rozmezí 0,9863 – 0,9897. V průběhu skladování nevykazoval obsah vodní aktivity žádný trend vývoje. Nebyly zaznamenány výrazné rozdíly v závislosti na koncentraci banánové mouky ve vzorcích nebo jejich skladování.

### 6.1.2 Stanovení pH

U mléčných dezertů bylo provedeno stanovení pH 1. den po výrobě a 28. den po výrobě. Výsledky měření jsou zaznamenány na *Obrázku 8*.



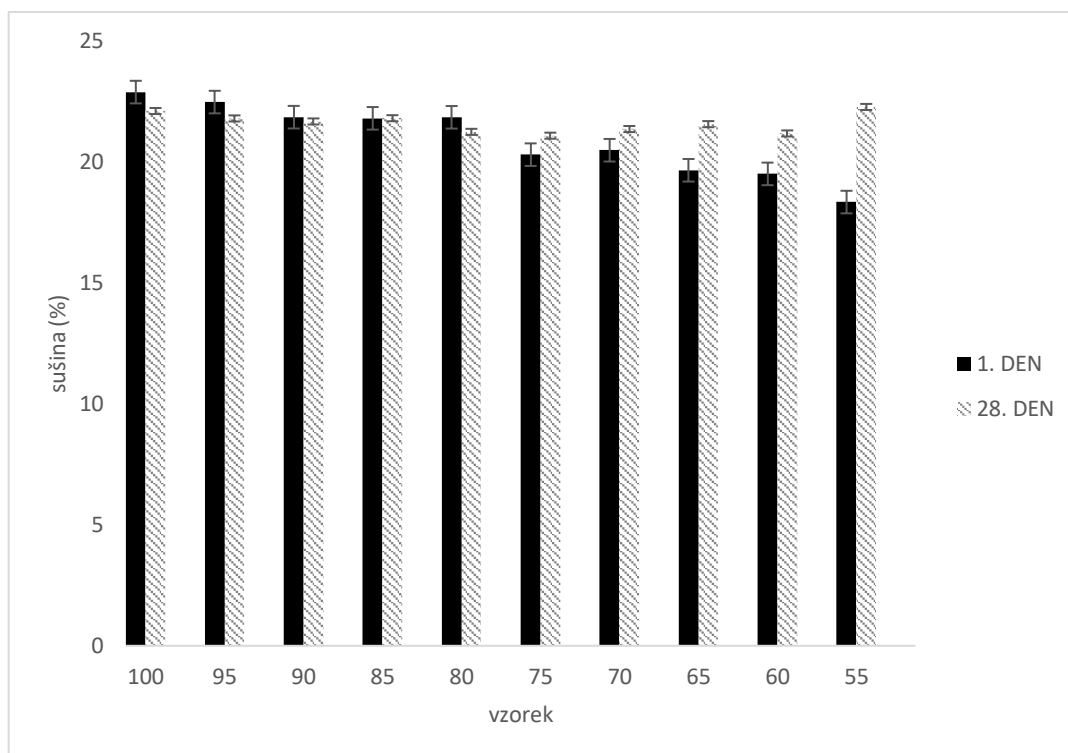
*Obrázek 8* pH mléčných dezertů po 1. a 28. dnu od výroby

Graf na *Obrázku 8* znázorňuje vývoj pH v průběhu skladování mléčných dezertů. Je patrné, že pH mléčných dezertů se výrazně nelišilo mezi vzorky, ale rozdíl nastal v průběhu skladování. pH vzorků, které bylo stanoveno 1. den po výrobě, je o něco nižší než stanovené pH vzorků 28. den po výrobě. Podle Aguilar-Raymundo a Vélez-Ruiz [61], který obohatil mléčné dezerty o cizrnovou moukou, byl nárůst pH způsoben možnou interakcí mezi moukou a mléčným systémem nebo rozpuštěním zásaditých látek v mléce.

### 6.1.3 Stanovení obsahu sušiny

Stanovení obsahu sušiny v modelových vzorcích mléčných dezertů bylo také provedeno 1. a 28. den po výrobě. Výsledky měření jsou zaznamenány v grafu na *Obrázku 9*.



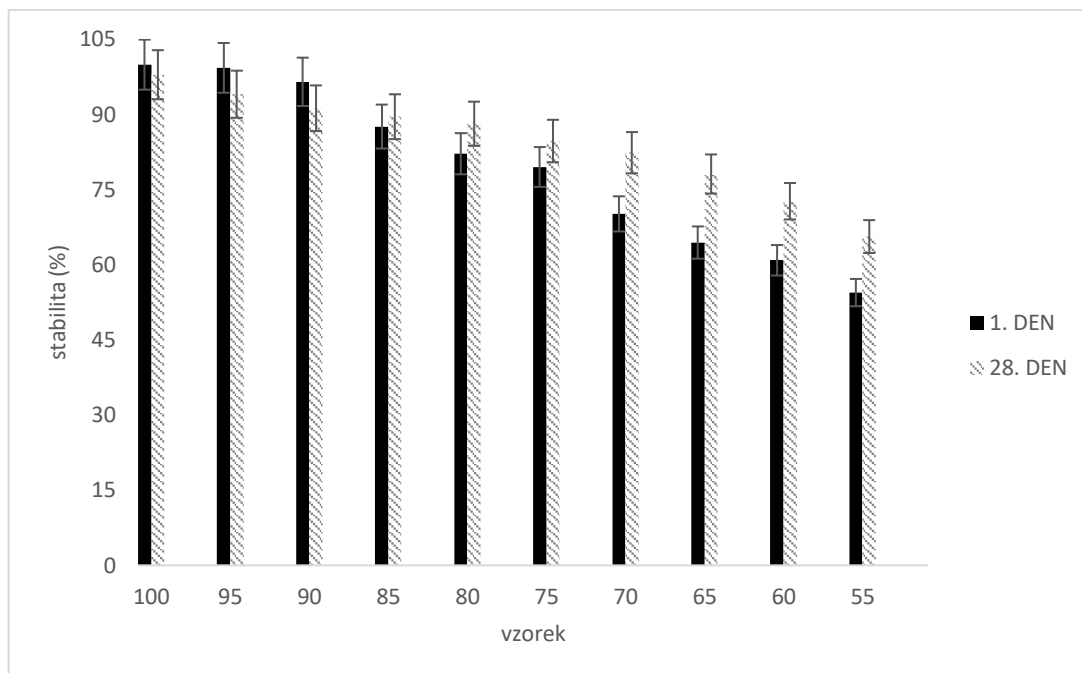


Obrázek 9 Obsah sušiny v mléčných dezertech 1. a 28. den po výrobě

Obsah sušiny je rozhodujícím faktorem pro udržení konstantních podmínek a objektivního sledování reologických i texturních vlastností [63]. Ze získaných výsledků lze vyvodit, že obsah sušiny v mléčných dezertech klesal s klesajícím obsahem banánové mouky. Pokles obsahu sušiny byl zaznamenán již 1. den po výrobě. V průběhu skladování byla pozorována u mléčných dezertů synereze, kdy byla uvolněna část kapaliny z gelu. Synereze tak měla vliv na obsah sušiny pevné části vzorků. Přičemž během stanovení došlo k nevhodné úpravě vzorků před vlastní analýzou (nedostatečnou homogenizací vzorků) a v důsledku toho došlo k nepříznivému ovlivnění výsledků stanovení. Z naměřených dat získaných po 1. dnu skladování však lze konstatovat, že obsah sušiny byl významně ovlivněn volbou surovinové skladby modelových vzorků mléčných dezertů. Vliv surovinové skladby na intenzitu synereze nebyl v praktické části této bakalářské práce zkoumán, ale v budoucnu by bylo vhodné také tento vztah posoudit.

## 6.2 Test stability

U mléčných dezertů byl proveden 1. a 28. den po výrobě test stability. Výsledky jsou zaznamenány na *Obrázku 10*.

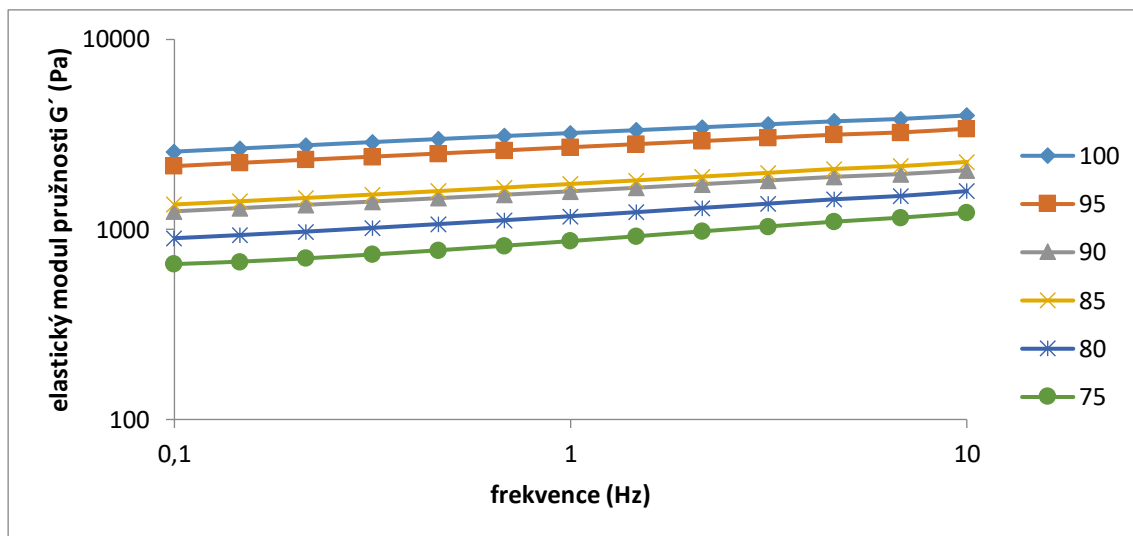


Obrázek 10 Test stability 1. a 28. den po výrobě

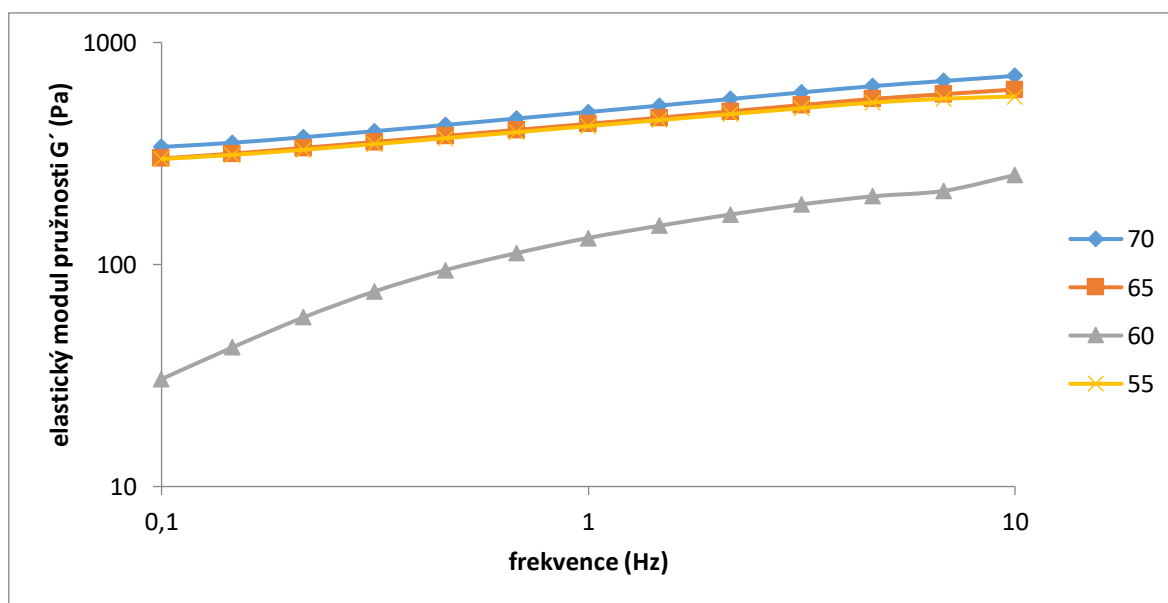
Stabilita u mléčných dezertů obecně klesala se snižujícím se obsahem banánové mouky, jak je patrné z grafu na *Obrázku 10*. Po vzorek 90, tedy vzorek s obsahem banánové mouky 90 g, byla stabilita vzorků vyšší 1. den po výrobě. Od vzorku 85 byla stabilita mléčných dezertů vyšší po 28. dnu od výroby. Tento vývoj stability mohl být způsoben, stejně jako u stanovení sušiny, nevhodnou úpravou vzorků před vlastní analýzou. Jak již bylo zmiňované, v průběhu skladování byla pozorována synerize, která měla vliv na stabilitu vzorků.

### 6.3 Dynamická oscilační reometrie

Pomocí reometrie byly zjišťovány viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů. Stanovení bylo provedeno 1. a 28. den po výrobě. Dynamickou oscilační reometrií byly zjištěny hodnoty při frekvenci v rozsahu 0,1 – 10 Hz elastického ( $G'$ ) a ztrátového ( $G''$ ) modulu pružnosti. Ze zjištěných hodnot byl vypočítán komplexní modul pružnosti ( $G^*$ ). Pro referenční frekvenci 1 Hz byly pomocí tangenty úhlu fázového posunu ( $\tan \delta$ ) charakterizovány viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů. Výsledky měření byly zaznamenány v tabulkách a následně byly vyneseny do grafů.

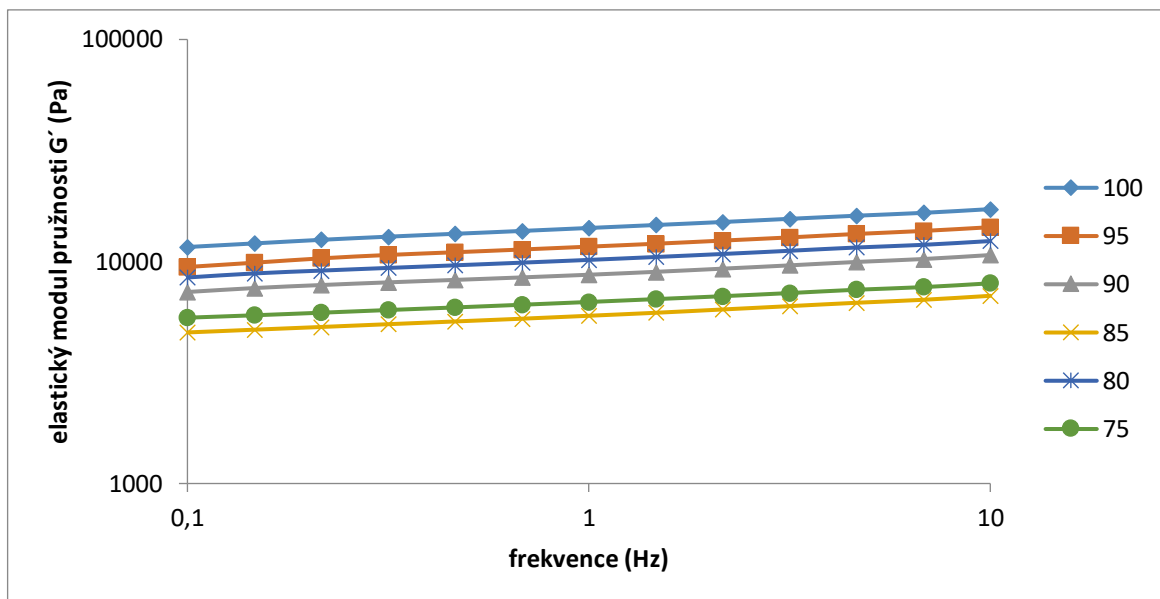


Obrázek 11 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě

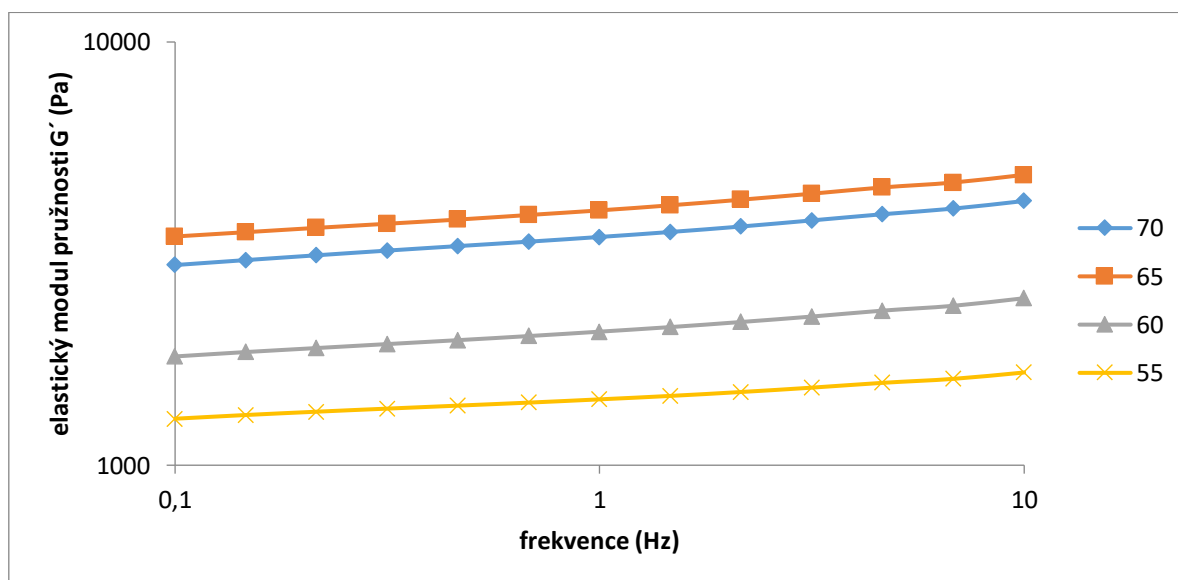


Obrázek 12 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 1. den po výrobě

Z Obrázku 11 a Obrázku 12 je patrné, že elastický modul pružnosti 1. den po výrobě klesal se snižujícím se obsahem banánové mouky ve vzorku, i když mezi některými vzorky byly zaznamenány odlišnosti. Vzorek 95 měl nižší hodnotu elastického modulu pružnosti než vzorek 85 a nejnižší hodnotu elastického modulu pružnosti vykazoval vzorek 60, který měl skoro až stonásobně nižší hodnotu než vzorek 55. U všech vzorků elastický modul pružnosti rostl s rostoucí frekvencí.

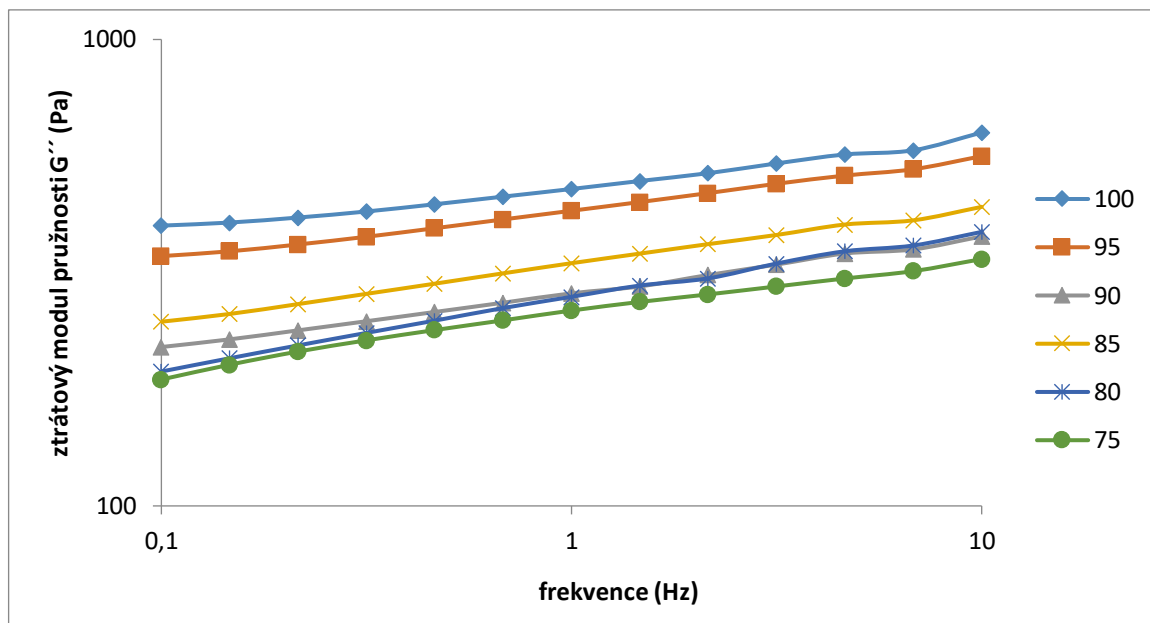


Obrázek 13 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 28. den po výrobě

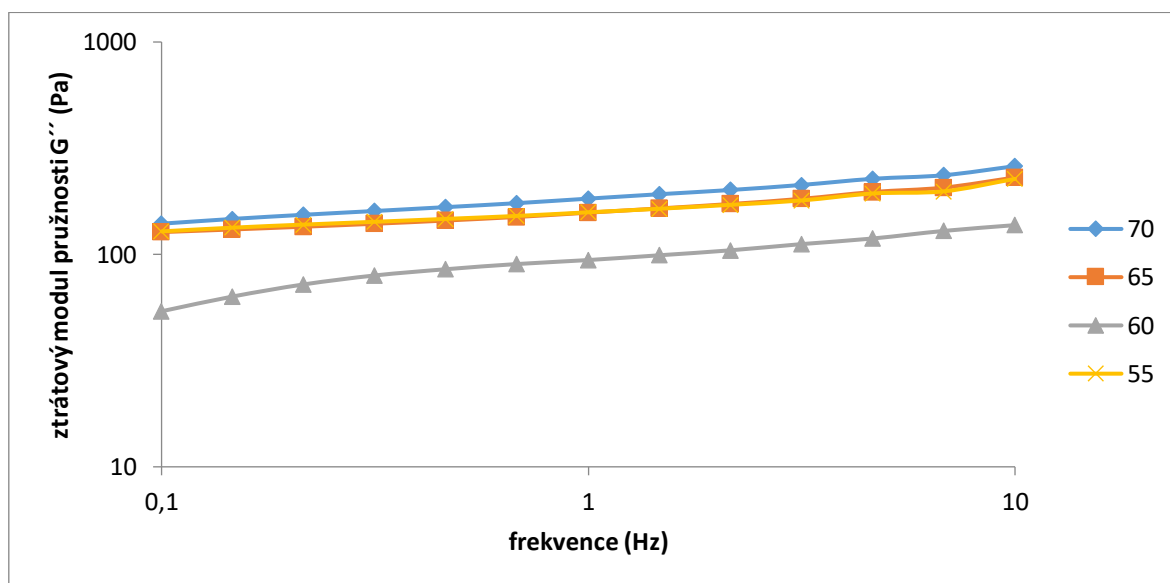


Obrázek 14 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 28. den po výrobě

Z grafů na Obrázku 13 a na Obrázku 14 lze vyčíst, že elastický modul pružnosti byl 28. den vyšší než 1. den po výrobě. Obecně ale opět u vzorků klesal, avšak zase nastaly u některých vzorků odlišnosti. Vzorek 80 měl vyšší hodnotu než vzorek 90, vzorek 85 měl hodnotu nižší než vzorek 75 a vzorek 65 měl vyšší hodnotu než vzorek 70. Opět se elastický modul pružnosti zvyšoval s rostoucí frekvencí.

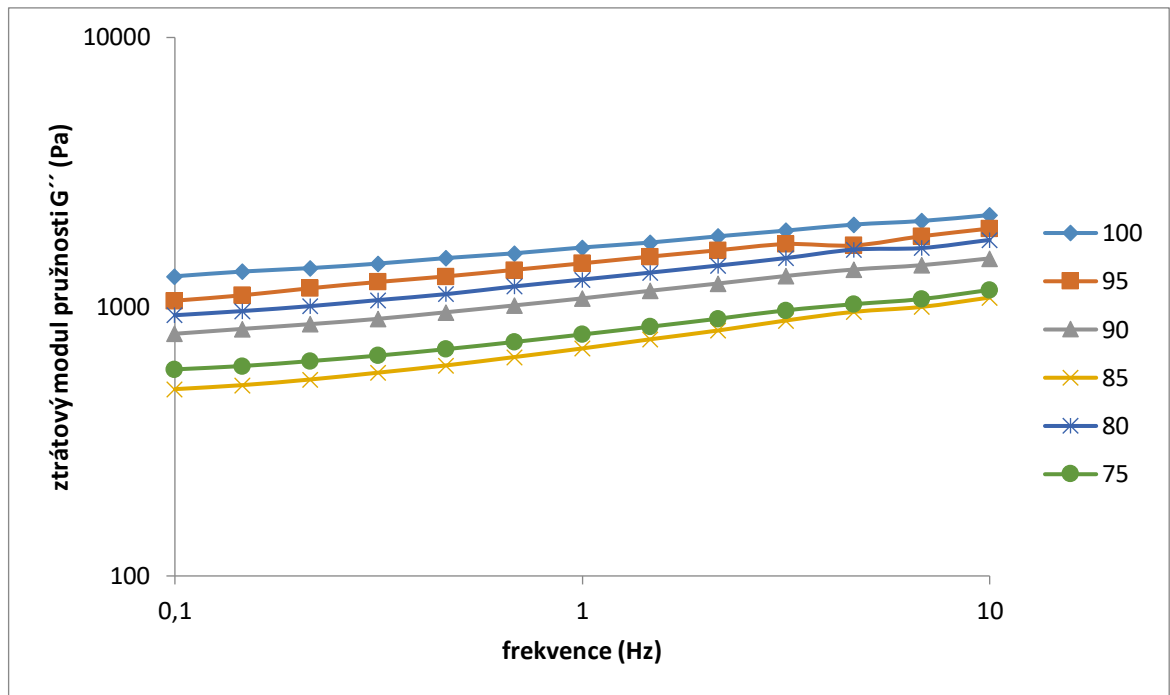


Obrázek 15 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě

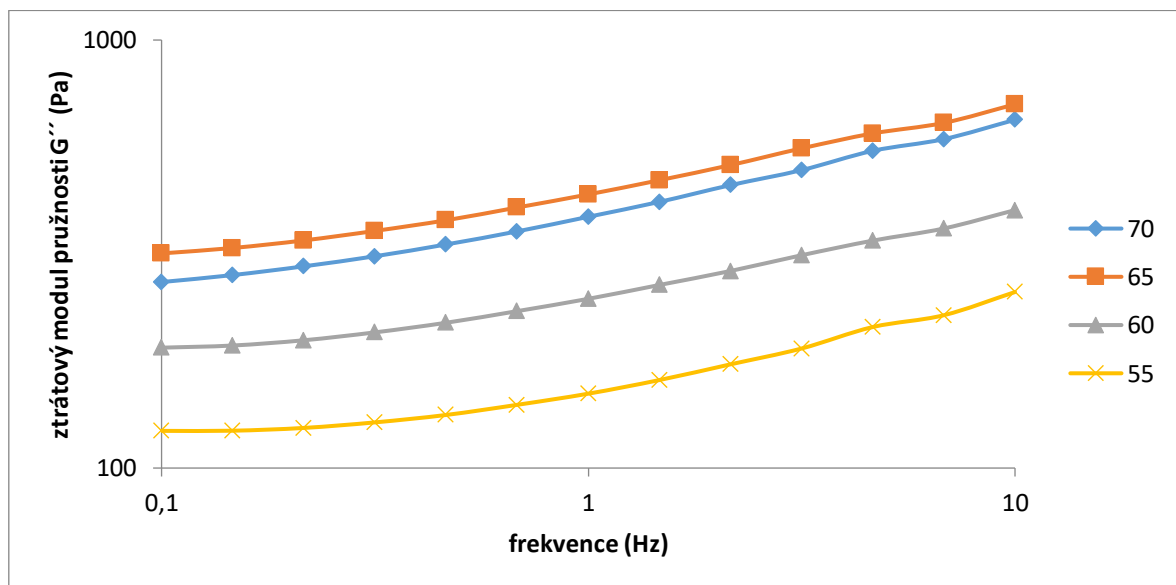


Obrázek 16 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 1. den po výrobě

Ztrátový modul pružnosti byl o něco málo nižší než elastický modul pružnosti 1. den od výroby. Z Obrázku 15 a Obrázku 16 je patrné, že ztrátový modul pružnosti klesal se snižujícím se obsahem banánové mouky, i když vzorek 85 byl nižší než vzorek 90, který měl hodnoty velmi podobné vzorku 80. Vzorek 60 měl, stejně jako u elastického modulu pružnosti, nejnižší hodnotu.



Obrázek 17 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 28. den po výrobě



Obrázek 18 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 28. den po výrobě

Ztrátový modul pružnosti stanovený 28. den od výroby byl u vzorků vyšší než 1. den od výroby. Zároveň byl ztrátový modul pružnosti vzorků nižší než elastický modul pružnosti při stanovení 28. den od výroby. Vzorek 85 má nižší hodnotu než vzorek 75 a vzorek 65 má vyšší hodnotu než vzorek 70. Stejně jako u elastického modulu pružnosti se ztrátový modul pružnosti zvyšoval s rostoucí frekvencí.

Tabulka 5 Hodnoty komplexního modulu pružnosti ( $G^*$ ) a tangenty fázového posunu  $\delta$  (-) při frekvenci 1 Hz mléčných dezertů 1. den po výrobě

<b>vzorek</b>	<b><math>G^*</math> pro 1 Hz</b>	<b><math>\tan \delta</math> (-)</b>
<b>100</b>	3254,075	0,149
<b>95</b>	2744,404	0,158
<b>90</b>	1614,587	0,180
<b>85</b>	1767,553	0,191
<b>80</b>	1207,893	0,239
<b>75</b>	907,936	0,302
<b>70</b>	519,567	0,376
<b>65</b>	458,074	0,365
<b>60</b>	161,900	0,714
<b>55</b>	448,894	0,376

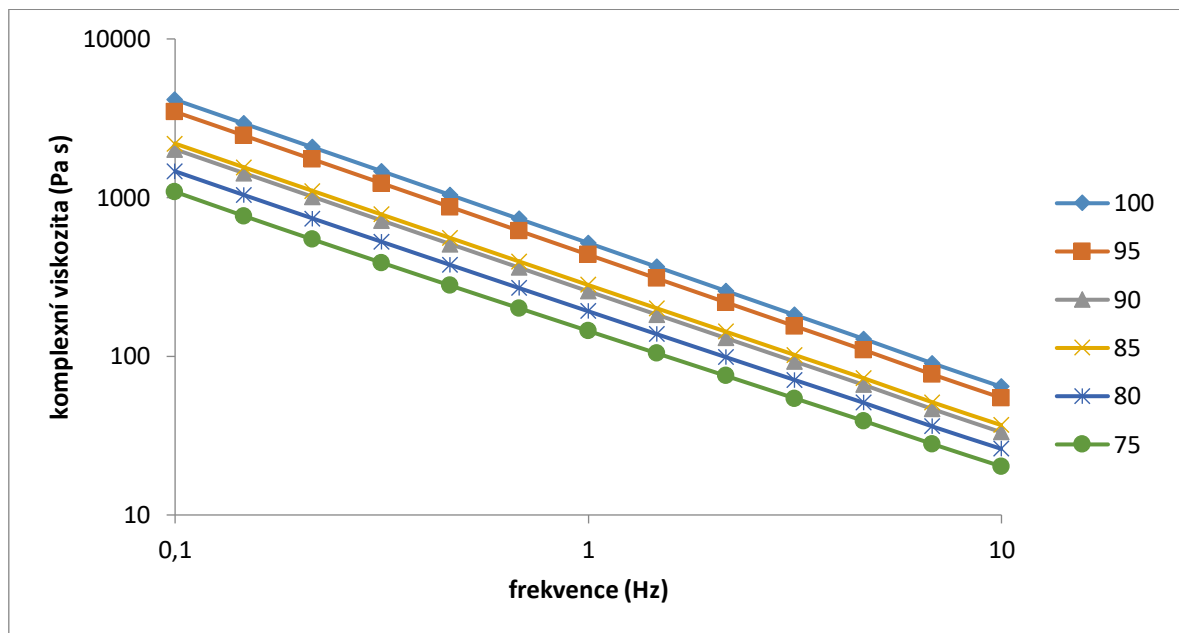
Tabulka 6 Hodnoty komplexního modulu pružnosti ( $G^*$ ) a tangentu fázového posunu  $\delta$  (-) při frekvenci 1 Hz mléčných dezertů 28. den po výrobě

vzorek	$G^*$ pro 1 Hz	$\tan \delta$ (-)
100	14257,415	0,117
95	11758,123	0,124
90	8785,136	0,123
85	5739,262	0,123
80	10246,247	0,124
75	6620,846	0,120
70	3483,424	0,112
65	4024,067	0,109
60	2082,973	0,120
55	1438,663	0,104

Podle Tabulky 5 a Tabulky 6, kde jsou zaznamenány hodnoty komplexního modulu pružnosti ( $G^*$ ) a tangentu fázového posunu  $\delta$  (-) u mléčných dezertů 1. a 28. den po výrobě, lze říct, že vzorky vykazovaly 1. i 28. den po výrobě elastický charakter potraviny. Z výsledků naměřených po 1. dnu skladování lze konstatovat, že se snižujícím se obsahem banánové mouky, tedy se snižujícím se obsahem škrobu ve výrobku, byl gel řídkší a elastický charakter klesal. Komplexní modul pružnosti ( $G^*$ ) nabýval vyšších hodnot u vzorků, které byly stanoveny 28. den po výrobě, přičemž vliv obsahu banánové mouky na zastoupení elastické složky v modelových vzorcích mléčných dezertů nebyl tak patrný jako v případě měření po 1. dnu od výroby. Mléčné dezerty s rostoucí dobou skladování tedy zvyšují svoji tuhost. Zvyšování tuhosti mléčných dezertů může být podle Moufle, AL, Jamet, J a Karoui, R [66] způsobena uvolňováním komplexů  $\beta$ -laktoglobulin- $\kappa$ -kasein, které vznikly během tepelného ošetření, z micel a následně agregace těchto komplexů. Tepelné zpracování způsobuje denaturaci proteinů a produkci kyselin prostřednictvím degradace laktózy a neenzymatického hnědnutí. Tyto reakce hrají hlavní roli v interakcích mezi bílkovinami. Přispívají tak k tvorbě pevnější bílkovinné sítě.

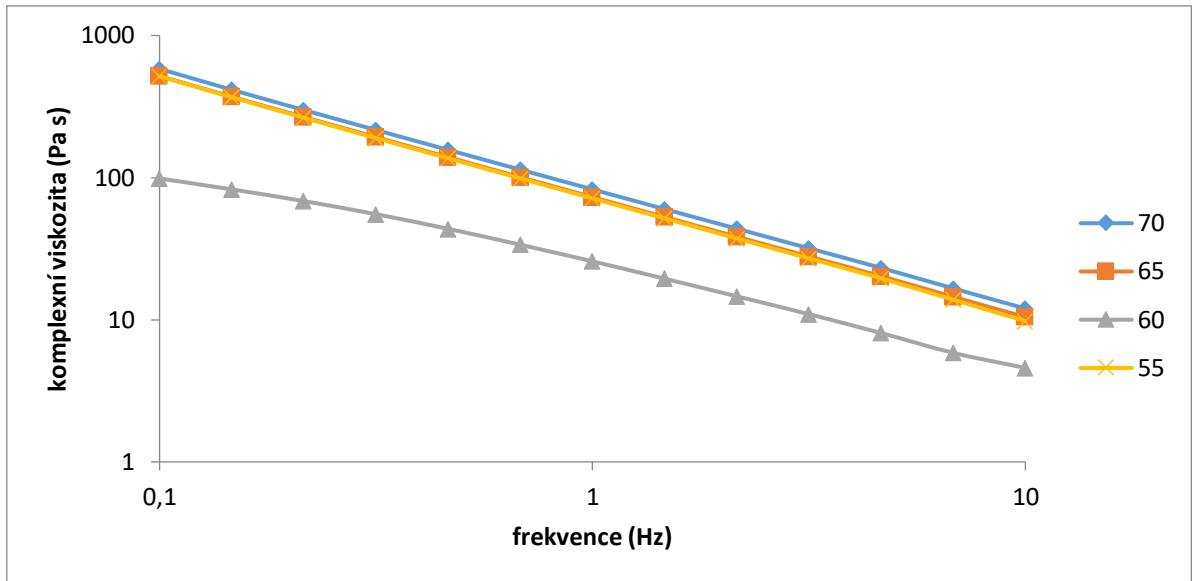


Komplexní viskozita mléčných dezertů je zaznamenána na *Obrázku 19*, *Obrázku 20*, *Obrázku 21* a na *Obrázku 22*.



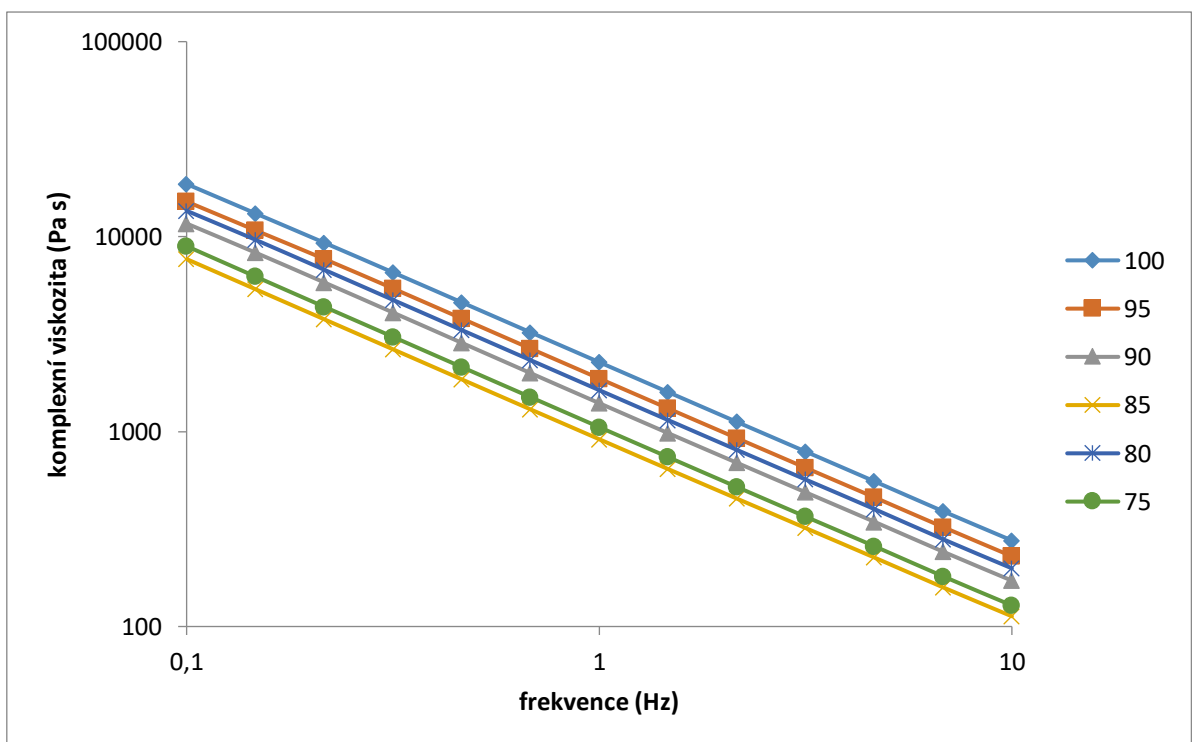
*Obrázek 19* Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě

Komplexní viskozita mléčných dezertů u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě je zaznamenána na *Obrázku 19*. Z grafu lze vyčíst, že s klesajícím obsahem banánové mouky, tedy s klesajícím obsahem škrobu ve vzorcích, klesá jejich viskozita. Nejvyšší viskozita je u vzorku 100, tedy s největším obsahem banánové mouky. Avšak nejde o pravidelné snižování viskozity se snižováním obsahu banánové mouky u vzorků. Výsledky měření poukazují na anomálii, kde vzorek 90 má nižší viskozitu než vzorek 85.



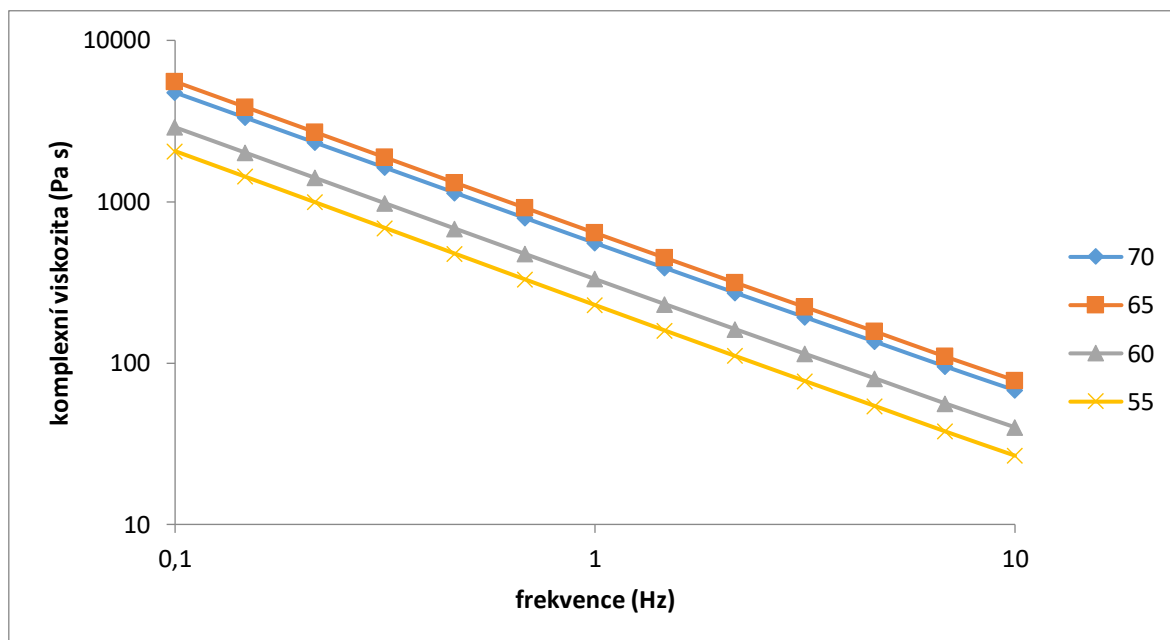
Obrázek 20 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 naměřená 1. den po výrobě

Na Obrázku 20 je znázorněna komplexní viskozita vzorků 70 – 55 1. den po výrobě. Viskozita opět klesá se snižováním obsahu banánové mouky. I v tomto případě byla pozorována anomálie, kde vzorek 55 měl vyšší viskozitu než vzorek 60.



Obrázek 21 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 naměřená 28. den po výrobě

Obrázek 21 znázorňuje komplexní viskozitu mléčných dezertů 28. den po výrobě u vzorků 100 – 75. Viskozita klesá se snižujícím se obsahem banánové mouky. Vzorek 80 má vyšší viskozitu než vzorek 90 a 85. Vzorek 85 má oproti jiným vzorkům nejnižší viskozitu.



Obrázek 22 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 28. den po výrobě

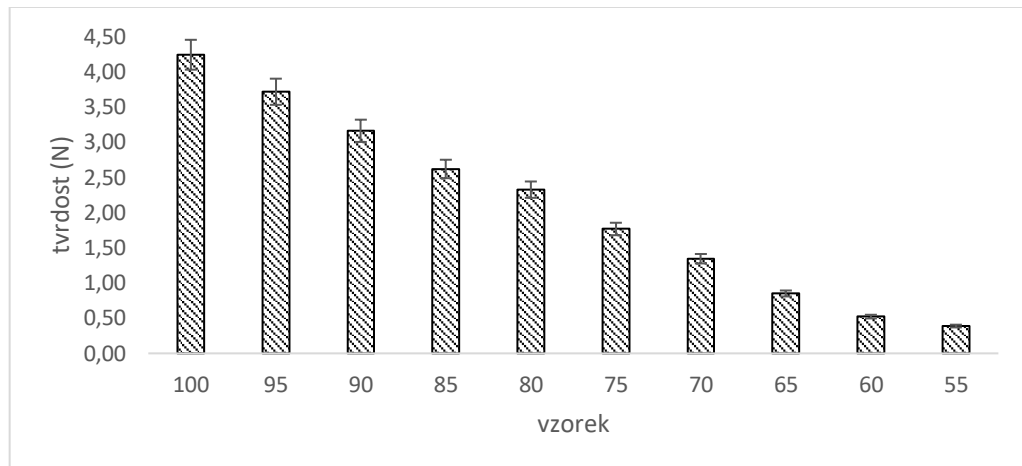
Obrázek 22 znázorňuje komplexní viskozitu mléčných dezertů 28. den po výrobě u vzorků 70 – 55. Viskozita opět klesá se snižujícím se obsahem banánové mouky. Avšak vzorek 65 má vyšší viskozitu než vzorek 70.

Komplexní viskozita u všech vzorků klesala se snižující se frekvencí. Podle Khabibullaev, J et al. [64] byly vzorky pseudoplastické. Toto chování může být přisuzováno slabým vazbám, které se vytvářejí v mléčných gelech a snížení hydrofobních interakcí mezi molekulami.

Viskozita je důležitým parametrem popisující schopnost vzorku se „rozprostřít“ nebo „proudit“. Viskozita a tvrdost spolu navzájem korelují. Díky výsledkům elastického a ztrátového modulu lze zjistit elastické a viskózní chování viskoelastických materiálů [65].

#### 6.4 Texturní vlastnosti výrobku

Posledním stanovením u mléčných dezertů byla analýza texturních vlastností. Výsledky jsou zaznamenány na *Obrázku 23*. Analýza byla prováděna pouze 1. den po výrobě.



*Obrázek 23* Texturní analýza mléčných dezertů 1. den po výrobě

Z naměřených hodnot je patrný pozvolný klesající trend tvrdosti modelových vzorků mléčných dezertů v závislosti na klesajícím obsahu banánové mouky v surovinové skladbě vzorků. Se snižujícím se obsahem banánové mouky u vzorků probíhala synereze a vzorky postupně řídly.

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv obsahu banánové mouky na vlastnosti mléčných dezertů. V praktické části byly vyrobeny mléčné dezerty s různým zastoupením banánové mouky a byly sledovány a diskutovány vybrané vlastnosti modelových vzorků mléčných dezertů.

Ze zpracovaných dat a vyhodnocených výsledků analýz modelových vzorků mléčných dezertů lze odvodit následující:

- Nebyly zaznamenány výrazné rozdíly v obsahu vodní aktivity ve vzorcích v závislosti na koncentraci banánové mouky ve vzorcích nebo jejich skladování.
- pH mléčných dezertů se výrazně nelišilo mezi vzorky, ale rozdíl nastal v průběhu skladování, kdy pH vzorků stanovovaných 28. den po výrobě bylo vyšší než pH vzorků 1. den po výrobě.
- Obsah sušiny v mléčných dezertech klesal s klesajícím obsahem banánové mouky. V průběhu skladování byla u mléčných dezertů pozorována synereze, která měla vliv na obsah sušiny pevné části vzorků.
- Stabilita u mléčných dezertů obecně klesala se snižujícím se obsahem banánové mouky. Po vzorek 90 byla stabilita vzorků vyšší 1. den po výrobě. Od vzorku 85 byla stabilita vzorků vyšší po 28. dnu od výroby.
- Mléčné dezerty 1. a 28. den po výrobě vykazovaly elastický charakter potraviny. Se snižujícím se obsahem banánové mouky byl gel řidší a elastický charakter klesal. Mléčné dezerty s rostoucí dobou skladování zvyšují svoji tuhost a komplexní viskozita klesala se snižující se frekvencí.
- Tvrdost mléčných dezertů klesala s klesajícím obsahem banánové mouky v surovinové skladbě vzorků.

Bylo zjištěno, že mléčné dezerty s obsahem banánové mouky vykazují elastický charakter potraviny a s rostoucí dobou skladování zvyšují svoji tuhost. V průběhu skladování se u mléčných dezertů začala projevovat synereze, která ovlivnila obsah sušiny u vzorků.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KONOPKA, Peter. *Sportovní výživa*. České Budějovice: Kopp, 2004. Průvodce sportem. ISBN 80-7232-228-1. s. 125.
- [2] Jiwan S Sidhu, Tasleem A Zafar, Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits, *Food Quality and Safety*, Volume 2, Issue 4, December 2018, Pages 183–188, <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy019>
- [3] Banánovníkovité – Wikipedie. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ban%C3%A1novn%C3%ADkovit%C3%A9#/media/Soubor:Map-Musaceae.PNG>
- [4] *Časopis ŽIVA* [online]. Copyright ©4G [cit. 13.11.2021]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/nove-poznatky-v-genetice-rostlin-ii-charakterizace.pdf>
- [5] BANÁNOVNÍK. [online]. Copyright © 2019 [cit. 13.11.2021]. Dostupné z: [https://havlikovaapoteka.cz/cs/herbar/clanek/bananovnik?page\\_type=post](https://havlikovaapoteka.cz/cs/herbar/clanek/bananovnik?page_type=post)
- [6] Banánovník - Musa - SalviaParadise.cz. *Salvia Paradise - Léčivé byliny, kapsle, masti, extrakty, semena* [online]. Copyright © 2021 [cit. 13.11.2021]. Dostupné z: [https://www.salviaparadise.cz/herbar-rostlin-bananovnik-musa-c-736\\_1031.html](https://www.salviaparadise.cz/herbar-rostlin-bananovnik-musa-c-736_1031.html)
- [7] Shukla, S., Mehta, A., John, J., Singh, S., Mehta, P., Vyas, S. P. (2009). Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of *caesalpinia bonducella* seeds. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 1848–1851.
- [8] Pazmino-Duran, E. A., Giusti, M. M., Wrolstad, R. E., Gloria, M. B. A. (2001). Anthocyanins from banana bracts (*Musa x paradisiaca*) as potential food colorants. *Food Chemistry*, 73: 327–332.
- [9] Erdman, J. W. Jr, Bierer, T. L., Gugger, E. T. (1993). Absorption and transport of carotenoids. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 691: 76–85.
- [10] Davey, M. W., Keulemans, J., Swennen, R. (2006). Methods for the efficient quantification of fruit provitamin A contents. *Journal of Chromatography A*, 1136: 176–184.
- [11] Krinsky, N. I., Johnson, E. J. (2005). Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*, 26: 459–516.
- [12] Fungo, R., Pillay, M. (2013).  $\beta$ -Carotene content of selected banana genotypes from Uganda. *African Journal of Biotechnology*, 10: 5423–5430.
- [13] Kandasamy, S., Aradhya, S. M. (2014). Polyphenolic profile and antioxidant properties of rhizome of commercial banana cultivars grown in India. *Food Bioscience*, 8: 22–32.

- [14] Cook, N. C., Sammon, S. (1996). Flavanoids chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *Nutritional Biochemistry*, 7: 66–76.
- [15] Sulaiman, S. F., Yusoff, N. A. M., Eldeen, I. M., Seow, E. M., Sajak, A. A. B., Supriatno, Ooi, K. L. (2011). Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa sp.*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 1–10.
- [16] Lewis, D. A., Fields, W. N., Shaw, G. P. (1999). A natural flavonoid present in unripe plantain banana pulp (*Musa sapientum* L. Var. *paradisiaca*) protects the gastric mucosa from aspirin-induced erosions. *Journal of Ethnopharmacology*, 65: 283–288.
- [17] Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13: 572–584.
- [18] Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine*, 20: 933–956.
- [19] Seymour, G. B. (1993). Banana. In: Seymour, J. E., Tucker, G. A. (eds.) *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall, NY, pp. 83–106.
- [20] Ponchet, M., Martin-Tanguy, J., Marais, A., Martin, C. (1982). Hydroxycinnamoyl acid amides and aromatic amines in the inflorescences of some *Araceae* species. *Phytochemistry*, 21: 2865–2869.
- [21] Kimura, M. (1968). Fluorescence histochemical study on serotonin and catecholamine in some plants. *Japanese Journal of Pharmacology*, 18: 162–168.
- [22] Marangoni, F., Poli, A. (2010). Phytosterols and cardiovascular health. *Pharmacological Research*, 61: 193–199.
- [23] Ostlund, R. E. Jr, Racette, S. B., Stenson, W. F. (2003). Inhibition of cholesterol absorption by phytosterol-replete wheat germ compared with phytosteroldepleted wheat germ. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77: 1385–1389.
- [24] Akihisa, T., Shimizu, N., Tamura, T., Matsumoto, T. (1986). (24S)-14a, 24-Dimethyl-9b, 19-cyclo-5a-cholest-25-en-3b-ol: a new sterol and other sterols in *Musa sapientum*. *Lipids*, 21: 494–497.
- [25] A Modern Herbal | Plantain Fruit. *Botanical.com* [online]. Dostupné z: <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/p/plafru51.html>
- [26] Banán plantain – Titbit. *Titbit* [online]. Copyright © 2001 [cit. 14.11.2021]. Dostupné z: <https://titbit.cz/produkt/banan-plantain/>

- [27] Plantain banana | alimentarium. *Redirecting to <https://www.alimentarium.org/en>* [online]. Copyright © Shutterstock [cit. 24.04.2022]. Dostupné z: <https://www.alimentarium.org/en/knowledge/plantain-banana>
- [28] BLANCKE, Rolf. *Tropical fruits and other edible plants of the world: an illustrated guide*. Ithaca: Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, 2016, 339 s. ISBN 9780801454172.
- [29] MORTON, Julia Frances, DOWLING, Curtis F., ed. *Fruits of warm climates*. [Brattleboro]: EPBM, Echo Point Books & Media, [2013], xii, 505 s. ISBN 9781626549722.
- [30] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Příloha I [vid. 2022-02-02]
- [31] STRATIL, P. *Výživou za zdravím, VZORNÁ TJ VŠZ V BRNĚ, BRNO, 1987. č.j. 3700445 86.*
- [32] VÚP - Hlavná stránka - Vlákna v potravinách. *VÚP - Hlavná stránka - Aktuality* [online]. Copyright © 2022 Správca obsahu [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.vup.sk/index.php?mainID=1&navID=43#Defin%C3%ADcia>
- [33] STRNADELOVÁ, Vladimíra a Jan ZERZÁN. *Radost z jídla: nejen makrobiotika očima lékaře a pacienta*. 6., dopl. vyd. Olomouc: ANAG, c2011. ISBN 978-80-7263-704-1.
- [34] MIŠURCOVÁ, Ladislava. *Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě člověka: New nutritional aspects and utilization of seaweed and freshwater algae in human diet : teze disertační práce*. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2009. ISBN 978-80-7318-874-0.
- [35] ScienceDirect. *ScienceDirect* [online]. Copyright © [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996900000387>
- [36] BEŇO, Igor. *Náuka o výživě: fyziologická a léčebná výživa*. Martin: Vydavatelství Osveta, 2008, 145 s. Učebnice pro fakulty ošetrovatelstva. ISBN 978-80-8063-294-6.
- [37] 33 potravin s vysokým obsahem vlákniny a přehledná tabulka. *Fitness blog: články kterým můžeš věřit :: Fitnessrevolution.cz* [online]. Copyright © 2020 fitnessrevolution.cz [cit. 07.05.2022]. Dostupné z: <https://fitnessrevolution.cz/vlaknina-potraviny/>
- [38] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-00-3.



- [39] HOLEČEK, Milan. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1562-7.
- [40] HRABĚ, Jan, František BUŇKA a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: pro kombinované studium*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [41] *Macromolecules* 2006, 39, 12, 4202–4206. Publication Date: May 19, 2006  
<https://doi.org/10.1021/ma060261e>
- [42] ŠIMKO, M., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., BÍRO, D., CHRENKOVÁ, M., KOPČEKOVÁ, J., JURÁČEK, M., GÁLIK, B., *Sacharidy vo výžive prežúvavcov*, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2010. ISBN 978-80-552-0337-9.
- [43] Vlákna snižuje riziko minimálne štyri ochorenia - Novinky.cz. *Novinky.cz – najčtenější zprávy na českém internetu* [online]. Copyright © 2003 [cit. 24.04.2022]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/zena/zdravi/clanek/vlaknina-snizuje-riziko-minimalne-ctyr-onemocneni-40270260>
- [44] KULICOVÁ, D. a kolektiv. *Nauka o poživatinách 1*. vydání, Martin, Osveta, 2001. ISBN 80-8063-165-4.
- [45] PEŠEK, Milan. *Potravinářské zboží*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2000. ISBN 80-7040-399-3.
- [46] PRATT, Steven G. a Kathy MATTHEWS. *Superpotraviny: 14 potravin, které změni váš život*. V Praze: Ikar, 2005. ISBN 80-249-0473-x.
- [47] ScienceDirect. *ScienceDirect* [online]. Copyright © [cit. 08.02.2022]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X09002501>
- [48] HEALTH LINK - Chlorella Japan tablety. *HEALTH LINK - Vaše cesta za zdravím* [online]. Copyright © [cit. 08.02.2022]. Dostupné z: <http://www.healthlink.cz/produkty/doplanky-stravy/chlorella-japan-tablety/>
- [49] ROUBÍK, Lukáš. *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport, [2018]. ISBN 978-80-905685-5-6.
- [50] BENEŠOVÁ, Luisa. *Potravinářství. '91*. Praha: Středisko potravinářských informací Výzkumného ústavu potravinářského, 1992, 165 s. ISBN 8085120267.
- [51] *Základy analýzy potravin* [online]. Copyright © [cit. 18.04.2022]. Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~koplikr/Sacharidy.pdf>
- [52] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-7157-811-8.

- [53] JAVORSKÝ, P. Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. České Budějovice: MZV ČR, 1987
- [54] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074181450.
- [55] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074182082.
- [56] CHANDAN, Ramesh C., Arun KILARA a Nagendra P. SHAH. *Dairy processing and quality assurance*. Second edition. Chichester, UK: John Wiley, 2016, 1 online resource. ISBN 9781118810293. Dostupné také z: <https://proxy.k.utb.cz/login?url=https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118810279>
- [57] BROWNLEE, Iain A., 2011. The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids* [online]. **25**(2), 238-250 [cit. 2022-02-21]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2009.11.013
- [58] CANADA, H. D. Goff, University of Guelph,. Fibre-enriched dairy products. *Fibre-Rich and Wholegrain Foods* [online]. Elsevier, 2013, 2013, s. 311-328 [cit. 2022-04-25]. ISBN 9780857090386. Dostupné z: doi:10.1533/9780857095787.4.311
- [59] Dairy products go high in fibre. *Food Processing Technology | Food News & Views Updated Daily* [online]. Copyright © Copyright 2022 Verdict Media Limited. [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://www.foodprocessing-technology.com/comment/dairy-products-go-high-fibre/>
- [60] Yakult Plus | Yakult. *Science (not magic)* [online]. Copyright © YAKULT 2018 [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://yakult.com/mt/ingredients/yakult-plus/>
- [61] AGUILAR-RAYMUNDO, Victoria Guadalupe a Jorge Fernando VÉLEZ-RUIZ. Physicochemical and Rheological Properties of a Dairy Dessert, Enriched with Chickpea Flour. *Foods* [online]. 2018, **7**(2) [cit. 2022-05-11]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods7020025
- [62] KAPOOR, Rohit a Lloyd E. METZGER, 2008. Process Cheese: Scientific and Technological Aspects—A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. **7**(2), 194-214 [cit. 2022-03-10]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/j.1541-4337.2008.00040.x
- [63] ČERNÍKOVÁ, Michaela et al., 2017. The effect of selected processing parameters on viscoelastic properties of model processed cheese spreads. *International Dairy Journal* [online]. **66**, 84-90 [cit. 2022-03-15]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2016.11.007

- [64] KHABIBULLAEV, J et al., MAY 02-03, 2019. RHEOLOGICAL PROPERTIES OF LACTOSE-FREE YOGHURT IN RELATION TO ENZYME CONCENTRATIONS. *FoodBalt* [online]. **2019**(13), 40-44 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: doi:10.22616/FoodBalt.2019.018
- [65] SALEK, Richardos Nikolaos et al., 2020. The impact of Chios mastic gum on textural, rheological and melting properties of spread-type processed cheese during storage. *International Dairy Journal* [online]. **109** [cit. 2022-03-15]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2020.104755
- [66] MOUFLE, AL, JAMET, J a KAROUI, R, NOV 2018. Multi-factor accelerated aging of neutral pudding packed in retort pouches determined by instrumental and fluorescence techniques. *JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE* [online]. **2018**(98), 5386-5395 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.9080

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

USDA Ministerstvo zemědělství Spojených států amerických

ROS Reaktivní formy kyslíku

RNS Reaktivní formy dusíku

WHO Světová zdravotnická organizace

EFSA European Food Safety Authority

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Původ rodu Musa [3].....</i>	12
<i>Obrázek 2 Plantain [27].....</i>	17
<i>Obrázek 3 Potraviny s vysokým obsahem vlákniny [43].....</i>	26
<i>Obrázek 4 Italský výrobek Yakult Plus 's [60].....</i>	38
<i>Obrázek 5 Vzorčky vyrobených mléčných dezertů*, vlastní fotografie.....</i>	43
<i>Obrázek 6 Měření vodní aktivity, vlastní fotografie.....</i>	44
<i>Obrázek 7 Vodní aktivita mléčných dezertů po 1. a 28. dnu od výroby.....</i>	47
<i>Obrázek 8 pH mléčných dezertů po 1. a 28. dnu od výroby.....</i>	48
<i>Obrázek 9 Obsah sušiny v mléčných dezertech 1. a 28. den po výrobě.....</i>	49
<i>Obrázek 10 Test stability 1. a 28. den po výrobě.....</i>	50
<i>Obrázek 11 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě.....</i>	51
<i>Obrázek 12 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 1. den po výrobě.....</i>	51
<i>Obrázek 13 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 28. den po výrobě.....</i>	52
<i>Obrázek 14 Elastický modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 28. den po výrobě.....</i>	52
<i>Obrázek 15 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě.....</i>	53
<i>Obrázek 16 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 1. den po výrobě.....</i>	53
<i>Obrázek 17 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 28. den po výrobě.....</i>	54
<i>Obrázek 18 Ztrátový modul pružnosti (Pa) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 28. den po výrobě.....</i>	54
<i>Obrázek 19 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 1. den po výrobě.....</i>	57
<i>Obrázek 20 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 naměřená 1. den po výrobě.....</i>	58
<i>Obrázek 21 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 100 – 75 naměřená 28. den po výrobě.....</i>	58
<i>Obrázek 22 Komplexní viskozita (Pa s) v závislosti na frekvenci (Hz) u vzorků 70 – 55 28. den po výrobě.....</i>	59
<i>Obrázek 23 Texturní analýza mléčných dezertů 1. den po výrobě.....</i>	60

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Chemické složení plodů sladkých banánů na 100 g [2].....	14
Tabulka 2 Obsah rozpustné a nerozpustné vlákniny v potravinách [38] .....	21
Tabulka 3 Obsah vlákniny v potravinách (g/100 g) [1] .....	31
Tabulka 4 Složení mléčných dezertů (g) .....	41
Tabulka 5 Hodnoty komplexního modulu pružnosti ( $G^*$ ) a tangentu fázového posunu $\delta$ (-) při frekvenci 1 Hz mléčných dezertů 1. den po výrobě.....	55
Tabulka 6 Hodnoty komplexního modulu pružnosti ( $G^*$ ) a tangentu fázového posunu $\delta$ (-) při frekvenci 1 Hz mléčných dezertů 28. den po výrobě.....	56