

# Využití čekankového sirupu při výrobě jemného pečiva

Bc. Jitka Huvarová

---

Diplomová práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jitka Huvarová**  
Osobní číslo: **T21484**  
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Využití čekankového sirupu při výrobě jemného pečiva**

## Zásady pro vypracování

### I Teoretická část

Charakteristika jemného pečiva.

Reformulace při výrobě jemného pečiva.

Charakteristika čekankového sirupu a jeho využití při výrobě reformulovaných potravin.

### II. Praktická část

Charakteristika použitých surovin.

Popis metod výroby jemného pečiva.

Popis metod hodnocení jemného pečiva.

Získané výsledky a jejich diskuse s literaturou.

Závěry plynoucí z práce.

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] Pouille, C. L., Jegou, D., Dugardin, C., Cudennec, B., Ravallec, R., Hance, P., & Lucau-Danila, A. (2020). Chicory root flour A functional food with potential multiple health benefits evaluated in a mice model. *Journal of Functional Foods*, 74, 104174
- [2] Zacharová, M., Burešová, I., Gál, R., & Walachová, D. (2018). Chicory syrup as a substitution of sugar in fine pastry. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*
- [3] Wang, Q., & Cui, J. (2011). Perspectives and utilization technologies of chicory (*Cichorium intybus* L.): A review. *African Journal of Biotechnology*, 10(11), 1966-1977

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

---

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

---

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

Ve Zlíně dne 20. února 2023

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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 – diplomovou 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 diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Cílem práce bylo posoudit vliv náhrady cukru a tuku čekankovým sirupem na reologické vlastnosti těsta a fyzikální a texturní vlastnosti jemného pečiva. V experimentální části byly vyrobeny tři šarže koblih z kynutého těsta s 0%, 15% a 30% obsahem čekankového sirupu, nahrazujícím cukr a tuk. Bylo zjištěno, že koblihová těsta s přídavkem čekankového sirupu kynou proti kontrolnímu těstu rychleji, ale nabývají menších objemů a dochází u nich k srovnatelným nebo vyšším poklesům objemu po celkovém čase fermentace. Největší rozdíl v hmotnosti těsta a koblih byl naměřen u vzorku S15%. Na rozměr koblih se vliv sirupu neprokázal. Čekankový sirup snížil tvrdost a žvýkatelnost koblih. Z analýzy texturních vlastností lze konstatovat, že je možné nahradit až 30 % cukru a tuku v koblihovém těstě čekankovým sirupem.

Klíčová slova: kynuté těsto, oligofruktózový sirup, jemné pečivo, reologické vlastnosti, TPA

## **ABSTRACT**

The aim of the study was to assess the effect of sugar and fat replacement with chicory syrup on the rheological properties of the dough and the physical and textural properties of fine pastries. In the experimental part, three batches of doughnuts were made with 0%, 15% and 30% chicory syrup replacing sugar and fat. It was found that doughnut doughs with the addition of chicory syrup rise faster than the control dough, but gain smaller volumes and have comparable or higher volume decreases after the total fermentation time. The greatest difference in dough and doughnut weight was measured for the S15% sample. There was no effect of syrup on doughnut size. Chicory syrup decreased the hardness and chewiness of the doughnuts. An analysis of the textural properties shows that it is possible to replace up to 30 % of the sugar and fat in the doughnut dough with chicory syrup.

Keywords: yeast dough, oligofructose syrup, fine pastry, rheological properties, TPA

Ráda bych poděkovala doc. RNDr. Ivě Burešové, PhD. za odborné vedení mé práce, postřehy a rady, ochotu, vstřícnost a trpělivost během konzultací a Ing. Romaně Šebestíkové za poskytnuté informace a pomoc při práci v laboratoři. Svě rodině chci poděkovat především za trpělivost a podporu.

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

# OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA JEMNÉHO PEČIVA .....</b>	<b>11</b>
1.1 OZNAČOVÁNÍ JEMNÉHO PEČIVA .....	11
1.2 SMAŽENÉ JEMNÉ PEČIVO .....	11
1.2.1 Senzorické vlastnosti koblih .....	12
1.3 SUROVINY PRO VÝROBU KYNUTÉHO JEMNÉHO PEČIVA .....	12
1.3.1 Cukr.....	12
1.3.2 Tuk .....	13
1.4 NUTRIČNÍ HODNOTY JEMNÉHO PEČIVA A JEHO VÝZNAM VE VÝŽIVĚ .....	13
1.4.1 Výživová doporučení .....	13
<b>2 REFORMULACE PŘI VÝROBĚ JEMNÉHO PEČIVA.....</b>	<b>15</b>
2.1 NÁHRADY CUKRU.....	16
2.1.1 Intenzivní sladidla syntetická.....	16
2.1.2 Intenzivní sladidla přírodní .....	17
2.1.3 Objemová sladidla.....	17
2.2 NÁHRADY TUKU .....	19
2.2.1 Oleje .....	19
2.2.2 Tuková minetika.....	19
2.3 REFORMULACE A LEGISLATIVA .....	20
<b>3 VYUŽITÍ ČEKANKOVÉHO SIRUPU PŘI VÝROBĚ JEMNÉHO PEČIVA.....</b>	<b>22</b>
3.1 SLOŽENÍ ČEKANKOVÉHO SIRUPU .....	22
3.2 VYUŽITÍ ČEKANKOVÉHO SIRUPU .....	23
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>24</b>
<b>4 POUŽITÉ SUROVINY, PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....</b>	<b>25</b>

<b>5</b>	<b>METODA VÝROBY A HODNOCENÍ KYNUTÉHO SMAŽENÉHO PEČIVA.....</b>	<b>26</b>
5.1	VÝROBA KOBLIHOVÉHO TĚSTA .....	26
5.2	HODNOCENÍ KOBLIHOVÉHO TĚSTA .....	27
5.2.1	Parametry koblíhového těsta .....	27
5.3	VÝROBA KOBLIH .....	29
5.4	HODNOCENÍ KOBLIH.....	29
5.4.1	Stanovení fyzikálních vlastností .....	29
5.4.2	Stanovení textury .....	29
5.5	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ .....	31
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE .....</b>	<b>32</b>
6.1	REOLOGICKÉ VLASTNOSTI KOBLIHOVÉHO TĚSTA .....	32
6.2	FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI KOBLIH .....	36
6.3	STANOVENÍ TEXTURY KOBLIH .....	37
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>39</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>40</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>49</b>



## ÚVOD

Cílem práce bylo posoudit vliv náhrady cukru a tuku čekankovým sirupem na reologické vlastnosti těsta a fyzikální a texturní vlastnosti výrobku.

Důvodem, proč byl zvoleno právě smažené jemné pečivo, je jeho velká obliba u konzumentů díky textuře, barvě a chuti. Nutriční negativa u tohoto typu výrobků představuje, jako u většiny typů jemného pečiva, vysoké množství recepturního cukru a tuku. Nadměrná konzumace cukru a tuku je spojována se zvýšeným výskytem civilizačních chorob u dospělých i dětí.

V recepturách jemného pečiva je jako cukr označována sacharóza. Její přídavek významně ovlivňuje chuťové a texturní vlastnosti výrobku. Sacharózu řadíme mezi jednoduché sacharidy, které jsou zdrojem rychlé energie pro organismus a neměly by být převažujícím typem konzumovaných sacharidů. Zdraví prospěšnější jsou složité cukry, polysacharidy, k jejichž trávení jsou využívány trávicí enzymy. Energie je z nich získávána pomaleji a je organismu k dispozici déle.

Mezi tuky používané v pekárenství patří máslo, pekařské margaríny, oleje a sádlo. Zdravotní rizika, například obezita, jsou spojena především s nadměrnou konzumací tuků. Množství energie v tucích je až 33 kJ na 1 g. S nevhodným poměrem mono a polynenasycených mastných kyselin a nadbytkem trans nenasycených mastných kyselin ve stravě bývají spojována kardiovaskulární onemocnění, dyslipidemie a další.

Pro částečnou náhradu cukru a tuku v jemném pečivu byl použit čekankový sirup. Tento sirup nabízí široké uplatnění v potravinářských výrobcích jako sladidlo a modifikátor textury. Je velmi dobře rozpustný, váže velké množství vody a přispívá ke stabilitě potraviny. Vysoký obsah rozpustné vlákniny v sirupu přispívá ke správné činnosti trávicího traktu, snížení hladiny krevního cukru a cholesterolu a zlepšení vstřebávání některých minerálních látek.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHARAKTERISTIKA JEMNÉHO PEČIVA

Jemným pečivem jsou nazývány pekařské výrobky získané tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním přídatkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru na celkovou hmotnost použitých mlýnských výrobků. Tepelnou úpravou rozumíme převážně pečení, u části výrobků smažení, extrudování nebo pufování (Česko, 2020).

Na našem trhu má významné zastoupení jemné pečivo z kynutého těsta. Výrobky mohou být neplněné (vánočky, mazance, štolky, sladké rohlíky, loupáky, makovky atd.) nebo plněné (záviny, buchty, koláče). U českých spotřebitelů jsou podle ředitele Svazu pekařů a cukrářů velmi oblíbené náplně maková, tvarohová a ořechová (Dřížhal, 2020).

### 1.1 Označování jemného pečiva

Jemné pečivo označujeme typem použitého těsta, technologickým zpracováním, případně druhem náplně nebo polevy. Rozlišujeme tak výrobky z kynutého těsta, listového těsta, z kynutého listového těsta, z taženého těsta, z litých, šlehaných, jádrových a třených hmot, z křehkých tukových těst. Dále výrobky smažené, čajové pečivo, ovocný chlebiček, slané nebo sýrové pečivo (Burešová a Lorencová, 2013).

Jemné pečivo smí být v tržní síti nabízeno jako čerstvé, pokud celý proces výroby nebyl přerušen zmrazením nebo jinou technologickou úpravou, která by vedla k prodloužení trvanlivosti. Jemné pečivo lze prodávat i v rozmrazeném stavu nebo dokončené ze zmrazeného polotovaru, ale v těchto případech musí být na místě prodeje v bezprostřední blízkosti tohoto pečiva tato informace uvedena (Česko, 2020).

### 1.2 Smažené jemné pečivo

Smažené jemné pečivo je vyráběno převážně z kynutého těsta v mnoha variantách. Na českém trhu jsou to nejčastěji koblihy, donuty, kapsy, bavorské vdolečky, šišky a další tvary. Výrobky lze dokončovat různými způsoby. Mohou být plněny džemem, tvarohovými a ovocnými náplněmi, lze je prořezat a promazávat krémy. Povrch výrobků může být upraven cukrem, polevou nebo posypem (obr. 1) (Šedivý et al., 2016).



Obrázek 1 – Možná povrchová úprava koblih  
(Anonym, ©2023a)

### 1.2.1 Senzorické vlastnosti koblih

Typickými znaky koblih jsou velký objem, pravidelný, nedeformovaný tvar, přiměřený stupeň nakypření a pórovitosti a charakteristická, cca 1 cm široká obroučka po obvodu. Koblihy mají mít odpovídající zlatohnědou barvu kůrky, lehce nažloutlou dostatečně prosmaženou střídu. Střída není nadměrně nasáklá tukem. U plněných koblih je pak vyžadováno přiměřené množství náplně (Šedivý et al., 2016).

## 1.3 Suroviný pro výrobu kynutého jemného pečiva

Základními surovinami pro výrobu kynutého jemného pečiva jsou pekařská mouka hladká světlá nebo polosvětlá, voda, pekařské droždí a sůl. Významnou recepturní součástí tvoří cukr a tuk.

### 1.3.1 Cukr

Pojmem cukr je v pekařských recepturách označována krystalická sacharóza, řepný cukr. Pro jemné pečivo je charakteristický přídavek cukru v množství 5–10 % na mouku u kynutých těst, šlehaná a třená těsta obsahují až 30 % cukru na mouku. Důvod, proč se cukr do těst přidává, spočívá v jeho technologických vlastnostech. Interakce cukru s ostatními recepturními složkami způsobují zvýšení teploty želatinace škrobu, zpoždění ve vývoji lepkové sítě, zhnědnutí povrchu pečiva a prodloužení jeho mikrobiální stability. Cukr pečivu

dodává jemnou sladkou chuť a společně s přísadkou soli pak vytváří dojem komplexní plné chuti (Hrabě et al., 2007; Šedivý et al., 2016).

### 1.3.2 Tuk

Druh použitého tuku a jeho množství závisí na konkrétní kategorii vyráběného jemného pečiva. Recepturní množství tuku u kynutého pečiva se pohybuje mezi 10–18 % na mouku (Šedivý et al., 2016).

Technologický význam tuku je v jeho schopnosti vázat a stabilizovat kypřicí plyn v těstě a tím vytvářet texturu výrobku. Jemné pečivo s vyšším obsahem tuku za současného použití emulgátorů stárne pomaleji a má vyšší senzoryckou kvalitu. Nejčastěji používaným tukem do kynutého těsta jsou rostlinné oleje (Čížková et al., 2019).

## 1.4 Nutriční hodnoty jemného pečiva a jeho význam ve výživě

Jemné pečivo je vyráběno především ze světlých a polosvětlých pšeničných mouk. Tyto mouky obsahují jen velmi malé množství vlákniny (1 – 3 %) a vysoké množství škrobu. Vysoké množství škrobu, nízký obsah vlákniny a přidaný cukr dělá z jemného pečiva potravinu s vysokým glykemickým indexem. Glykemický index (GI) je z hlediska nutričního hodnocení důležitým parametrem. Jde se o bezrozměrnou veličinu, kvantifikující vliv jednotlivých potravin na zvýšení hladiny glukózy v krvi po jídle. Podle hodnoty GI rozlišujeme potraviny na ty s nízkým GI (GI < 55), se středním GI (GI 56–69) a s vysokým GI (GI > 70). U jemného pečiva se GI pohybuje mezi 70 – 80. Kalorická hodnota jemného pečiva se pohybuje podle typu výrobků mezi 1100 – 1800 kJ na 100 g. Nutričně nevýznamné, vzhledem ke konzumovanému množství, je množství vitaminů a minerálních látek (Bajerová et al., Sluková, Skřivan, 2016).

Jemné pečivo typu buchty, koláče a sladké pečivo konzumuje 21,8 % českých spotřebitelů dvakrát až třikrát měsíčně, 14,6 % spotřebitelů je nekonzumuje (Grulichová, © 2022).

### 1.4.1 Výživová doporučení

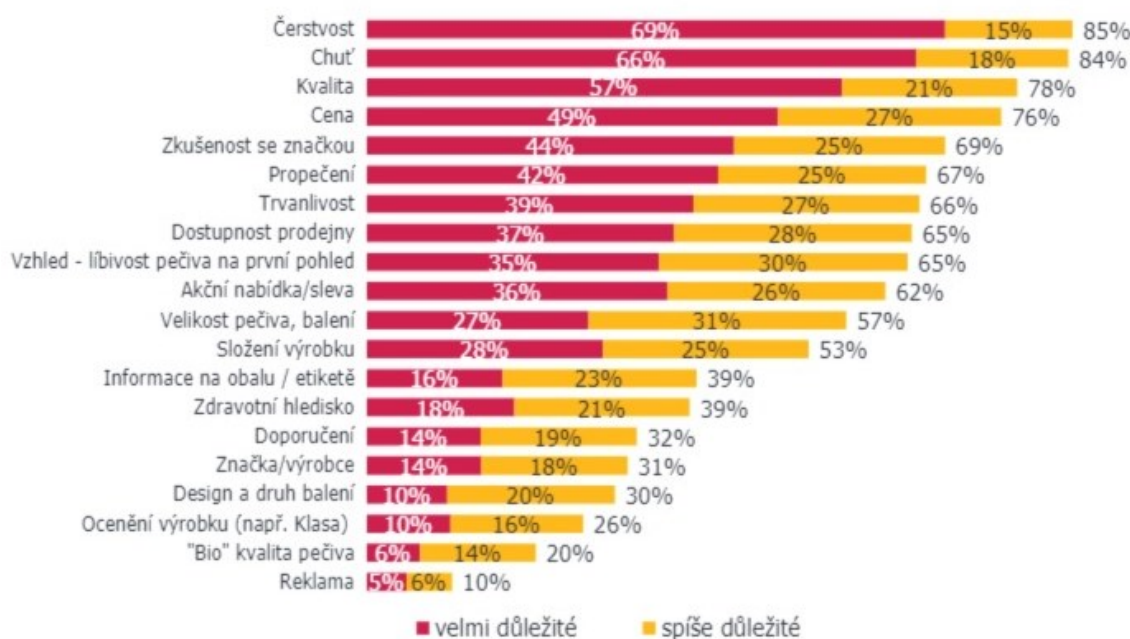
Sacharidy, jako primární zdroj energie, by měly tvořit 50–55 % z celkového denního příjmu energie, z toho maximálně 5 – 10 % jednoduchých cukrů. Zvýšená konzumace jednoduchých cukrů nepřímo ovlivňuje zvyšování hmotnosti a jejich dlouhodobá konzumace vede k výskytu zubního kazu (WHO, 2018).

Většinu energetického příjmu ze sacharidů zajišťují polysacharidy, např. škrob. Menší část energie pak poskytují jednoduché cukry, např. sacharóza, glukóza. Kromě nich je pro lidský organismus důležitý pravidelný a dostatečný příjem nestravitelných polysacharidů. Tyto polysacharidy jsou souhrnně označovány jako vláknina. Základní dělení vlákniny je na rozpustnou, např. inulin a nerozpustnou, např. celulóza. Denní příjem vlákniny doporučený společností DACH je 30 g ( (Dostálová, Dlouhý a Tláskal, 2012; Anonym, © 2021).

Pro denní příjem tuku doporučuje Společnost pro výživu ČR hranici 30 % celkové energie přijaté z potravy (cca 70 g tuku) u dospělých, u dětí školního věku max 35 %. Nasycené mastné kyseliny (SFA) by měly tvořit max 10 % celkového denního příjmu tuku (cca 20 g), polyenové mastné kyseliny (PFA) 7-10 %. Negativní vliv na lidské zdraví mají zejména trans nenasycené mastné kyseliny (TFA) obsažené v pekařských margarínech, určených převážně do levnějších výrobků. Jejich příjem by neměl překročit 2,5 g na den (Dostálová, Dlouhý a Tláskal, 2012).

## 2 REFORMULACE PŘI VÝROBĚ JEMNÉHO PEČIVA

Reformulace potravin znamená jejich vývoj vedoucí k prospěchu lidskému zdraví. Narůstající počet nemocných obezitou, diabetem a kardiovaskulárními chorobami ve světě vede k doporučení výrobcům potravin, aby snižovali energetickou hodnotu potravin, množství přidaného cukru, soli, množství tuku, zejména nasycených a trans nenasycených mastných kyselin a zvyšovali objem vlákniny. U jemného pečiva zákazníci oceňují zejména vysoký podíl kvalitních surovin a náplní a nechávají se oslovit zdravější variantou (obr. 2) (Dřížhal, 2020).



Obrázek 2 - Faktory ovlivňující nákup pečiva

(IBRS, 2023)

Podmínkou úspěšné reformulace je její technologická proveditelnost. Směrem ke spotřebiteli je vyžadována bezpečnost potraviny, vysoká nutriční hodnota, srovnatelné sensorické vlastnosti jako u nereformulovaného výrobku a přijatelná cena. Podle prezidentky potravinářské komory ČR Dany Večeřové je při reformulaci důležité uvědomit si, jakou vlastnost konkrétní recepturní složka výrobku dodává. Reformulace receptury jemného pečiva může spočívat ve snížení množství tuku a/nebo použití takového, který má vhodnější lipidový profil. Dále ve snížení množství přidaného cukru s využitím různých typů sladidel a navýšení množství vlákniny (Čížková et al., 2019).

## 2.1 Náhrady cukru

Nejjednodušším způsobem, jak snížit množství cukru v pečivu, je nepoužít celou recepturní dávku. Byly publikovány výsledky prostého snížení množství sacharózy v pečivu o 15–20 %, které nevedly ke zjevným změnám výrobku (Rández-Gil et al., 2014).

Významnější snížení recepturního množství cukru i jeho úplné nahrazení umožňují sladidla. Sladidla můžeme rozdělit na intenzivní a objemová. Intenzivní sladidla jsou dále rozlišována podle původu na syntetická a přírodní. Mezi objemová sladidla jsou řazeny cukerné alkoholy. Sladidla patří mezi přídatné látky a jsou značeny E-kódy. Intenzivní sladidla se obvykle vyskytují ve formě tablet, v malém množství mohou být obsažena i v některých sladidlech v kapalně nebo práškové formě. Objemová sladidla jsou obvykle používána v krystalické podobě velmi podobné běžnému krystalickému cukru (Froněk, 2021; SZPI, 2017; Gabrovská a Chýlková, 2017).

Způsob, jak posílit sladkou chuť použitých sladidel představují pozitivní alosterické modulátory (PAM). PAM posilují vazbu sladidel s receptory sladké chuti, která je i přes snížené množství sladidla vnímána dostatečně intenzivně. Definici látek zvýrazňujících chuť a vůni stanovuje nařízení ES č. 1333/2008 o přídatných látkách v potravinách. PAM byly schváleny asociací FEMA pro použití v nápojích jako aromatická látka. Pro PAM v kombinaci se sacharózou zatím nejsou k dispozici testy o bezpečnosti (Carniel Beltrami, Döring a De Dea Lindner, 2018).

Zvolená sladidla musí odpovídat požadovanému chuťovému profilu, technologickým vlastnostem sacharózy a být cenově dostupná (Peris et al., 2019).

### 2.1.1 Intenzivní sladidla syntetická

Intenzivní sladidla syntetická jsou tvořena organickými sloučeninami s několikanásobně vyšší sladivostí než sacharóza (tab. 1). Relativní sladivost se může lišit podle druhu potraviny v níž je obsaženo. Výhodou tohoto typu sladidel je, že s výjimkou aspartamu jsou pro lidský organismus nestravitelné a nevnáší do potraviny žádnou energetickou hodnotu a jsou nekariogenní. Byly uveřejněny studie použití intenzivních sladidel v pečivu v kombinaci s objemovými sladidly, např. alditoly nebo vlákninou (Struck et al., 2014).



Tabulka 1 – Sladivost vybraných intenzivních sladidel (Čopíková et al., 2013)

Sladidlo	Sladivost
Acesulfam-K	200
Aspartam	180–220
Cyklamát	30
Sacharin	300–500
Sukralóza	600

### 2.1.2 Intenzivní sladidla přírodní

#### *Steviol-glykosidy*

Jako steviol-glykosidy je označována skupina látek extrahovaná z listů rostliny stévie sladké (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Steviosid, hlavní sladká složka, je 200–300 krát sladší než sacharóza, má velmi nízkou kalorickou hodnotu a je nekariogenní. (SZÚ, © 2009-2023).

Kombinace steviol-glykosidů jako intenzivního sladidla v koncentraci srovnatelné se sladivostí sacharózy a hydrokoloidů, alditolů nebo rostlinné vlákniny jako látek dodávajících objem, umožňuje v jemném pečivu plně nahradit cukr (Zahn et al., 2013).

### 2.1.3 Objemová sladidla

#### *Cukerné alkoholy*

Cukerné alkoholy, alditoly, jsou přírodní látky, nacházející se v některých druzích ovoce. Patří mezi přírodně identická sladidla se stejnou a nižší sladivostí než sacharóza (obr. 3). Díky těmto vlastnostem mohou sloužit i jako plnidla. Nestravitelné alditoly fermentují bakterie v tlustém střevě, kde vykazují prebiotické účinky. Nadměrná konzumace může působit laxativně. Používají se v krystalické formě nebo ve formě sirupů (Ghosh a Sudha, 2012).

Tabulka 2 – Sladivost vybraných alditolů (Čopíková et al., 2013)

Sladidlo	Sladivost
Xylitol	1
Isomalt	0,45-0,6
Maltitol	0,8-0,9
Lactitol	0,3-0,4
Sorbitol	0,5
Mannitol	0,5
Erythritol	0,6-0,8

Kynuté koláče s použitím směsi alditolů, oligo-fruktózy a polydextrózy místo cukru měly podle publikované studie světlejší barvu, menší výsledný objem, ale byly vláčnější a měkčí (Ronda a Gómez, 2005).

### ***Inulin***

Inulin je vedle škrobu druhým největším zásobním polysacharidem a významným zdrojem dietetické vlákniny. Vyskytuje se v kořenech, hlízách a cibulích některých rostlin, v některých bakteriích a houbách. Je složen z jednotek D-fruktózy (obvykle 20 - 30) navzájem spojených  $\beta$ -(1→2) glykosidickou vazbou. Řetězec bývá zpravidla zakončen D-glukózou. Parciální enzymatickou hydrolyzou je inulin přeměňován na oligofruktany, úplnou hydrolyzou na fruktózu a glukózu. Inulin je dostupný jako bílý krystalický prášek, bez pachu. Má neutrální sladkou chuť. Sladivost se liší podle stupně polymerace. U standardního inulinu s dlouhým řetězcem (< 60) je sladivost proti sacharóze zhruba 10%, hydrolyzou řetězců se sladivost zvyšuje. Inulin není v horní části trávicího traktu štěpen amylázou. Je fermentován bakteriemi tlustého střeva, kde plní roli prebiotika. Nadměrná konzumace inulinu může vyvolat nadýmání a plynatost, u citlivějších osob a dětí může mít laxativní účinky (Anonym, ©2023c; Perović et al., 2021; Račická, 2012; Franck, 2002; Velíšek a Hajšlová, 2009).

V publikovaných studiích byl inulin obsažený v oligo-fruktózovém sirupu použit jako náhrada cukru (Zacharová et al., 2018) a v krystalické formě jako částečná náhrada tuku (Błońska, Marzec a Błaszczyk, 2014; Rodríguez-García, Sahi a Hernando, 2014).

## 2.2 Náhrady tuku

V případě snížení recepturního množství tuku bez přídavku emulgátoru nebo úplného vynechání tuku, je těsto obtížně zpracovatelné a finální výrobek nemá požadovanou kvalitu. Mezi běžně používané tuky v pekárenství patří máslo, sádlo, pekařské margaríny, mléčný tuk, hydrogenovaný kokosový olej, slunečnicový a olivový olej. Reformulací lze zlepšit nutriční hodnotu potraviny použitím oleje nebo tuku s vhodnějším lipidovým profilem. Kvalitu tuku z nutričního hlediska určuje poměr nasycených, nenasycených (MFA) a polynenasycených mastných kyselin. Živočišné tuky jsou z převážné části tvořeny estery nasycených mastných kyselin. Pekařské margaríny určené převážně do levnějších výrobků, obsahují vysoké procento TFA. Nadměrná konzumace SFA a TFA zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění a obezity (Dostálová, Dlouhý a Tláskal, 2012; Šedivý et al., 2016).

### 2.2.1 Oleje

Tuky s nevhodným poměrem SFA/MFA/ PFA a tuky obsahující TFA lze nahradit rostlinnými oleji s vyšším obsahem kyseliny olejové a omega-3 mastných kyselin (Thondre a Clegg, 2019).

Nízká viskozita a stupeň nenasycenosti nutričně vhodnějších rostlinných olejů může představovat technologický problém v případě textury, stupně nakypření a oxidační stability pečiva. Možností, jak tyto problémy odstranit je převedení tekutého oleje na gelovou strukturu, aniž by byly změněny jeho chemické vlastnosti (Pehlivanoğlu et al., 2018).

### 2.2.2 Tuková minetika

Pojmem tukové minetikum jsou označovány náhražky tuku sacharidové nebo bílkovinné povahy, které dokáží do výrobku vnést podobné technologické a sensorické vlastnosti jako tuk, ale zároveň nenavysují jeho energetickou hodnotu.

#### *Hydrogely*

Hydrogely jsou tvořeny silně hydrofilními polymerními látkami nerozpustnými ve vodě se schopností vázat vodu a tím několikanásobně zvětšovat svůj objem. V různých typech jemného pečiva byly testovány hydrogely tvořené pektinem, maltodextrinem a inulinem (Chavan, Khedkar a Bhatt, 2016).

### *Emulgely*

Pevné emulgely vznikají procesem gelovatění nebo agregací kapiček emulze za použití vhodného emulgátoru. Ke stabilizaci emulgelu mohou být použity polysacharidy nebo proteiny. Gutiérrez-Luna, Astiasarán a Ansorena, (2022) použili ve své formulaci 2 % eteru celulózy s různým množstvím slunečnicového oleje v muffinech a sušenkách.

### *Oleogely*

Oleogely jsou vyráběny oleogelací z tekutých olejů pomocí strukturotvorných činidel lipidové nebo nelipidové povahy, tzv. gelátorů. Ty se vzájemně spojují a vytvářejí trojrozměrnou síť, která zachycuje olejové kapičky uvnitř. Oleogely mají velký potenciál v náhradě pevných pekařských tuků (Davidovich-Pinhas, Barbut a Marangoni, 2016).

Byly publikovány studie s využitím různých typů olejů ve formě oleogelu jako náhrada palmového tuku a másla v koláčích (Sim, Wong a Henry, 2021).

## **2.3 Reformulace a legislativa**

Výživová doporučení slouží spotřebiteli jako vodítko při sestavování jídelníčku. Konkrétní potraviny, které do něj zařadí, vybírá na základě informací uvedených nejčastěji na obale výrobku. Přesně definovaný okruh údajů, které je povinen výrobce o potravině zveřejnit specifikuje Nařízení (EU) č. 1169/2011 (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, 2011). Sedm povinných zveřejňovaných údajů tvoří informace o energetické hodnotě, množství tuku, SFA, sacharidů, cukrů, bílkovin a soli. Doplnit lze informace například o množství vlákniny.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006, 2006) o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin určuje pravidla o tom, jaké informace, za jakých podmínek a jakým způsobem mohou být tyto informace uvedeny. Výživovým tvrzením je myšleno každé tvrzení, které uvádí, naznačuje nebo z kterého vyplývá, že má potravina určité prospěšné výživové vlastnosti. Tyto může mít v důsledku snížení/zvýšení/neposkytování energetické hodnoty nebo živin či jiných látek, které obsahuje/obsahuje ve zvýšené nebo snížené míře/neobsahuje. Zdravotní tvrzení poukazují na souvislost mezi potravinou nebo některou z jejích složek a zdravím. Konkrétní podmínky a výživové tvrzení, které se na ně vztahuje, specifikuje příloha Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1924/2006.

Jedním ze způsobů, jak může výrobce v ČR informovat spotřebitele o vylepšeném složení konkrétního výrobku (tab. 3) nabízí Platforma pro reformulace. Jedná se o odborné fórum, které zaštiťuje individuální aktivity firem v oblasti reformulací vzniklé z iniciativy Potravinářské komory ČR a České technologické platformy pro potraviny v roce 2016.

Tabulka 3 - Uveřejněné informace k reformulovaného výrobku

(Anonym, ©2023b)

<b>Koláč light s tvarohovo-jablečnou náplní (Beas, a.s.)</b>	<b>Výživové údaje před reformulací</b>	<b>Výživové údaje po reformulaci</b>
Energetická hodnota (100 g)	1149 kJ	1066,7 kJ
Tuky	5,97 g	3,63 g
Nasycené mastné kyseliny	1,01 g	0,83 g
Sacharidy	48,70 g	48,74 g
Cukry	8,46 g	8,5 g
Vláknina	1,78 g	2,23 g
Bílkoviny	7,39 g	7,39 g
Sůl	0,58 g	0,58 g

### 3 VYUŽITÍ ČEKANKOVÉHO SIRUPU PŘI VÝROBĚ JEMNÉHO PEČIVA

Čekankový sirup je směs oligofruktózy a inulinu. Inulin a oligofruktóza jsou třídy prebiotik patřících do skupiny nestravitelných sacharidů označovaných jako fruktany inulinového typu. Inulin je získáván extrakcí z kořenů rostliny čekanky obecné (*Cichorium intybus L.*). Čekanka je vytrvalá bylina z čeledi hvězdicovitých. Původně pochází z Evropy, z oblasti kolem Středozevního moře a v současnosti se pěstuje celosvětově. Velkou výhodou je její nenáročný pěstování, s tím spojené nízké náklady a dostupnost v různých částech světa, včetně rozvojových zemí. Díky obsaženým látkám, jako jsou polyfenoly, inulin, oligofruktóza a seskviterpenové laktony je čekanka surovinou pro výrobu funkčních potravin. Kořen čekanky obsahuje v průměru 17-19 % sacharidů, z toho 15-17 % inulinu a 1,0-2,4 % di- a monosacharidů. Způsob získávání inulinu z čekankových kořenů je velmi podobný extrakci sacharózy z cukrové řepy. Vyčištěním a vysušením extrahovaného roztoku je získáván krystalický inulin. Pro výrobu oligofruktózového sirupu je třeba extrahované molekuly inulinu nejprve rozštěpit parciální enzymatickou hydrolyzou. Dále se roztok čistí a zahušťuje odpařením. Konečným produktem je viskózní bezbarvý sirup. Oligofruktóza je lépe rozpustná ve vodě než nehydrolyzovaný inulin. Sladivost dosahuje 35 % sladivosti sacharózy (Franck, 2002; Puchkova et al., 2021).

Pouille et al., (2020) publikovali výsledky vlivu inulinu obsaženého v čekankové mouce a extrahovaného inulinu na výskyt nádorových onemocnění. Inulin má bifidogenní účinky, snižuje hladinu cholesterolu v krvi, zlepšuje vstřebávání vápníku a tím brání osteoporóze. Díky nízkému GI prodlužuje pocit nasycení. Podle Wang a Cui (2013) obsahuje čekanka látky využitelné při léčbě chronických onemocnění typu *Diabetes mellitus*, ischemická choroba srdeční, chronické onemocnění jater a další.

#### 3.1 Složení čekankového sirupu

Čekankový sirup je sladidlem nové generace. Díky vysokému obsahu rozpustné vlákniny, nízkému glykemickému indexu a univerzálnímu použití v teplé i studené kuchyni je vhodný pro spotřebitele hledající zdravou a chutnou alternativu cukru. Čekankový sirup neobsahuje lepek, aromata, konzervanty ani laktózu. Díky snížené energetické hodnotě je vhodným sladidlem při redukční dietě. Energetická hodnota 100 g sirupu je 650 kJ. Obsah sacharidů je 4,7 g na 100 g sirupu, obsah vlákniny 71 % (Anonym, ©2023c).

### 3.2 Využití čekankového sirupu

Čekankový sirup je používán při reformulacích jako nízkokalorické sladidlo, náhražka tuku a modifikátor textury. Vykazuje velmi dobrou stabilitu ve většině technologických procesů včetně tepelných úprav, což umožňuje využití například v pečivu. Ve velmi kyselém prostředí spolu s vysokou teplotou však může dojít k přerušení  $\beta$  - 1 $\rightarrow$ 2 vazeb a následnému vzniku fruktózy. Částečnou nebo úplnou náhradou cukru a tuku lze výrazně snížit energetickou hodnotu výrobku. Přidáním sirupu je zvyšován obsah vlákniny. Oligofruktóza zvyšuje mikrobiální stabilitu výrobku snížením vodní aktivity, má zvlhčující vlastnosti a ovlivňuje body varu a mrznutí. Je známo použití v mléčných výrobcích, zmrzlině a mražených dezertech, pekařských a cukrářských výrobcích, dresincích a masných výrobcích. Fruktany inulinového typu ve formě sirupu nebo prášku jsou využívány také v nízkokalorických dietních formulích určených pro redukci hmotnosti. (Franck, 2002).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 POUŽITÉ SUROVINY, PŘÍSTROJE A POMŮCKY

V této práci byla pro reformulaci použita receptura na pekařské koblíhy s upraveným množstvím vody, bez zlepšujícího přípravku a přídavku citropasty (Šedivý et al., 2016).

### Suroviny:

*Pšeničná mouka Ramill hladká speciál 00 extra (GoodMills Česko s.r.o.)*

*Voda*

Cukr bílý krystal (Tereos TTD a.s.)

Olej slunečnicový (vyrobeno pro Penny Market s.r.o. v Maďarsku)

Čekankový sirup Originál (Heinz Food a.s.)

Čerstvá vejce třídy A (Bohemia Vitae Jindřichův Hradec, a.s.)

Droždí sušené (S. J. LESAFFRE, Francie)

Jedlá kamenná sůl s jodem (K+S Czech Republic a.s., Solné mlýny Olomouc)

Fritovací slunečnicový olej Metro Chef 10 l (pro Makro NT Kft. Hungary)

### Přístroje a pomůcky:

Reofermentometr RHEO F4 (Chopin Technologies – KPM Analytics Group, Francie)

Texturometr TA.TX Plus s kruhovou sondou 100 mm Platen (Stable Micro Systems, Velká Británie)

Pec MIWE Cube Air (Pekass, s.r.o.)

Kynárna MIWE Cube Proof (Pekass, s.r.o.)

Hnětač Eta Exclusive Gratus (Eta, a.s.)

Předvážky Kern 440 – 49N (Kern und Sohn GmbH, Německo)

Fritéza Eta Fricool 1172 90000 (ETA, a.s.)

Posuvné měřidlo

## 5 METODA VÝROBY A HODNOCENÍ KYNUTÉHO SMAŽENÉHO PEČIVA

### 5.1 Výroba koblíhového těsta

Ze surovin (tab. 4) byly experimentálně vyrobeny tři šarže těsta. Z každé šarže těsta pak bylo vyrobeno šest vzorků koblíh. Za šarže jsou označovány výrobky, zhotovené podle totožné receptury. V první šarži byly vyrobeny kontrolní výrobky, bez náhrady sacharózy a tuku čekankovým sirupem. Tyto vzorky jsou popsány kódem S0%. V druhé šarži, označené jako vzorky S15% byla sacharóza a tuk nahrazena z 15 % čekankovým sirupem. U třetí šarže s označením vzorků S30% byla sacharóza a tuk nahrazena čekankovým sirupem ze 30 %.

Tabulka 4 – Navážka surovin pro výrobu jednotlivých šarží těsta

Surovina	S0% (g)	S15% (g)	S30% (g)
Pšeničná mouka	250	250	250
Voda	90	90	90
Cukr krystal	25	21,25	17,5
Olej slunečnicový	20	17	14
Čekankový sirup	-	6,75	13,5
Vaječný obsah	20	20	20
Droždí sušené	3,5	3,5	3,5
Sůl	2,5	2,5	2,5

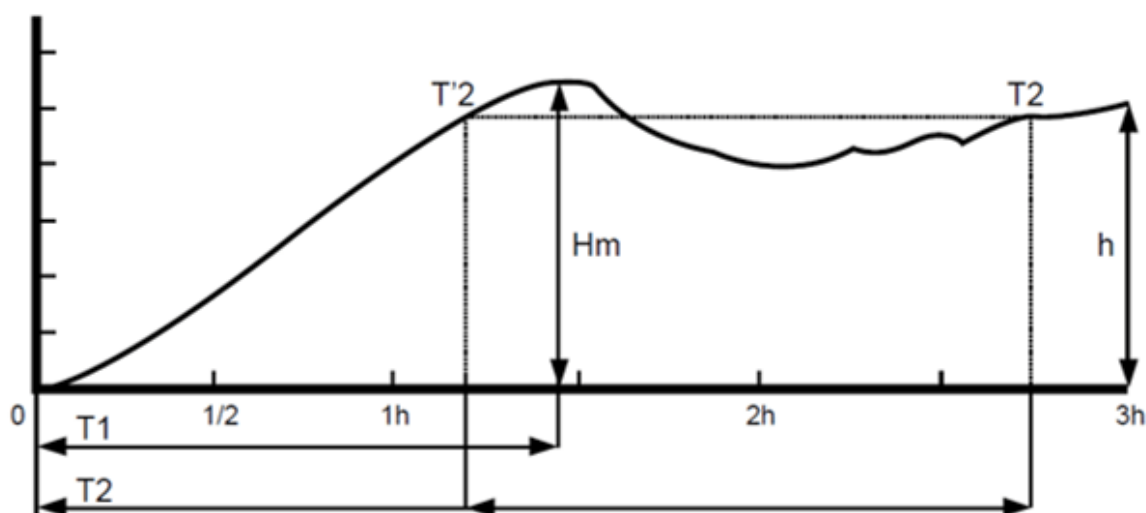
Koblíhové těsto bylo vyrobeno na záraz. Odvážené suché suroviny byly zpracovávány v hnětači po dobu 1 minuty na první rychlostní stupeň. Po přidání tekutých surovin bylo těsto hněteno 6 minut na druhý rychlostní stupeň. Po vyhnětení zrálo těsto 15 min v prostoru laboratoře při teplotě 20° C. Následovalo přetučení těsta ručním prohnětením a znovu zrání 15 min při teplotě 20 °C v prostoru laboratoře. Vyzrálé těsto bylo vyváleno na tloušťku 15 mm. Ze vzniklého plátu byly vykrájeny klonky kruhovým tvořítkem o průměru 50 mm. Klonky následně kynuly 30 min při teplotě 32 °C v kynárně.

## 5.2 Hodnocení koblihového těsta

Reologické vlastnosti těsta byly analyzovány pomocí přístroje RHEO F4 na vzorku těsta o hmotnosti  $315 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ . Těsto bylo vytvarováno do tvaru koule, vloženo do děrovaného koše a rozprostřeno po dně. Zatíženo bylo sondou se závažím o hmotnosti 2 kg a vloženo do přístroje. Teplota v přístroji byla nastavena na  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ . Výsledky byly průběžně zaznamenávány po 1,5 min. Analýza probíhala po dobu 180 min. Měření byla provedena dvakrát u každé šarže těsta. Výsledky měření byly zpracovány programem *DESKTOP-SHA21GF\RheoF4*.

### 5.2.1 Parametry koblihového těsta

Z následujících parametrů a naměřených hodnot lze posoudit kvalitu těsta (obr. 3):

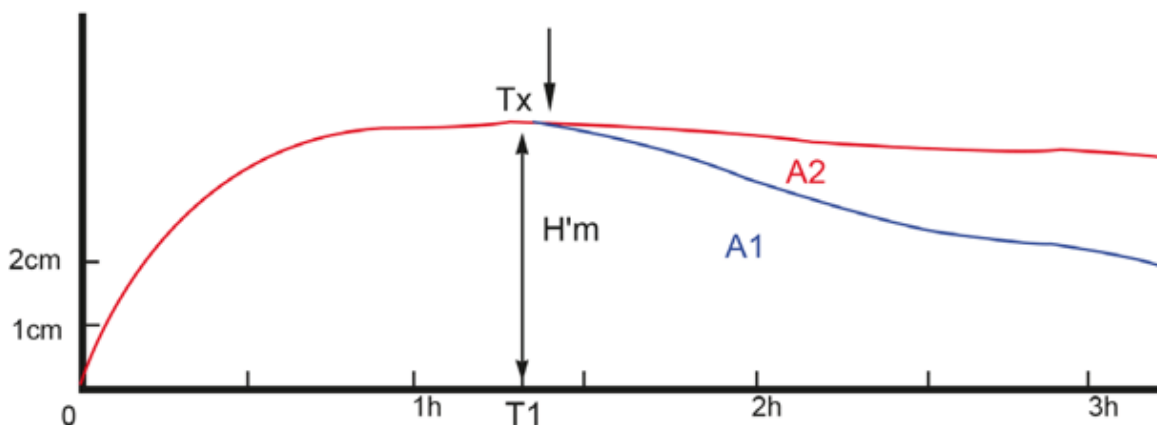


Obrázek 3 – Křivka znázorňující průběh vývinu těsta (Anonym, 2023d)

$H_m$	maximální dosažená výška těsta (mm)
$h$	výška těsta na konci měření (mm)
$T_1$	čas dosažení maximální výšky těsta (min)
$(H_m - h)/H_m$	pokles ve vývinu těsta po celkovém čase měření v porovnání s $T_1$ (%)

Optimální čas hnětení těsta lze zjistit z hodnot  $T_1$  a  $(H_m - h)/H_m$ , přičemž hodnota  $T_1$  souvisí s aktivitou droždí. Maximální výška těsta  $H_m$  má přímou souvislost s výsledným objemem pečiva.

Zároveň s měřením vývinu těsta probíhalo měření množství uniklého kypřicího plynu (obr. 4).



Obrázek 4 – Křivka znázorňující vývoj kypřicího plynu (Anonym, 2023d)

Důležitými parametry v případě měření vývoje kypřicího plynu jsou:

$H'm$	maximální výška křivky (mm)
$T_x$	čas úniku kypřicího plynu z těsta (min)
$T'1$	čas dosažení maximální křivky (min)
$A1 + A2$	celkový objem vzniklého plynu (ml)
$A1$	množství zadrženého plynu v těstě (ml)
$A2$	objem plynu uniklého z těsta během kynutí (ml)

Z hodnot  $A1$  a  $A2$  je získán retenční koeficient  $R$ , který označuje množství zadrženého kypřicího plynu v těstě v %. Z obr. 4 je zřejmé, že hodnotu retenčního koeficientu ovlivňuje čas dosažení  $T_x$ . Čím déle bude lepková síť v těstě odolávat tlaku kypřicího plynu, tím více ho těsto zadrží (Anonym, 2023f).

### 5.3 Výroba koblih

Po vykynutí byly klonky 30 minut ponechány v prostředí laboratoře při teplotě 20 °C, kvůli odpaření vody z jejich povrchu. Koblihy byly smaženy při teplotě 170 °C, celkem 4 minuty, 2 minuty z každé strany. Po usmažení chladly na papírové utěrce, po dobu jedné hodiny.

### 5.4 Hodnocení koblih

#### 5.4.1 Stanovení fyzikálních vlastností

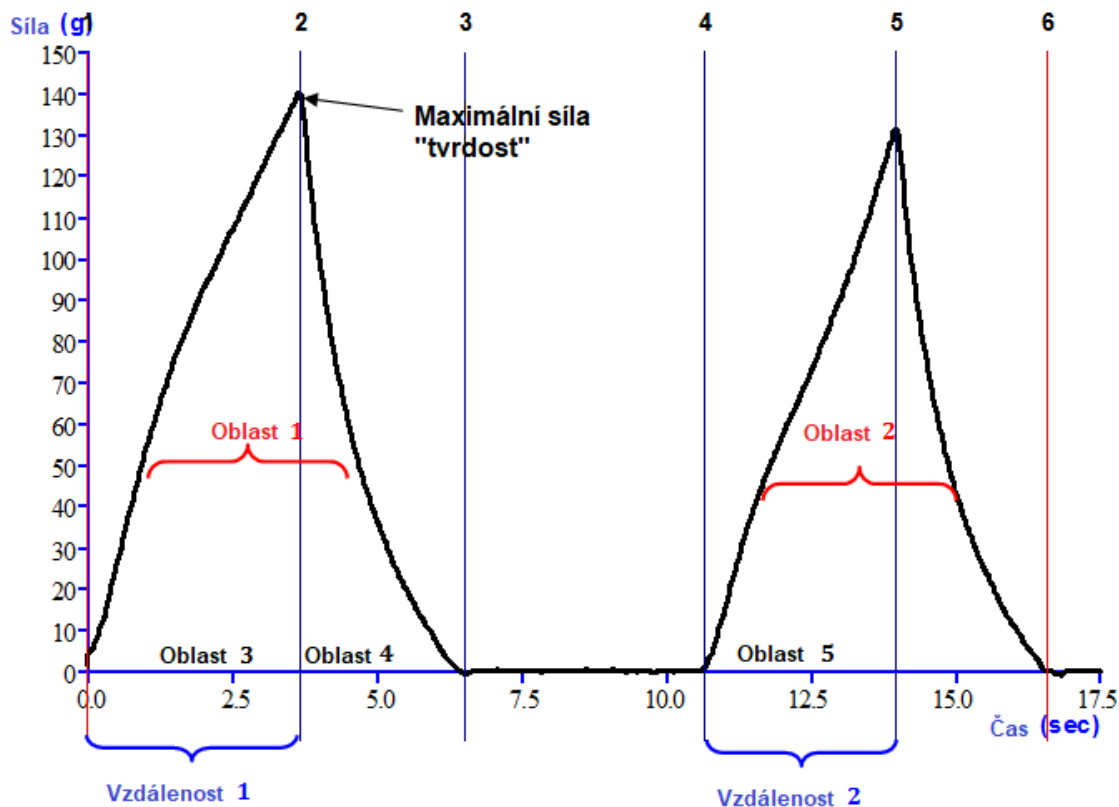
Hmotnost koblih byla zjišťována vážením na předvážkách s přesností na 0,01 g. Nejprve bylo zváženo vykynuté těsto tvarované do klonků. Hotové koblihy byly zváženy vychladlé, 1 hodinu po usmažení. Změna hmotnosti byla zjištěna rozdílem hmotnosti hotového výrobku a vykynutého těsta.

Rozměry koblih byly stanoveny z poměru výšky a průměru vykynutých klonků a z poměru výšky a průměru hotových výrobků 1 hodinu po usmažení. Měření bylo provedeno pomocí posuvného měřidla s přesností na 1 mm. Měřena byla výška výrobku v nejvyšším místě a průměr výrobku v nejširším místě. Změna rozměru byla zjištěna rozdílem rozměru hotového výrobku a vykynutého klonku.

#### 5.4.2 Stanovení textury

Texturní vlastnosti jsou důležitým posuzovaným parametrem a mohou zásadně ovlivnit rozhodnutí spotřebitele ve smyslu zakoupení a konzumace konkrétního výrobku. Důvodem analýzy texturních vlastností je zjištění, jak se bude potravina chovat během konzumace nebo jakou má odolnost vůči mechanickým vlivům. Textura výrobku je ovlivněna složením potraviny, její mikro a makrostrukturou. Texturní vlastnosti lze hodnotit dvěma způsoby. Subjektivně, pomocí sensorické analýzy nebo objektivně, pomocí speciálních přístrojů. V této práci byly koblihy hodnoceny pomocí texturní profilové analýzy (TPA) přístrojem TA.TX. Funkce přístroje spočívá v simulaci žvýkání dané potraviny. Výhodou je rychlost, opakovatelnost a objektivita měření. Po provedené kalibraci přístroje byla na střed základny přístroje umístěn vzorek koblihy, která byla sondou o průměru 100 mm dvakrát stlačena na 30 % své výšky. Prodleva mezi stlačeními byla 5 sekund. Sonda se pohybovala rychlostí 5 mm/s. Výsledkem měření byla zátěžová křivka a z ní byly získány

hodnoty pro výpočet jednotlivých parametrů (obr. 5). Výsledky byly zpracovány programem *Exponent Lite verze 4.0.13*.



Obrázek 5 - Příklad zátěžové křivky vygenerované texturometrem  
(Anonym, 2023e)

Posuzované parametry:

Tvrдост	maximální síla prvního stlačení (N)
Pružnost	$\frac{\text{vzdálenost 2}}{\text{vzdálenost 1}}$ (%)
Soudržnost	$\frac{\text{plocha 2}}{\text{plocha 1}}$ (%)
Žvýkatelnost	$\text{tvrdost} \times \text{pružnost} \times \text{soudržnost}$

Tvrдост výrobku je posuzována podle velikosti síly potřebné pro jeho zkousnutí. Pružnost výrobku udává, do jaké míry je schopen se vrátit do původního stavu po prvním stlačení během časové prodlevy. Soudržnost ukazuje na schopnost výrobku vyrovnávat se s tlakovým a tahovým namáháním do doby, než je jeho celistvost porušena. Žvýkatelnost

charakterizuje výrobek z hlediska potřeby energie vynaložené na jeho rozžvýkání před polknutím (Anonym, 2023e).

## 5.5 Statistické vyhodnocení

Zjištěné výsledky byly statisticky analyzovány metodou analýzy rozptylu (ANOVA) v programu Excel. Rozdíly byly zjišťovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  pomocí Wilk-Shapiro testu.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUSE

V této kapitole jsou uvedeny výsledky reologického hodnocení koblíhového těsta, stanovení fyzikálních vlastností koblíh a TPA.

### 6.1 Reologické vlastnosti koblíhového těsta

Prvním sledovaným parametrem byla maximální dosažená výška jednotlivých těst. Objem těsta během kynutí má souvislost s budoucím objemem hotového výrobku a jak bylo zmíněno dříve, velký objem je u koblíh žádoucí vlastností. Z výsledků měření maximální výšky těsta je zřejmé, že mezi kontrolním těstem S0% a těsty s přídavkem sirupu S15% a S30% existuje průkazný rozdíl (tab. 5) a tato těsta dosáhla během fermentace menšího objemu. Příčinou nižší výšky těst mohl být inulin obsažený v čekankovém sirupu. Podle Wang, Rosell a Benedito de Barber (2002) vazby mezi inulinem a lepkovými bílkovinami brání expanzi těsta během kynutí.

Čas dosažení maximální výšky těsta (T1) představuje dobu, kterou těsto potřebuje, aby této výšky dosáhlo. Z výsledků v tabulce č. 5 vidíme, že nejdelší průměrný čas k dosažení maximálního objemu potřebovalo kontrolní těsto S0% (140 min  $\pm$  10). Nejrychleji kynulo těsto S15% (109 min  $\pm$  1), což však nemusí být technologicky výhodnější. Optimální rychlost kynutí byla naměřena u těsta S30% (120 min  $\pm$  10). Z křivek vývoje těsta (obr. 6) je patrné, že těsta s přidaným sirupem začala svůj objem zvětšovat rychleji než kontrolní těsto S0%. Rychlost expanze těsta je ovlivňována aktivitou kvasinek. Timmermans et al. (2023) ve své práci porovnávali dynamiku fermentace těst s různým poměrem sacharózy a fruktózy. Zjistili, že u těst s nižším obsahem sacharózy, tedy i glukózy, upřednostňovaly kvasinky fruktózu, která byla přítomna v nadbytku a fermentace probíhala rychleji. Prokazatelně kratší čas dosažení maximální výšky těsta S15% a S30% lze zdůvodnit přídavkem čekankového sirupu. V něm obsažené oligofruktany, které kvasinková invertáza rozkládá na fruktózu (cca 95 %) a v menším množství také fruktóza (< 3 %) zajišťují kvasinkám rychlejší dostupnost živin (Puchkova, Pikhala a Karasyova, 2020).

Z porovnávání výsledků u parametrů v tabulce č. 5 je zřejmé, že těsta s přídavkem sirupu rychleji kynou, ale nabývají menších objemů. Současně bylo pozorováno větší snížení výšky těsta na konci měření a stejný nebo vyšší procentní pokles těsta.

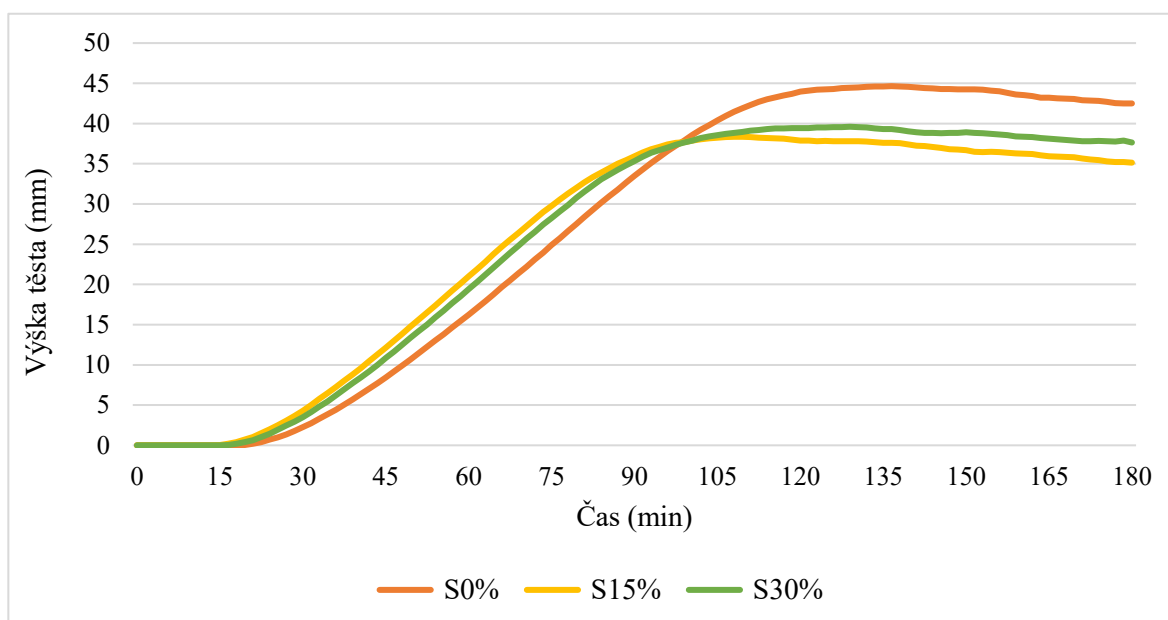


Tabulka 5 - Výsledky sledování vývinu těsta

Množství sirupu	Hm (mm ± SD)	h (mm ± SD)	T1 (min ± SD)	Hm-h/Hm (% ± SD)
S0%	45 ± 1 <sup>a</sup>	42,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	140 ± 10 <sup>c</sup>	5 ± 1 <sup>a</sup>
S15%	38 ± 4 <sup>b</sup>	35 ± 3 <sup>b</sup>	109 ± 1 <sup>a</sup>	8 ± 2 <sup>b</sup>
S30%	40 ± 3 <sup>b</sup>	38 ± 3 <sup>b</sup>	120 ± 10 <sup>b</sup>	5 ± 0 <sup>a</sup>

\* hodnoty v jednom sloupci s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné  $p < 0,05$

Poznámky: maximální výška těsta (Hm), výška těsta na konci měření (h), % poklesu ve vývinu po celkovém čase měření v porovnání s T1 ((Hm-h)/Hm), čas dosažení maximální výšky těsta (T1).



Obrázek 6 – Vývin koblihového těsta v čase

Výsledky v tabulce č. 6 ukazují, že průměrné množství kypřicího plynu bylo nejvyšší v těstě S15% (1400 ml ± 100), nejnižší u kontrolního vzorku S0% (1320 ml ± 70). Ačkoliv byla aktivita kvasinek díky dostupnějším živinám v těstech S15% a S30% vyšší, neměl přídavek čekankového sirupu prokazatelný vliv na zvýšení celkového objemu kypřicího plynu. Obdobný vliv na produkci kypřicího plynu zaznamenali u náhrady sacharózy fruktózou Timmermans et al. (2023).

Parametr H'm, dosažení maximální křivky těsta je ovlivňován mimo jiné teplotou prostředí během kynutí. U naměřených hodnot v tabulce č. 6 nebyly zjištěny průkazné rozdíly. U všech těst dosahovala maximální křivka těsta v průměru 60 mm, což znamená, že

podmínky pro vývin kypřicího plynu byly srovnatelné a čekankový sirup je prokazatelně neovlivnil.

Průměrný čas, ve kterém bylo dosaženo maximální křivky ( $T'1$ ), byl nejdelší u kontroly S0% (124 min  $\pm$  7) a nejkratší u těsta S15% (110 min  $\pm$  7). Prokazatelné zkrácení doby  $T'1$  lze odůvodnit stejně jako v případě parametru T1 zvýšením aktivity kvasinek díky lepší dostupnosti a množství živin (tab. 6).

Místo rozdělení křivky na dvě, znázorněné na obrázku č. 7, tvoří bod  $T_x$ , odpovídající času úniku kypřicího plynu z těsta. Z výsledků v tabulce č. 6 je patrné, že nejdéle zadržovalo kypřicí plyn kontrolní těsto S0% (104 min  $\pm$  5), naopak po nejkratší dobu dokázalo zadržet plyn těsto S15% (81 min  $\pm$  2). Srovnáním hodnot bylo zjištěno statisticky významné ovlivnění doby schopnosti těsta zadržet kypřicí plyn přidavkem čekankového sirupu. Sirbu a Arghire (2017) zjistili, že přidavek inulinu do těsta vyšší než 5 %, může narušit škrobovo-lepkovou matici v těstě a tím negativně ovlivnit schopnost zadržet kypřicí plyn. Oslabení lepkové sítě nastává také působením kvasinkových metabolitů (Timmermans et al., 2022). Výsledky však neukazují trend, že by zvyšující se přidavek sirupu zkracoval čas úniku plynu. Těsto S30% totiž dokázalo zadržet plyn déle (89 min  $\pm$  3) než těsto S15%. Vyšší přidavek sirupu mohl zvýšit viskozitu těsta a tím jeho zadržovací schopnost. Toto tvrzení lze podpořit i procentní hodnotou objemu zadržného plynu  $V_r/V_t$ , i když mezi retenční schopností těst rozdíl prokázán nebyl.

Schopnost těsta zadržet kypřicí plyn je tím lepší, čím více se jeho hodnota přibližuje 100 %. Kontrolní těsto S0% zadrželo nejvíce kypřicího plynu, průměrně 87 %  $\pm$  2, nejméně plynu dokázalo zadržet těsto S15% (83 %  $\pm$  2). U těst s přidavkem sirupu se neprokázalo zhoršení ani zlepšení retence kypřicího plynu (tab. 6).

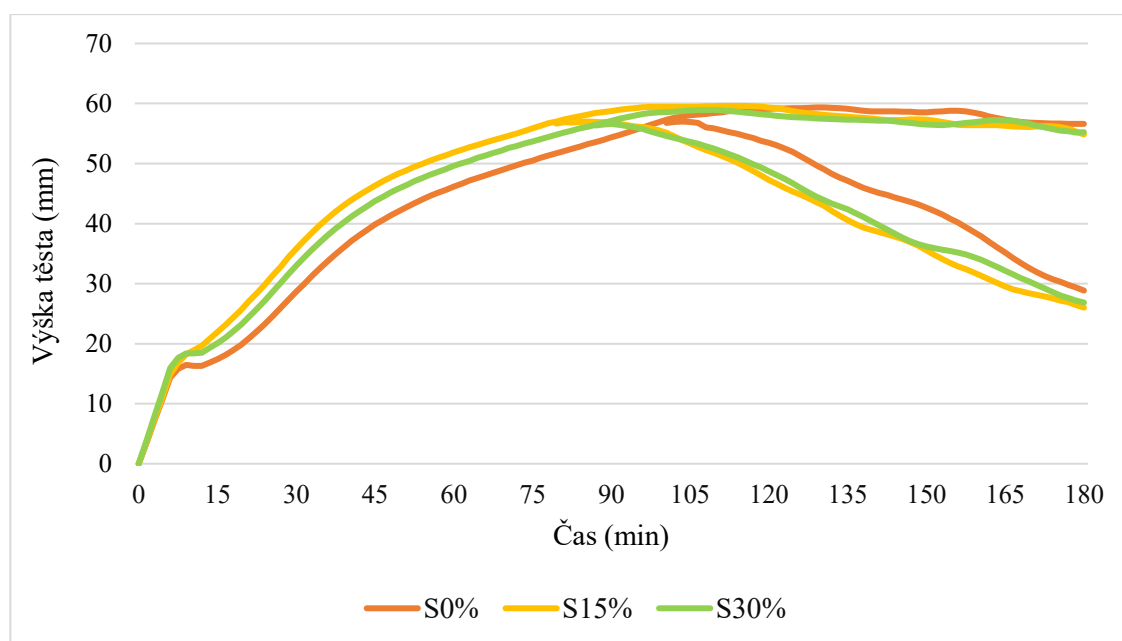
Na produkci kypřicího plynu a retenční schopnosti těsta závisí výsledný objem pečiva. U žádného z těchto parametrů nebyl prokázán rozdíl, lze se tedy domnívat, že objem koblih bez a se sirupem nebude významně odlišný.

Tabulka 6 - Výsledky sledování tvorby kypřicího plynu

Množství sirupu	V <sub>t</sub> (ml ± SD)	H <sub>m</sub> (mm ± SD)	T <sub>1</sub> (min ± SD)	T <sub>x</sub> (min ± SD)	V <sub>r</sub> /V <sub>t</sub> (% ± SD)
S0%	1320 ± 70 <sup>a</sup>	60 ± 3 <sup>a</sup>	124 ± 7 <sup>a</sup>	104 ± 5 <sup>a</sup>	87 ± 2 <sup>a</sup>
S15%	1400 ± 100 <sup>a</sup>	60 ± 5 <sup>a</sup>	110 ± 7 <sup>b</sup>	81 ± 2 <sup>b</sup>	83 ± 2 <sup>a</sup>
S30%	1350 ± 20 <sup>a</sup>	60 ± 1 <sup>a</sup>	115 ± 7 <sup>ab</sup>	89 ± 3 <sup>c</sup>	84 ± 1 <sup>a</sup>

\* hodnoty v jednom sloupci s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné  $p < 0,05$

Poznámky: celkové množství vzniklého plynu (V<sub>t</sub>), maximální výška křivky (H<sub>m</sub>), čas dosažení maximální výšky křivky (T<sub>1</sub>), čas úniku plynu (T<sub>x</sub>), objem zadrženého plynu (V<sub>r</sub>/V<sub>t</sub>) v %.

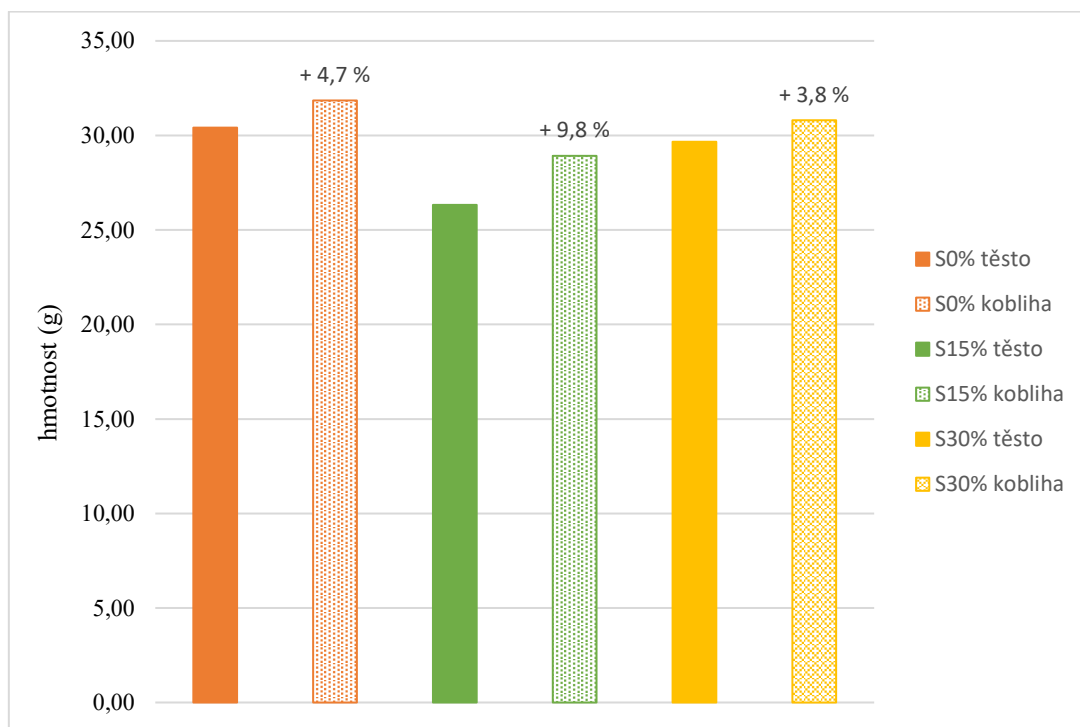


Obrázek 7 – Vývin kypřicího plynu

Poznámky: bod rozdělení křivky je čas úniku kypřicího plynu z těsta T<sub>x</sub>

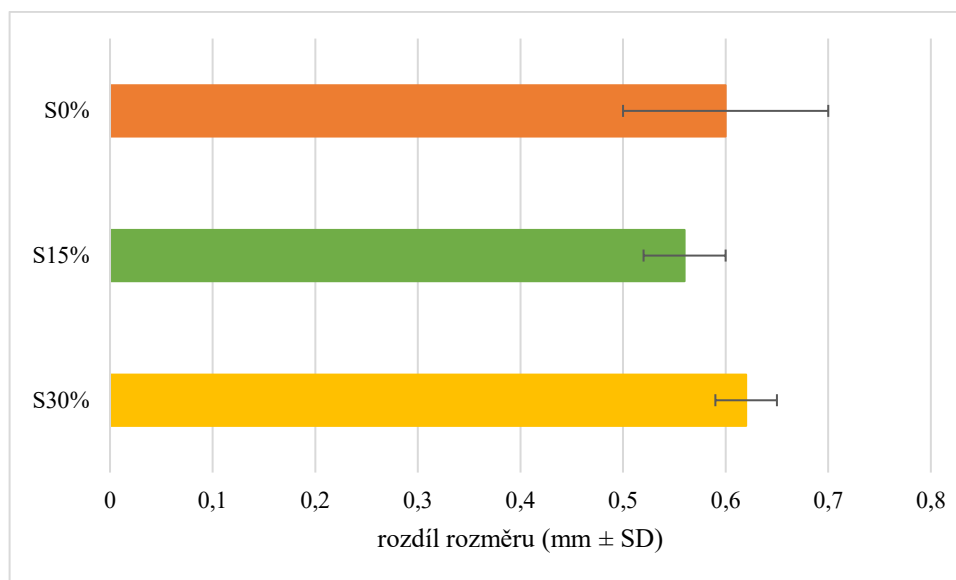
## 6.2 Fyzikální vlastnosti koblih

V této kapitole jsou shrnuty výsledky stanovení fyzikálních vlastností koblih. Byly měřeny a sledovány parametry hmotnost a rozměr koblih.



Obrázek 8 – Hmotnost těsta a koblih

Rozdíl v hmotnosti těsta a hotového výrobku je dán ztrátou vody během tepelné úpravy, kdy odpařené množství podle Kučerové (2004) činí 10 – 15 % těsta. Zároveň dochází během smažení k absorpci tuku ze smažicí lázně v množství 15 – 20 % hmotnosti výrobku (Rosseli, 1998). Proto byla u všech šarží usmažených koblih hmotnost vyšší než hmotnost těsta (obr. 8). Největší nárůst hmotnosti mezi těstem a koblíhou byl naměřen u vzorku S15% a to průměrně o 9,8 %. Tyto koblíhy buď zadržely největší množství vody nebo absorbovaly nejvíce tuku během smažení. K prokázání těchto tvrzení by bylo třeba vhodnou metodou stanovit objem zadržené vody a absorbovaného tuku v koblíchách. Nejmenší nárůst hmotnosti byl zaznamenán u vzorků S30% a to v průměru o 3,8 %. Tento výsledek lze odůvodnit vyšším množstvím přidaného sirupu, které zvýšilo vaznost vody v těstě (Struck et al., 2016). Během smažení pak vzniklá vodní pára zvyšovala tlak proti okolní atmosféře a tím potlačovala absorpci tuku (Cauvain, 2002).



Obrázek 9 – Rozdíl v rozměru koblíh před a po usmažení

Z naměřených hodnot (obr. 9) byl největší rozdíl v rozměru zjištěn u vzorku S30% (0,62 mm ± 0,03), nejmenší rozdíl v rozměru byl naměřen u vzorku S15% (0,56 mm ± 0,04). Podle Struck et al. (2016) vede přidavek inulinu, který je silně hygroskopický a indukuje migraci vody, k dehydrataci lepkové sítě. Konzistence těsta se stává tužší a těsto nemůže rovnoměrně expandovat. V tomto případě se však negativní vliv inulinu na rozměr koblíh neprokázal.

### 6.3 Stanovení textury koblíh

V této kapitole jsou popsány výsledky stanovení texturních vlastností koblíh.

Tabulka 7 - Charakteristika vybraných texturních vlastností koblíh

Množství sirupu	Tvrdość (N ± SD)	Pružnosť (% ± SD)	Soudržnosť (1 ± SD)	Žvýkatelnost (1 ± SD)
S0%	28 ± 3 <sup>a</sup>	87 ± 1 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	20 ± 2 <sup>a</sup>
S15%	23 ± 3 <sup>b</sup>	87 ± 5 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	16 ± 3 <sup>a</sup>
S30%	24 ± 1 <sup>b</sup>	88 ± 2 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	17,6 ± 0,9 <sup>a</sup>

\*hodnoty v jednom sloupci s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné  $p < 0,05$

Naměřené výsledky (tab. 7) ukázaly, že nejvyšší tvrdosti dosáhly koblíhy bez přídavku sirupu S0% (28 N ± 1). U koblíh s přídavkem sirupu byla naměřena nižší tvrdost (23 N ± 3 a 24 N ± 1). Zacharová et al. (2018) ve své práci uvádí, že použití čekankového sirupu jako 50% a 100% náhrady cukru do biologicky kypřených muffinů vedlo mimo jiné

ke zvýšení tvrdosti výrobku. V případě koblíh, kdy byl čekankovým sirupem nahrazován zároveň cukr i tuk ve výši maximálně 30 %, se naopak prokázal vliv sirupu na snížení tvrdosti. Podle Struck et al., (2014) vykazuje inulin vyšší rozpustnost a vyšší schopnost zadržovat vodu ve srovnání se sacharózou, po zchlazení rychle nerekrystalizuje, takže se střídka výrobku stává měkčí.

Průměrné hodnoty pružnosti se pohybovaly od  $87 \% \pm 1$  do  $88 \% \pm 2$  (tab. 7). Pružnost těsta je ovlivněna obsahem glutelinových proteinů v mouce (Velíšek a Hajšlová, 2009). Čekankový sirup podle výrobce proteiny neobsahuje, jeho přídavek tedy nemohl jejich množství prokazatelně ovlivnit.

Naměřené hodnoty soudržnosti byly u všech šarží průměrně  $0,8 \pm 0,1$  ( $p > 0,05$ ). Podle De La Hera, Rosell a Gomez (2014) se soudržnost výrobku zvyšuje společně s přidavkem vody do těsta. V případě testovaných koblíh bylo recepturní množství vody u všech šarží stejné.

Průměrná hodnota žvýkatelnosti (tab. 7) byla naměřena v rozmezí od  $16 \pm 3$  do  $20 \pm 2$  ( $p > 0,05$ ). Parametr žvýkatelnost je součinem tvrdosti, pružnosti a soudržnosti. Protože čekankový sirup snížil tvrdost koblíh, podílel se zároveň na nižší hodnotě žvýkatelnosti koblíh S15% ( $16 \pm 3$ ) a S30% ( $17,6 \pm 0,9$ ).

## ZÁVĚR

V praktické části bylo zjišťováno, zda lze nahradit cukr a tuk čekankovým sirupem v množství 15 % a 30 % a dosáhnout stejných reologických vlastností těsta a výrobků jako bez náhrady. Byly vyrobeny tři šarže těsta s různým procentním zastoupením čekankového sirupu a z každé šarže usmaženo šest vzorků koblih. Byly hodnoceny reologické vlastnosti těsta, měřením vývinu těsta v čase za současného měření vývoje kypřicího plynu. Bylo provedeno hodnocení koblih, které zahrnovalo zjišťování fyzikálních parametrů a stanovení texturních vlastností.

Porovnáváním hodnot maximální dosažené výšky těsta, času dosažení maximální výšky těsta, výšky těsta na konci měření a procentního poklesu ve vývinu po celkovém čase měření byl prokázán vliv čekankového sirupu na koblihová těsta. Těsta S15% a S30% kynula rychleji, ale nabývala menších objemů a došlo u nich k srovnatelnému nebo vyššímu poklesu objemu po celkovém čase fermentace. Přídavek sirupu prokazatelně neovlivnil produkci kypřicího plynu, stejně tak retenční schopnost těst S15% a S30%.

Zjišťování fyzikálních parametrů zahrnovalo měření hmotnosti a velikosti vykynutého těsta (klonků), hotových koblih a následné porovnání rozdílů. Nejvyšší nárůst v průměrné hmotnosti koblih proti průměrné hmotnosti těsta o 9,8 % byl zjištěn u vzorků S15%. S vyšším přídavkem sirupu se rozdíl v hmotnosti snižoval.

U rozměru koblih bylo předpokládáno, že čekankový sirup výrazněji neovlivní rozdíl velikosti mezi těsty a koblihami u žádného ze vzorků. Tento předpoklad se potvrdil a vliv sirupu prokázán nebyl.

Z texturních vlastností byla hodnocena tvrdost, pružnost, soudržnost a žvýkatelnost koblih. Přídavek sirupu prokazatelně ovlivnil pouze tvrdost a žvýkatelnost koblih, která s přídavkem sirupu klesla. Vliv sirupu na parametry pružnost a soudržnost prokázán nebyl.

Spotřebitelem jsou posuzovány zejména texturní a sensorické vlastnosti výrobku. Z texturních vlastností byla vlivem čekankového sirupu snížena tvrdost a žvýkatelnost koblih. Sensoricky lze hodnotit výsledný objem, v tomto případě rozměr koblih. Ten nebyl přídavkem sirupu ovlivněn. Z výsledků lze konstatovat, že nahradit cukr a tuk v koblihách čekankovým sirupem lze. Ve výsledném výrobku tak může být obsah cukru i tuku snížen až o 30 % a zároveň navýšen obsah vlákniny. Pro komplexnější posouzení provedené reformulace by bylo vhodné provést ještě sensorickou analýzu koblih.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

ANONYM, © 2021. Ballaststoffe - DGE. *Deutsche Gesellschaft für Ernährung E. V.* [online]. [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/ballaststoffe/>

ANONYM, © 2023a. EPuzzle: Online fotopuzzle zdarma. In: *Puzzle online* [online]. [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.epuzzle.info/cs/puzzle/hraj/jidlo/3390-koblihy-s-barevnou-polevou#15x10>

ANONYM, © 2023b. Databáze reformulovaných potravin a nápojů: Koláč light s tvarohovo-ovocnou náplní 90 g. In: *Www.foodnet.cz* [online]. Praha: Potravinářská komora České republiky [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <http://reformulace.cz/index.php/databaze-reformulovanych-potravin-a-napoju?start=63>

ANONYM, © 2023c. Co je čekankový sirup. *Čekankový sirup* [online]. Fulnek: Kaumy [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.cekankovysirup.cz/co-je-to-cekankovy-sirup>

ANONYM, © 2023d. KPM: How It Works. *KPM Analytics* [online]. [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.kpmanalytics.com/products/rheo-f4>

ANONYM, © 2023e. Texture Technologies: Texture Analysis Instruments for Foods, Pharmaceuticals, Adhesives, Cosmetics and more: Overview of TPA. *TTC* [online]. Texture Technologies Corp. a Stable Micro Systems [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>

ANONYM, © 2023f. KPM: How It Works. *KPM Analytics* [online]. [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.kpmanalytics.com/products/rheo-f4#how-it-works>

BAJEROVÁ, Eva, Dana GABROVSKÁ, Veronika HAVELKOVÁ, et al., SLUKOVÁ, Marcela a Pavel SKŘIVAN, ed., 2016. *Obiloviny v lidské výživě: Moderní trendy v mlýnské a pekárenské výrobě* [online]. 1. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny [cit. 2023-04-24]. ISBN 978-80-88019-16-9. Dostupné z: <https://library.vukrom.cz>

BŁOŃSKA, Arleta, Agata MARZEC a Anika BŁASZCZYK, 2014. Instrumental Evaluation of Acoustic and Mechanical Texture Properties of Short-Dough Biscuits with Different Content of Fat and Inulin. *Journal of Texture Studies* [online]. **45**(3), 226-234 [cit. 2023-05-05]. ISSN 00224901. Dostupné z: doi:10.1111/jtxs.12068



- BUREŠOVÁ, Iva a Eva Lorencová, 2013. *Výroba potravin rostlinného původu*. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati. ISBN 9788074542787.
- CARNIEL BELTRAMI, Monique, Thiago DÖRING a Juliano DE DEA LINDNER, 2018. Sweeteners and sweet taste enhancers in the food industry. *Food Science and Technology* [online]. **38**(2), 181-187 [cit. 2023-05-05]. ISSN 1678-457X. Dostupné z: doi:10.1590/fst.31117
- CAUVAIN, Stanley P., 2002. *Baking problems solved* [online]. 2. Cambridge: Woodhead Publ. [cit. 2023-05-05]. ISBN 978-0-08-100768-6. Dostupné z: <https://app-knovel-com.proxy.k.utb.cz/kn/resources/kpBPS00002/toc>
- ČESKO, 2020. Vyhláška č. 18/2020 Sb. o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. In: *Sbírka zákonů České republiky*. AION CS. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-18>
- ČÍŽKOVÁ, Helena, Jana ČOPÍKOVÁ, Ladislav ČURDA, Vladimír FILIP a Adéla GRÉGROVÁ, RAJCHL, Aleš, ed., 2019. *Reformulace potravin: Hodnocení možností reformulací hlavních potravinářských komodit* [online]. Praha: Potravinářská komora České republiky [cit. 2023-05-09]. ISBN 978-80-88019-36-7. Dostupné z: <http://www.reformulace.cz/index.php/reformulace/aktualne/98-reformulace-potravin-hodnoceni-moznosti-reformulaci-hlavnich-potravinarskych-komodit>
- ČOPÍKOVÁ, Jana, Jitka MORAVCOVÁ, Zdeněk WIMMER, Lubomír OPLETAL, Oldřich LAPČÍK a Pavel DRAŠAR, 2013. Náhradní sladidla. *Chemické listy*. **107**(11), 867-874. Dostupné také z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/732>
- DAVIDOVICH-PINHAS, Maya, Shai BARBUT a A.G. MARANGONI, 2016. Development, Characterization, and Utilization of Food-Grade Polymer Oleogels. *Annual Review of Food Science and Technology* [online]. **7**(1), 65-91 [cit. 2023-03-26]. ISSN 1941-1413. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-food-041715-033225
- DE LA HERA, Esther, Cristina M. ROSELL a Manuel GOMEZ, 2014. Effect of water content and flour particle size on gluten-free bread quality and digestibility. *Food Chemistry* [online]. **151**, 526-531 [cit. 2023-04-30]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2013.11.115

DOSTÁLOVÁ, Jana, Pavel DLOUHÝ a Petr TLÁSKAL, 2012. Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. In: *Společnost pro výživu* [online]. Praha: Společnost pro výživu, z. s. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/>

DŘÍZHAL, Jaromír, 2020. Trendy na pekařském trhu v ČR. *Pekař cukrář* [online]. **30**(2), 22-25 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1213-2403. Dostupné z: <https://www.svazpekaru.cz/wp-content/uploads/2020/10/Trendy-na-peka%C5%99sk%C3%A9m-trhu-v-%C4%8CR-1.pdf>

FRANCK, A., 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition* [online]. **87**(2), 287-291 [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: doi:10.1079/BJN/2002550

FRONĚK, Daniel, 2020. *Situační a výhledová zpráva cukr - cukrová řepa*. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky. ISBN 978-80-7434-632-3. Dostupné také z: [https://eagri.cz/public/web/file/697813/CUKR\\_12\\_2020.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/697813/CUKR_12_2020.pdf)

GABROVSKÁ, Dana a Markéta CHÝLKOVÁ, 2017. *Sladká fakta o cukrech a sladidlech, aneb, Čím si osladit život*. Praha: Potravinářská komora České republiky, 47 s. ISBN 978-80-88019-17-6.

GHOSH, Soma a M. L. SUDHA, 2012. A review on polyols: new frontiers for health-based bakery products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* [online]. **63**(3), 372-379 [cit. 2023-03-25]. ISSN 0963-7486. Dostupné z: doi:10.3109/09637486.2011.627846

GRULICHOVÁ, Markéta, © 2022. Spotřebitelé se vracejí k čerstvému pečivu. In: *Zboží & prodej* [online]. Praha: ATOZ Marketing Services, spol. s r.o. [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.zboziaprodej.cz/2022/04/24/zboziprodej-3-2022-spotrebitele-se-vraceji-k-cestvemu-pecivu/>

GUTIÉRREZ-LUNA, Katherine, Iciar ASTIASARÁN a Diana ANSORENA, 2022. Gels as fat replacers in bakery products: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **62**(14), 3768-3781 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2020.1869693

HRABĚ, Jan, František BUŇKA, Ignác HOZA, UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ a Technologická FAKULTA, 2007. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 9788073185206.

CHAVAN, Rupesh S., Chandraprakash. D. KHEDKAR a Shraddha BHATT, 2016. Fat Replacer. In: *Encyclopedia of Food and Health* [online]. Elsevier, 2016, s. 589-595 [cit. 2023-03-26]. ISBN 9780123849533. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-384947-2.00271-3

IBRS, 2023. *Pekař cukrář* [online]. Praha: Pekař a cukrář, **33**(1-2), 31-34 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1213-2403. Dostupné z: <https://www.svazpekaru.cz/e-casopis/>

KUČEROVÁ, Jindřiška, 2004. *Technologie cereálií*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-811-8.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1924/2006 , 2006. In: *L 404/9*. ročník 2006. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex:32006R1924>

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011: o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004, 2011. In: *L 304*. částka 18-63. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169>

PEHLIVANOĞLU, Halime, Mehmet DEMIRCI, Omer Said TOKER, Nevzat KONAR, Salih KARASU a Osman SAGDIC, 2018. Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **58**(8), 1330-1341 [cit. 2023-03-26]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2016.1256866

PERIS, Miguel, Susana RUBIO-ARRAEZ, María Luisa CASTELLÓ a María Dolores ORTOLÁ, 2019. Z laboratoře do kuchyně: Nové alternativy ke zdravějším pekařským výrobkům. *Potravinářství* [online]. **8** (12) [cit. 2023-03-30]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods8120660

PEROVIĆ, Jelena, Vesna TUMBAS ŠAPONJAC, Jovana KOJIĆ, Jelena KRULJ, Diego A. MORENO, Cristina GARCÍA-VIGUERA, Marija BODROŽA-SOLAROV a Nebojša ILIĆ, 2021. Chicory (*Cichorium intybus* L.) as a food ingredient – Nutritional composition, bioactivity, safety, and health claims: A review. *Food Chemistry* [online]. **336** [cit. 2023-03-28]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.127676

POUILLE, Céline L., Doriane JEGOU, Camille DUGARDIN, et al., 2020. Chicory root flour – A functional food with potential multiple health benefits evaluated in a mice model. *Journal of Functional Foods* [online]. **74**, 1-11 [cit. 2023-04-08]. ISSN 17564646. Dostupné z: doi:10.1016/j.jff.2020.104174

PUCHKOVA, Tatiana Sergeevna, Vasily Arkadievich. BYZOV, Denia Mustafievna PIKHALO a Oksana Mikhailovna KARASEVA, 2021. Technological assessment and requirements for quality indicators of Jerusalem artichoke and chicory for processing into inulin and its derivatives. *Food processing industry* [online]. Izdatel'stvo pishchevoy promyshlennosti, **10**(10), 86-91 [cit. 2023-03-28]. ISSN 02352486. Dostupné z: doi:10.52653/ppi.2021.10.10.012

RAČICKÁ, Eva, 2012. *Interní medicína pro praxi: Náhradní sladidla, jejich místo v současné diabetologii*. Olomouc: Solen, **14**(8 a 9). ISSN 1803-5256. Dostupné také z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2012/09/09.pdf>

RÁNDEZ-GIL, Francisca, Lidia BALLESTER-TOMÁS, José-Antonio PRIETO, Manuela MARIOTTI a Mara LUCISANO, ZHOU, Weibiao, ed., 2014. *Bakery Products Science and Technology* [online]. Chichester, UK: John Wiley [cit. 2023-05-04]. ISBN 9781118792001. Dostupné z: doi:10.1002/9781118792001

RODRÍGUEZ-GARCÍA, Julia, Sarabjit S. SAHI a Isabel HERNANDO, 2014. Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT - Food Science and Technology* [online]. **58**(1), 173-182 [cit. 2023-03-20]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2014.02.012

RONDA, Felicidad a Manuel GÓMEZ, 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry* [online]. **90**(4), 549-555 [cit. 2023-03-25]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2004.05.023

ROSSELI, J. B., 1998. Industrial Frying Process. *Grasas y Aceites* [online]. **49**(3), 282-295 [cit. 2023-04-30]. ISSN 19884214. Dostupné z: doi:10.3989/gya.1998.v49.i3-4

SIM, Shaun Yong Jie, Kah Xuan WONG a Christiani Jeyakumar HENRY, 2021. Healthier pineapple tart pastry using oleogel-based solid fat replacement. *Malaysian Journal of Nutrition* [online]. **27**(2), 327-333 [cit. 2023-03-26]. ISSN 1394035X. Dostupné z: doi:10.31246/mjn-2021-0007

SIRBU, Alexandrina a Camelia ARGHIRE, 2017. Functional bread: Effect of inulin-type products addition on dough rheology and bread quality. *Journal of Cereal Science* [online]. **75**, 220-227 [cit. 2023-03-20]. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2017.03.029

STRUCK, Susanne, Doris JAROS, Charles S. BRENNAN a Harald ROHM, 2014. Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International journal of food science* [online]. **49**(9), 1963-1976 [cit. 2023-03-13]. ISSN 09505423. Dostupné z: doi:10.1111/ijfs.12617

STRUCK, S., L. GUNDEL, S. ZAHN a H. ROHM, 2016. Fiber enriched reduced sugar muffins made from iso-viscous batters. *LWT* [online]. **65**, 32 - 38 [cit. 2023-04-30]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2015.07.053

SZPI, 2017. Přidatné látky (aditiva). In: *Www.szpi.gov.cz* [online]. Brno: Státní zemědělská a potravinářská inspekce [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/pridatne-latky-aditiva.aspx>

SZÚ, © 2009-2023. Nové sladidlo: Steviol-glykosidy (E 960). In: <https://bezpecnostpotravin.cz/> [online]. Ministerstvo zemědělství ČR [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/nove-sladidlo-steviol-glykosidy-e-960/>

ŠEDIVÝ, Petr, Martin HANUS, Eva NOVÁKOVÁ, Radovan SMRŽ a Pavel SKŘIVAN, 2016. In: *Pekařská technologie IV: Výroba jemného pečiva*. Praha: Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář. ISBN 978-80-905481-4-5.

THONDRE, Pariyarth a Miriam CLEGG, 2019. Reformulation of Foods for Weight Loss: A Focus on Carbohydrates and Fats. In: RAIKOS, Vassilios a Viren RANAWANA, ed., Vassilios RAIKOS, Viren RANAWANA. *Reformulation as a Strategy for Developing Healthier Food Products* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 7-64 [cit. 2023-03-26]. ISBN 978-3-030-23620-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-23621-2\_2

TIMMERMANS, Evelyne, An BAUTIL, Kristof BRIJS a Ilse SCHEIRLINCK, 2022. Sugar Levels Determine Fermentation Dynamics during Yeast Pastry Making and Its Impact on Dough and Product Characteristics. *Foods* [online]. **11**(1388), 1388-1388 [cit. 2023-02-23]. ISSN 23048158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11101388

TIMMERMANS, Evelyne, Céline WEZENAAR, An BAUTIL, Kristof BRIJS, Ilse SCHEIRLINCK, Roel VAN DER MEULEN a Christophe M. COURTIN, 2023. Knowledge of fermentation dynamics allows for reducing sugar levels in yeast-leavened pastry. *Journal*

*of Cereal Science* [online]. **109** [cit. 2023-04-11]. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2022.103601

VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ, 2009. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-17-6.

WANG, Jinshui, Cristina M ROSELL a Carmen BENEDITO DE BARBER, 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry* [online]. **79**(2), 221-226 [cit. 2023-04-17]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/S0308-8146(02)00135-8

WANG, Quanzhen a Jian CUI, 2013. Perspectives and utilization technologies of chicory (*Cichorium intybus* L.): A review. *African Journal of Biotechnology* [online]. **10**(11), 1966-1977 [cit. 2023-04-08]. ISSN 16845315. Dostupné z: doi:10.5897/AJB10.587

WHO, 2018. *Healthy diet: FACT SHEET N°394* [online]. In: . [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/healthy-diet/healthy-diet-fact-sheet-394.pdf>

ZAHN, Susann, Anne FORKER, Lydia KRÜGEL a Harald ROHM, 2013. Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT - Food Science and Technology* [online]. **50**(2), 695-701 [cit. 2023-03-25]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2012.07.026

ZACHAROVÁ, M., I. BUREŠOVÁ, R. GÁL a D. WALACHOVÁ, 2018. Chicory syrup as a substitution of sugar in fine pastry. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* [online]. **12**(1), 487 - 490 [cit. 2023-03-14]. ISSN 13370960. Dostupné z: doi:10.5219/890

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

- GI Glykemický index
- kJ kilojoule
- SFA Nasycené mastné kyseliny
- PFA Polyenové mastné kyseliny
- TFA Trans-nasycené mastné kyseliny
- WHO Světová zdravotnická organizace
- PAM Pozitivní alosterický modulátor
- MFA Monoenové mastné kyseliny
- TPA Texturní profilová analýza
- S0% Koblíhy, u kterých nebyl cukr a tuk nahrazen čekankovým sirupem
- S15% Koblíhy, u kterých byl cukr a tuk nahrazen čekankovým sirupem z 15 %
- S30% Koblíhy, u kterých byl cukr a tuk nahrazen čekankovým sirupem ze 30 %

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Možná povrchová úprava koblih.....	12
Obrázek 2 - Faktory ovlivňující nákup pečiva.....	15
Obrázek 3 – Křivka znázorňující průběh vývinu těsta .....	27
Obrázek 4 – Křivka znázorňující vývoj kypřicího plynu .....	28
Obrázek 5 - Příklad zátěžové křivky vygenerované textuometrem.....	30
Obrázek 6 – Vývin koblihového těsta v čase.....	33
Obrázek 7 – Vývin kypřicího plynu .....	35
Obrázek 8 – Hmotnost těsta a koblih.....	36
Obrázek 9 – Rozdíl v rozměru koblih před a po usmažení.....	37



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Sladivost vybraných intenzivních sladidel .....	17
Tabulka 2 – Sladivost vybraných alditolů .....	18
Tabulka 3 - Uveřejněné informace k reformulovaného výrobku .....	21
Tabulka 4 – Navážka surovin pro výrobu jednotlivých šarží těsta.....	26
Tabulka 5 - Výsledky sledování vývinu těsta.....	33
Tabulka 6 - Výsledky sledování tvorby kypřicího plynu .....	35
Tabulka 7 - Charakteristika vybraných texturních vlastností koblih.....	37

