

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**Bc. MONIKA ŠINDELÁŘOVÁ**



**Agronomická  
fakulta**

**Mendelova  
univerzita  
v Brně**



**Změna kvality jemného pečiva vlivem přídatku  
vlákniny**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Viera Šottníková, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Monika Šindelářová

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Změna kvality jemného pečiva vlivem přídavku vlákniny vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat paní Ing. Vieri Šottníkové, Ph.D. za cenné rady, pomoc a připomínky při zpracování diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala paní doc. Ing. Šárce Nedomové, Ph.D., paní Ing. Veronice Rozíkové, Ph.D. a panu Ing. Miroslavovi Jůzlovi, Ph.D. za pomoc při laboratorních měření vzorků. Cením si pomoci slečny Bc. Martiny Zedníčkové při výrobě vzorků a Mgr. Jana Tomšíka při statistickém zpracování dat. Mé poděkování patří také mé rodině, přítelovi a blízkým přátelům za podporu během celého studia.

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce „Změna kvality jemného pečiva vlivem přidavku vlákniny“ bylo zjistit vliv přidavku pšeničné vlákniny na kvalitu smaženého jemného pečiva. Bylo usmaženo 8 vzorků koblih se zastoupením 0, 1, 3, 6, 9, 12, 15 a 18 % pšeničné vlákniny (WF 600). Posouzení kvality koblih zahrnovalo senzorické hodnocení, měření objemu, pevnosti, barvy kůrky a střídy a stanovení celkového obsahu tuku v koblihách. Pevnost vzorků se zvyšovala s rostoucím zastoupením vlákniny. Kůrka i střída koblih obsahující vlákninu byly světlejší v porovnání s kontrolním vzorkem. Vláknina pozitivně ovlivňovala absorpci smažícího tuku, protože celkový obsah tuku se snižoval s rostoucím zastoupením vlákniny. Přídavek vlákniny v množství max. 3 % měl pozitivní vliv na objem, vzhled, vůni i chuť koblih.

**Klíčová slova:** smažené pečivo, koblihy, pšeničná vláknina, senzorické hodnocení, pevnost, barva, tuk

## **ABSTRACT**

The aim of the thesis „The effect of addition of fiber on the quality pastry“ was to determine the effect of the addition of wheat fiber on the quality of fried pastry. There were fried 8 kinds of donuts with 0, 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18 % of wheat fiber (WF 600). The quality assessment donuts included the sensory evaluation, the measurement of the volume donuts, of the firmness, of the crust colour and the crumb colour and the determination of the total content of fat of donuts. The firmness of donuts increased with the increasing the content of wheat fiber. The crust colour and the crumb colour of donuts with wheat fiber were lighter than donuts without wheat fiber. Wheat fiber had the positive effect on the absorption of the frying fat because the total content of fat of donuts decreased with the increasing the content of wheat fiber. The addition of up to 3 % of wheat fiber had positive effect on the volume, the appearance, the aroma and the flavour of donuts.

**Keywords:** fried pastry, donuts, wheat fiber, sensory evaluation, firmness, colour, fat

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>10</b>
3.1	Jemné pečivo.....	10
3.1.1	Charakteristika jemného pečiva.....	10
3.1.2	Spotřeba jemného pečiva .....	11
3.1.3	Nutriční hodnota jemného pečiva .....	12
3.2	Suroviny pro výrobu jemného pečiva .....	14
3.2.1	Pšeničná mouka .....	14
3.2.2	Další druhy mouk a jejich vliv na konečný produkt.....	16
3.2.3	Ostatní suroviny pro výrobu jemného pečiva .....	19
3.3	Smažené pečivo.....	25
3.3.1	Výroba smaženého pečiva .....	25
3.3.2	Způsoby snižování absorpce smažícího tuku.....	28
3.4	Vláknina .....	29
3.4.1	Definice vlákniny.....	29
3.4.2	Rozdělení a složení vlákniny .....	29
3.4.3	Výskyt vlákniny v potravinách .....	31
3.4.4	Význam vlákniny .....	32
3.4.5	Vliv přídavku vlákniny do pekařských výrobků.....	34
<b>4</b>	<b>MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>36</b>
4.1	Použitý materiál .....	36
4.2	Použité metody.....	37
4.2.1	Postup výroby koblih .....	37
4.2.2	Měření hmotnosti a objemu koblih.....	38
4.2.3	Senzorické hodnocení koblih.....	38

4.2.4	Měření pevnosti koblíh .....	40
4.2.5	Měření barvy kůrky a střídy koblíh .....	40
4.2.6	Stanovení celkového tuku v koblích .....	41
4.2.7	Statistické metody .....	43
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>44</b>
5.1	Hmotnost a objem koblíh .....	44
5.2	Senzorické hodnocení koblíh .....	46
5.2.1	Celkový tvar a vzhled koblíh .....	46
5.2.2	Deskriptory kůrky koblíh .....	46
5.2.3	Deskriptory střídy koblíh .....	49
5.2.4	Vůně a chuť koblíh .....	52
5.2.5	Celkový dojem .....	53
5.3	Pevnost koblíh .....	54
5.4	Barva koblíh .....	55
5.4.1	Barva kůrky koblíh .....	55
5.4.2	Barva střídy koblíh .....	56
5.5	Celkový obsah tuku v koblích .....	58
5.6	Projekce proměnných do faktorové roviny .....	59
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>77</b>

## 1 ÚVOD

Jemné pečivo se vyrábí v menším objemu ve srovnání s chlebem a běžným pečivem, přesto je jeho spotřeba vysoká a někteří lidé ho zařazují pravidelně do svého jídelníčku. Jemné pečivo se vyznačuje vysokým obsahem cukru a tuku, který představuje bohatý zdroj energie. V naší stravě se vyskytuje poměrně mnoho tuku, proto přijímáme daleko více energie, než potřebujeme. Tučné výrobky jsou oblíbené především pro svoji chuť a smažené výrobky jsou navíc často doprovázeny příjemnou smaženou vůní.

V naší stravě je dále nedostatek konzumace vlákniny, což je způsobeno hlavně stravovacími zvyklostmi a chuťovými preferencemi lidí. Převážná část populace přijímá zhruba polovinu doporučeného denního příjmu vlákniny. Vláknina nemá téměř žádnou výživovou hodnotu a je nestravitelná, přesto je pro lidské tělo velmi důležitá díky svým prospěšným účinkům. Nejčastěji bývá dostatečný příjem vlákniny zdůrazňován ve spojitosti s prevencí rakoviny tlustého střeva. Pravidelný příjem vlákniny ve správném množství je také důležitý z hlediska prevence nadváhy a obezity, cukrovky 2. typu, srdečních a cévních onemocnění a některých nádorových onemocnění. Mezi hlavní zdroje vlákniny patří ovoce, zelenina, obiloviny a luštěniny. Významným zdrojem vlákniny v pekařských výrobcích může být např. celozrnná mouka, otruby, ovesné a žitné vločky.

Poptávka po produktech se sníženou energetickou hodnotou a vysokým obsahem vlákniny se zvyšuje. Spotřebitelské trendy směřují ke zdravějším potravinám a řada lidí začala upřednostňovat výživově hodnotnější potraviny. Mnoho vědeckých studií se zabývá vývojem nutričně hodnotnějších pekařských výrobků, kdy nahrazují pšeničnou mouku moukou nutričně hodnotnější, cukr nahrazují méně energetickými sladidly, modernizují postupy výroby, které zabraňují nadměrnému vsakování tuku při smažení, přidávají do výrobků vlákninu apod. Sortiment pekařských výrobků se stále více rozšiřuje o výrobky s vysokým obsahem vlákniny, především se jedná o různé druhy chlebů a běžného pečiva.



## 2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce bylo nahradit určitá procenta pšeničné mouky pšeničnou vlákninou v receptuře jemného smaženého pečiva a porovnat vliv vlákniny na kvalitu koblih. Mezi dílčí cíle práce patří:

- prostudovat odbornou literaturu a vypracovat literární rešerši (charakterizovat jemné pečivo a suroviny pro výrobu jemného pečiva, zaměřit se na smažené jemné pečivo, popsat druhy vláknin a prostudovat nutriční hodnoty)
- vyrobit koblihy s přídavkem vlákniny v různém procentuálním zastoupení v technologickém poloprovozu
- u vyrobených výrobků provést senzoričné hodnocení, změřit objem, pevnost, barvu a stanovit obsah tuku
- naměřené výsledky graficky a statisticky zpracovat a porovnat.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Jemné pečivo

#### 3.1.1 Charakteristika jemného pečiva

Podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění se jemným pečivem rozumí 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. Jemné pečivo může být plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení (marmeládou, ovocnou pomazánkou, náplněmi mikrobiálně stabilními při běžných podmínkách skladování, džemem, povidly) nebo povrchově upravené sypáním, polevou nebo glazurou.

Podle vyhlášky č. 182/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 333/1997 Sb., se za čerstvé jemné pečivo nebalené může považovat jemné pečivo pouze takové, jehož celý technologický proces výroby (od přípravy těsta až po upečení či obdobnou tepelnou úpravu, včetně uvedení do oběhu) nebyl přerušen zmrazením nebo jinou technologickou úpravou vedoucí k prodloužení trvanlivosti, a které je zároveň nabízeno k prodeji spotřebitelům nejdéle do 24 hodin po upečení či obdobné tepelné úpravě. Jemné pečivo se dle vyhlášky nečlení na skupiny jako ostatní druhy pečiva.

V případě plněných nebo potahovaných výrobků se jemné pečivo musí označit druhem náplně nebo polevy. Jemné pečivo lze označit slovy vyjadřujícími recepturní nebo technologické zpracování, jako je "z listového těsta", "z kynutého listového těsta", "smažené", "z taženého těsta", "z litých hmot", "ze šlehaných hmot", "ze třených hmot", "z křehkých tukových těst", "z jádrových hmot", "čajové pečivo", "ovocný chlebiček", "slané nebo sýrové pečivo" (VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění).

Jemné pečivo zaujímá v pekárenství malý objem výroby ve srovnání s chlebem a běžným pečivem, ale představuje široký sortiment. Nejvíce se vyrábí kynuté vánočkové a koláčové pečivo, kynuté smažené pečivo, listové kynuté pečivo a listové nekynuté pečivo. Vánočkové pečivo, které se vyrábí z tužšího a neplněného těsta, zahrnuje především vánočky, mazance, štolky a makovky. Z koláčového těsta, které je volnější než vánočkové a většinou s velkým podílem náplně, se vyrábí koláče, buchtičky, vdolečky, šátečky, záviny apod. Smažené pečivo se připravuje také z volnějšího těsta a z jeho sortimentu jsou nabízeny hlavně koblihy a pirohy. Listové pečivo, do kterého spadají např. croissanty, taštičky a mřížky, se vyrábí střídáním

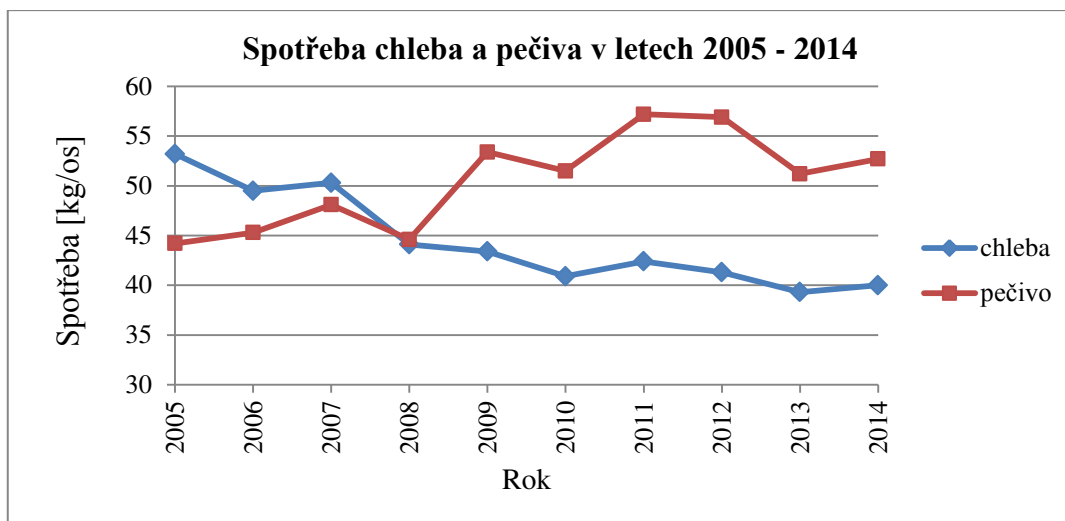
základního a tukového těsta, proto má náročnější zpracování (KUČEROVÁ, 2004). Požadované sensorické vlastnosti pro výrobky jemného pečiva z kynutého a listového těsta jsou vypsány v následující tabulce.

Tab. 1 *Požadavky na sensorické vlastnosti jemného pečiva z kynutého a listového těsta (VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění)*

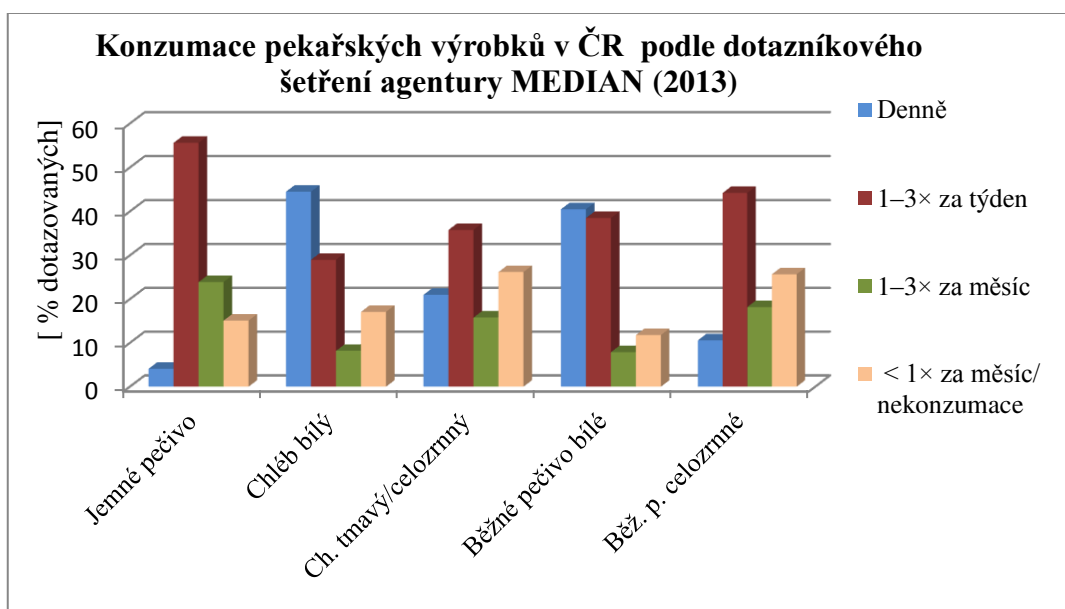
	Jemné pečivo/čerstvé jemné pečivo z kynutého těsta	Jemné pečivo/čerstvé jemné pečivo z listového a kynutého listového těsta
Vzhled a tvar	pravidelně formované, klenuté nebo plněné	pravidelně formované, klenuté
Kůrka, povrch	charakteristické barvy, bez zřetelně obnažené střídky	charakteristické barvy, bez viditelně obnažené střídky (s výjimkou řezů), typický strupovitý povrch
Střídka	dobře propečená, pórovitá, vláčná, pružná	propečená, s viditelným listováním, u kynutého těsta dutiny nejsou na závadu, u plněných výrobků na řezu viditelná náplň
Vůně a chuť	jemná, pečivová příjemná, s příchutí přidaných složek	pečivová, příjemná s příchutí přidaných složek, bez cizích pachů a příchutí

### 3.1.2 Spotřeba jemného pečiva

Český statistický úřad nevykazuje spotřebu jemného pečiva samostatně, ale je zahrnuta ve skupině pšeničné pečivo. Od roku 2008 je spotřeba chleba nižší než pečiva (obr. 1). V roce 2014 byla spotřeba pečiva 52,7 kg na osobu a rok, spotřeba chleba 40,0 kg na osobu a rok (KOBES, 2015). Sortiment cereálních výrobků je velmi pestrý a neustále se rozšiřuje o nové výrobky, do kterých se přidávají např. netradiční nebo obohacující suroviny, což může být důvod zvýšené spotřeby pečiva (SLUKOVÁ, PŘÍHODA, 2012). Podle dotazníkového šetření, které je vyhodnoceno na obrázku 2, pouze 4,1 % dotazovaných konzumuje jemné pečivo denně. Více než 50 % dotazovaných zařazuje jemné pečivo do své stravy jednou až třikrát týdně. Konzumace pekařských výrobků z bílé mouky převažuje nad ostatními výrobky (ADÁMKOVÁ, 2014).



Obr. 1 Spotřeba chleba a pečiva v letech 2005 – 2014 (KOBES, 2015)



Obr. 2 Konzumace pekařských výrobků dle dotazníkového šetření (ADÁMKOVÁ, 2014)

### 3.1.3 Nutriční hodnota jemného pečiva

Jemné pečivo patří mezi pekařské výrobky s vyšší energetickou hodnotou kvůli vysokému obsahu tuku a cukru (tab. 2). Smažené pečivo je velmi bohaté na tuky, neboť recepturu těsta tvoří cca 12 % oleje (vztaženo na množství mouky) a těsto navíc při smažení vsákne fritovací tuk. Smažení při vysoké teplotě a nepravidelná výměna olejové lázně zhoršuje celkovou kvalitu tuku ve výrobku (PŘÍHODA, SLUKOVÁ, 2014).

Tab. 2 *Nutriční hodnota jemného pečiva* (<sup>1</sup>SLUKOVÁ, RAKOVÁ, 2010; <sup>2</sup>SERNASALDÍVAR, 2010)

Produkt	Nutriční hodnoty ve 100 g výrobku				
	Energie [kcal]	Vláknina [g]	Sacharidy [g]	Bílkoviny [g]	Tuky [g]
Buchtíčky s povidlovou náplní <sup>1</sup>	372	2,3	64,8	6,1	9,8
Croissant <sup>1</sup>	331	2,0	49,0	8,0	11,0
Vánočka tuková <sup>1</sup>	330	1,7	57,7	7,7	7,6
Americké čokoládové muffiny <sup>1</sup>	431	1,6	53,4	5,1	20,8
Kobliha pocukrovaná <sup>2</sup>	426	1,6	67,1	5,2	22,9

Příjem tuku by se měl pohybovat v rozmezí 15–30 % z celkového příjmu energie, 30 % představuje u lehce pracujícího dospělého člověka cca 70 g tuku na den. Příjem nasycených mastných kyselin by měl být nižší než 10 % (cca 20 g) a příjem trans-mastných kyselin max. 1 % (cca 2,5 g) z celkového energetického příjmu (BRÁT, 2015).

Složení mastných kyselin tuku jemného pečiva je z výživového hlediska nevhodné (tab. 3). Některé výrobky při konzumaci jednoho kusu výrazně překročí tolerovatelný denní příjem trans-nenasycených a nasycených mastných kyselin (DOSTÁLOVÁ et al., 2008). Nadměrná konzumace tuků složených převážně z nasycených mastných kyselin zvyšuje riziko výskytu obezity a ischemické choroby srdeční (MELLEMA, 2003). Koblihy, muffiny, koláčky a další výrobky jemného pečiva zařazuje mnoho lidí do svých snídaní. Doporučuje se konzumovat k snídani produkty s vysokým obsahem bílkovin a komplexních sacharidů a vybírat si zdravější verze snídaní. Nepříliš sladká snídaně snižují chuť na sladké během dne (ADDY, 2014).

Tab. 3 *Obsah tuku a složení mastných kyselin ve vybraných výrobcích jemného pečiva (DOSTÁLOVÁ et al., 2008)*

Výrobek	Tuk [g/100 g korpusu]	Mastné kyseliny [%]			
		TFA	SFA	MUFA	PUFA
Kobliha	30,8	2,2	48,0	40,0	11,4
Listová taštička višňová	23,8	5,2	51,6	34,1	13,9
Buchtičky tvarohové – Kompek	11,6	2,0	29,0	49,3	21,5
Meruňková kapsa	21,1	33,5	51,1	38,1	10,2
Buchta s jablky	30,5	25,0	42,9	35,5	14,2
Croissant s čokoládou	28,5	23,0	45,8	34,3	12,2
Donut čokoláda, kokos	40,9	2,9	51,0	39,3	9,5

Poznámka: TFA – trans-nenasycené mastné kyseliny, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – monoenoové mastné kyseliny (včetně trans MUFA), PUFA – polyenoové mastné kyseliny

## 3.2 Suroviny pro výrobu jemného pečiva

### 3.2.1 Pšeničná mouka

Pšenice setá patří mezi nejrozšířenější obilovinu pro pekařské využití. Základním typem pšeničné mouky pro pekárenskou výrobu je hladká mouka T 530, která obsahuje do 0,60 % popela v sušině (PŘÍHODA et al., 2003). Na výrobu jemného pečiva se používá především pšeničná mouka hladká, méně polohrubá a hrubá. Mouka k výrobě kynutých těst by měla obsahovat více než 28 % mokrého lepku v sušině mouky. Lepek by měl být pevný, středně tažný a pružný. Důležitá je vysoká vaznost mouky, která by měla být 55–62 %, protože vyšší dávky tuku a cukru omezují vázání vody v kynutém těstě (SKOUPIL, PELIKÁN, 1998).

Pšeničná mouka tvoří ve vodě trojrozměrné viskoelastické těsto. Elastické a viskózní vlastnosti mouky se měří na reologických přístrojích (např. na farinografu a extensografu). Zjištěné vlastnosti na těchto přístrojích předpovídají chování těsta během jeho zpracování a kvalitu produktů, čímž poskytují praktické informace pro pekárny (SONG, ZHENG, 2007).

Pšeničná mouka obsahuje 8–14 % bílkovin (MCCANN et al., 2013). Mezi bílkoviny pšenice patří albuminy (rozpuštěné ve vodě), globuliny (rozpuštěné ve

zředěných roztocích solí), prolaminy (rozpuštěné v 70% etanolu) a gluteliny (rozpuštěné ve zředěných kyselinách) (CAUVAIN, YOUNG, 2001). Prolaminy neboli gliadiny a gluteliny neboli gluteniny tvoří lepek neboli gluten, který zaujímá v pšenici až 80 % z celkového obsahu bílkovin (MCCANN et al., 2013). Prolaminy a gluteliny jsou zastoupeny v poměru 2 : 3. Prolaminy poskytují lepku tažnost a gluteliny pružnost (PŘÍHODA et al., 2003). Lepek je zodpovědný za viskoelastické vlastnosti pšeničné mouky (MCCANN et al., 2013). Lepek zadržuje plyny v těstě, zvyšuje objem těsta vlivem tepla a oxidu uhličitého uvolněného při fermentaci (CAUVAIN, YOUNG, 2001). Lepek kromě gliadinu a gluteninu obsahuje také lipidy (3,5–6,8 %), minerály (0,5–0,9 %) a sacharidy (7–16 %) (SONG, ZHENG, 2007).

V pšenici se vyskytuje malé množství monosacharidů (2 %) a oligosacharidů (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Monosacharidy zastupuje arabinóza, ribóza, glukóza, fruktóza, galaktóza apod. a oligosacharidy především maltóza a sacharóza. Významnější jsou polysacharidy, do kterých patří hlavně škrob (PŘÍHODA et al., 2003) a neškrobové polysacharidy. Neškrobové polysacharidy jsou hlavní složkou vlákniny. Pšenice obsahuje rozpustnou i nerozpustnou vlákninu. V aleuronových vrstvách pšenice převažují arabinoxylany a  $\beta$ -glukany, v oplodí arabinoxylany a celulóza (CAPRITA, CAPRITA, 2011).

Škrob je zastoupen v mouce v množství 59–72 % (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Skládá se ze dvou odlišných polymerních frakcí: amylozy, která zaujímá 25 % škrobu, a amylopektinu, který tvoří 75 % škrobu. Frakce jsou tvořeny glukózovými jednotkami. Amylóza představuje lineární řetězec, zatímco amylopektin je rozvětvený. Frakce se dále liší v molekulové hmotnosti (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Škrobová zrna ve vodě bobtnají, ale nerozpouštějí se. Mletím obilí se poškodí 5–10 % škrobových zrn. Při kynutí těst amyláza nejprve napadá poškozená škrobová zrna. Škrob se částečně hydrolyzuje amylázami na maltózu, která je maltázou hydrolyzována na glukózu. Žádoucí struktura těsta vzniká jako důsledek vzájemného působení částečně zbotnalých granulí škrobu s bílkovinami lepku, pentozany, denaturovanými bílkovinami a mazovatěním škrobu. Škrob se podílí i na stárnutí pečiva (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Během pečení pečiva při dosažení 60 °C dochází k štěpení a mazovatěním škrobu, při 105 °C škrobový maz vysychá a tvoří se střída pečiva a při 120 °C škrob ztrácí vodu a tvoří se kůrka pečiva (BLÁHA et al., 1998).

Pšeničná mouka obsahuje 1,5–3 % lipidů, které jsou tvořeny především kyselinou linolovou a olejovou a fosfatidy. Fosfatidy obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou

bázi (PRUGAR et al., 2008). Nejvíce lipidů je zastoupeno v klíčku. Zrno obsahuje 70 % nepolárních lipidů, 20 % glykolipidů a 10 % fosfolipidů. V celém zrnu je přítomna doprovodná látka tuků vitamín E (3,9 mg/100 g), který má významnou antioxidační aktivitu (DELCOUR, HOSENEY, 2010).

Pšenice je významným zdrojem některých vitamínů a minerálních látek. V největším zastoupení se vyskytuje vitamín B<sub>1</sub> (0,55 mg/100 g), B<sub>3</sub> (6,4 mg/100 g), B<sub>5</sub> (1,36 g/100 g) a B<sub>6</sub> (0,53 mg/100 g). Z minerálních látek se v pšenici nachází nejvíce draslík (580 mg/100 g), fosfor (410 mg/100 g) a hořčík (180 mg/100 g) (DELCOUR, HOSENEY, 2010).

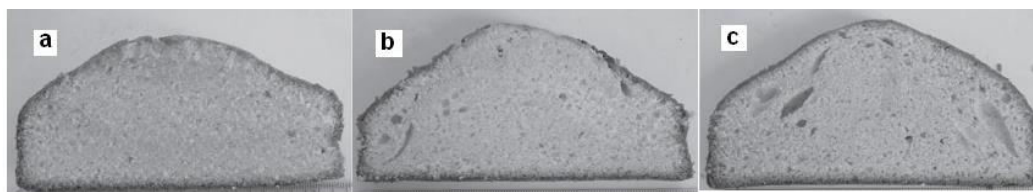
### 3.2.2 Další druhy mouk a jejich vliv na konečný produkt

#### Špaldová mouka

Pšenice špalda obsahuje ve srovnání s pšenicí setou vyšší podíl rozpustné vlákniny a bílkovin. Špaldová mouka absorbuje více vody, proto škrobová zrna více bobtnají a stávají se lépe stravitelnými. Špaldové pečivo má téměř stejný objem jako pečivo z pšenice seté (BONAFACCIA et al., 2000), udržuje si dlouho vláčnost a čerstvost (PRUGAR et al., 2008).

#### Žitná mouka a mouka z triticales

Žito obsahuje méně škrobu a bílkovin a více vlákniny než pšenice, jinak se chemickým složením velice podobá pšenici. Žitné bílkoviny nemají schopnost vytvářet síť pružného těsta. Na struktuře žitných těst se podílejí pentozany (především arabinoxylany), které vážou vodu (HUI et al., 2006). Triticale má pekařské vlastnosti na přechodu mezi pšenicí a žitem (PŘÍHODA et al., 2003). Žito a triticales jsou nutričně hodnotnější. OLIVIERO et al. (2010) porovnávali dorty z pšenice, triticales a žita pečených ve formě (obr. 3). Dort z žitné mouky měl větší objem, pravidelnou strukturu střídy s většími póry, což způsobila především nepřítomnost lepku. Všechny dorty byly sensoricky přijatelné pro hodnotitele.



Obr. 3 Dort z pšenice – a, z triticales – b, z žita – c (OLIVIERO et al., 2010)



### **Ovesná mouka**

Ovesné zrno se vyznačuje příznivým aminokyselinovým složením, nižším zastoupením prolaminů a příznivým složením tuku, který je zastoupen především vyššími mastnými kyselinami – kyselinou linolovou a olejovou (PRUGAR et al., 2008). Ovesné zrno podporuje snížení hladiny cholesterolu, snížení rizika cukrovky, rakoviny tlustého střeva a dalších chronických onemocnění díky bohatému zastoupení rozpustné vlákniny  $\beta$ -glukanů, antioxidantů a bioaktivních látek. Vzhledem k příznivým výživovým vlastnostem ovsa roste zájem o jeho přidávání do pekařských výrobků. Ovesná mouka snižuje soudržnost a elasticitu těsta, objem pečiva a mění jeho texturu. Ovesné pečivo je křehčí a vláčnější. Ovesná mouka neobsahuje lepek, proto úplné nahrazení pšeničné mouky ovesnou lze například v koláčích, u kterých není požadován velký objem (DE LA HERA et al., 2013).

### **Mouka z ječmene, prosa a čiroku**

Ječmen, proso a čirok obsahuje více vlákniny a antioxidantů než pšenice (RAGAE, ABDEL-AAL, 2006). Proso má vyšší podíl esenciálních aminokyselin než pšenice, žito, ječmen, oves a kukuřice (PRUGAR et al., 2008). PETR et al. (2003) při testování složení bílkovinných frakcí čiroku a prosa úspěšně potvrdili možnost využití těchto plodin pro dietu při celiakii.

Ječná mouka obohacuje pečivo o železo, vápník, zinek a  $\beta$ -glukany (GUPTA et al., 2009), které redukuje hladinu cholesterolu, glykemický index a podporují správné trávení. Do některých pekařských výrobků se přidává i pražený ječmen. Pražením ječmene se zvyšuje jeho chuť, snižují se antinutriční vlastnosti, ale klesá zastoupení  $\beta$ -glukanů (SHARMA et al., 2011). Pečivo s ječnou moukou je měkčí a více zlatohnědé (GUPTA et al., 2009). Nahrazením 15 % pšeničné mouky moukou z ječmene, prosa nebo čiroku nemá významný vliv na kvalitu pečiva (RAGAE, ABDEL-AAL, 2006).

### **Pohanková a amarantová mouka**

Část populace trpí intolerancí na obilné bílkoviny prolaminy, které se nazývají v pšenici jako gliadin, v žitě jako sekalin, v ječmeni jako hordein a v ovsu jako avenin (DELCOUR, HOSENEY, 2010). Pohanka může být vhodnou surovinou na výrobu bezlepkového pečiva. Bílkoviny pohanky mají vysokou biologickou hodnotu díky vyváženému složení aminokyselin. Pohanka obsahuje více polynenasycených mastných kyselin než obilná zrna a je bohatým zdrojem vitamínů ( $B_1$ ,  $B_2$  a  $B_6$ ), minerálních látek

(zinku, mědi, draslíku, hořčíku a vápníku), vlákniny a antioxidantů. Pohankové pečivo má dobrou strukturu střídy a dostatečný objem (WRONKOWSKA et al., 2013). MARKOVÁ et al. (2014) přidávali nefermentovanou a fermentovanou pohankovou mouku s využitím bakterií *Lactobacillus plantarum* do muffinů připravených z různých druhů mouk (kukuřičné, ovesné, žitné, pšeničné, pohankové a špaldové). Všechny vzorky měly přijatelné sensorické vlastnosti. Při fermentačním procesu cereální matrice dochází k degradaci antinutričních faktorů a zároveň ke zvýšení výživové hodnoty potravin.

Amarantová mouka také neobsahuje lepek a patří k nutričně hodnotnějším moukám. Sušinu mouky tvoří až z 26 %  $\beta$ -glukany (MLAKAR et al., 2009). Dle ŠVEC, HRUŠKOVÁ (2014) se pečivo s 10 % amarantové mouky hůře kouše a má nahořklou chuť.

### **Hrachorová a sójová mouka**

Luštěniny se vyznačují vysokým obsahem bílkovin a esenciální aminokyseliny lysinu. Mouka z hrachoru obsahuje průměrně 28,7 % bílkovin (REHMAN et al., 2007) a sójová mouka 35 % (ČERVENKA, 2011). Obiloviny jsou chudé na lysin, ale bohaté na sirné aminokyseliny. Pokud se část pšeničné mouky nahradí hrachorovou, vyrovná se obsah esenciálních aminokyselin a zlepší se stravitelnost bílkovin v pečivě. Více než 20 % této mouky zhorší stabilitu těsta, což může způsobit menší objem pečiva. Smažené pečivo s hrachorovou moukou je tmavší, protože lysin reaguje se sacharidy v Maillardově reakci, která způsobuje zhnědnutí výrobků (REHMAN et al., 2007).

Sója obsahuje významné množství n-3 mastných kyselin, ale i přírodní toxické a antinutriční látky (inhibitory proteáz, antivitaminy, saponiny apod.) (KADLEC et al., 2012b). Lecitin v sójové mouce působí jako emulgátor. Přídavek 3 % odtučněné sójové mouky v listovém těstě podpoří jeho elasticitu, takže se těsto méně trhá při prokládání tukem. Dortový korpus se 3 až 6 % odtučněné mouky má hladší texturu s rovnoměrně rozptýlenými vzduchovými póry a jemnější kůrku (ČERVENKA, 2011).

### **Rýžová, kukuřičná, kaštanová a konopná mouka**

Dle RAI et al. (2012) pečivo z 25 % rýžové nebo z 25 % kukuřičné mouky může být pro spotřebitele přijatelnější než pečivo pouze z pšeničné mouky. Větší podíl těchto mouk ale negativně ovlivní objem pečiva. Kaštanová mouka je bohatá na esenciální aminokyseliny, vitamíny a minerální látky. Kaštanovou mouku je vhodné smíchat s rýžovou moukou. Pečivo ze 70 % kaštanové mouky a z 30 % rýžové nebo z 25 %

kaštanové a 75 % rýžové mělo vhodné vlastnosti těsta a pečiva (MOREIRA et al., 2013).

Konopná mouka obsahuje významné množství  $\beta$ -karotenu, vitamínů B<sub>1</sub> a E, železa a zinku. Pečivo s přídatkem 5 % konopné mouky se vyznačuje kávově hnědou barvou. Vyšší zastoupení této mouky způsobí malý objem a nahořklou až palčivou příchuť výrobků (HRUŠKOVÁ et al., 2011).

### Nutriční hodnoty zmiňovaných surovin

Tab. 4 Složení vybraných mouk a surovin zpracovávajících se na mouku (<sup>1</sup>DATABÁZE SLOŽENÍ POTRAVIN ČR VERZE 5.15; <sup>2</sup>PRUGAR et al., 2008; <sup>3</sup>HRUŠKOVÁ et al., 2011; <sup>4</sup>SERNA-SALDÍVAR, 2010)

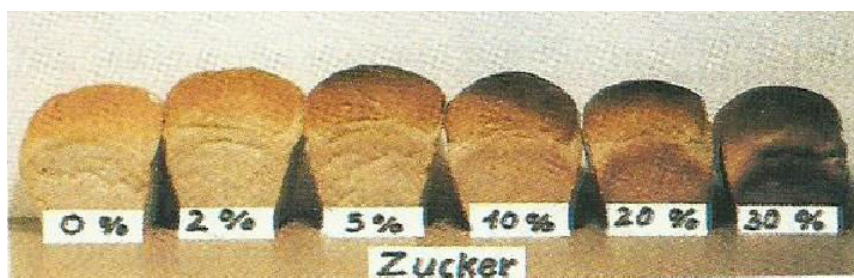
Surovina	Složení [g/100 g]			
	Bílkoviny	Lipidy	Sacharidy	Vláknina
Pšeničná mouka <sup>4</sup>	12,0	1,7	72,7	2,4
Žitná mouka <sup>1</sup>	8,4	1,4	77,9	11,8
Triticale <sup>2</sup>	9,0–13,0	1,6	70,0–80,0	2,5
Špalda <sup>1</sup>	15,4	4,1	70,7	9,5
Ovesná mouka <sup>1</sup>	11,3	6,5	70,4	7,8
Ječmen <sup>1</sup>	11,9	3,0	71,3	11,7
Proso <sup>2</sup>	13,1	4,0	68–76	9,9
Čirok <sup>2</sup>	8,0–16,0	3,3	70,0	1,9
Pohanka <sup>1</sup>	13,1	2,9	69,3	6,6
Amarant <sup>2</sup>	16,0	7,5	62,0	9,5
Hrách <sup>2</sup>	24,5	1,0	62,1	6,3
Sójová mouka odtučněná <sup>1</sup>	50,0	1,8	34,7	19,8
Rýžová mouka <sup>4</sup>	6,0	1,4	80,1	2,4
Kukuřičná mouka <sup>4</sup>	8,5	1,7	77,7	7,4
Konopná mouka <sup>3</sup>	30,0–33,0	7,0–13,0	40,0	–

### 3.2.3 Ostatní suroviny pro výrobu jemného pečiva

#### Cukry a sladidla

Sladidla propůjčují pečivu sladkou chuť, zbarvují jeho kůrku a zadržují vlhkost v pečivě. Nejčastěji se používá řepný cukr, který představuje neredukující disacharid

sacharózu (HUI et al., 2006). Sacharóza je zdrojem zkvasitelných cukrů pro kvasinky. V přítomnosti velkého množství cukru je aktivita kvasinek omezena z důvodu zvýšeného osmotického tlaku. Přídavek cukru zhruba do 5 % na zpracovanou mouku zvyšuje objem pečiva a zlepšuje jeho střídu (obr. 4) (SZEMES, MAINITZ, 1999). Obecně platí, že jemnější granulace cukru zlepšují objem výrobků (HUI et al., 2006). Při výrobě pečiva pro diabetiky se používají umělá sladidla (např. sacharin, aspartam, sukralóza a sorbitol). Nejvhodnější je sukralóza díky její termostabilitě (PODĚBRADSKÁ, 2013).



Obr. 4 Vliv cukru na objem a střídu pečiva (SZEMES, MAINITZ, 1999)

Jako zdravá náhrada rafinovaného bílého cukru se mohou použít sladové výtažky, které obsahují snadno vstřebatelné cukry (maltózu, glukózu), minerální látky (vápník, sodík, fosfor, železo) a vitamíny skupiny B. Pečivo ze sladových výtažků má lepší vzhled, lépe zbarvenou kůrku, stejnoměrně pórovitou střídu a lepší chuť. Existují i barvicí sladové výtažky, kterými se dobarvují pekařské výrobky (KUČEROVÁ, HAVRANOVÁ, 2012). Dle ZAHN et al. (2013) lze 30 % recepturního množství cukru nahradit inulinem a zároveň přidat přírodní sladidlo ze stévie, čímž dojde ke snížení energie a zvýšení obsahu vlákniny v jemném pečivě.

### **Kypřicí prostředky – droždí a chemická kypřidla**

Za pekařské droždí jsou považovány kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, rasy drožd'árenské (VYHLÁŠKA č. 335/1997 Sb.). Droždí obsahuje 40–50 % bílkovin, 2,8–3,3 %  $P_2O_5$ . Mezi jeho základní požadavky patří vysoká mohutnost kynutí v těstě a mikrobiologická čistota. Kvasinkové invertázy hydrolyzují sacharózu na glukózu a fruktózu (KADLEC et al., 2012b) a poté kvasinky fermentují jednoduché cukry (glukózu, fruktózu, mannózu, galaktózu, maltózu apod.) na ethanol, oxid uhličitý a energii. Optimální teplota pro fermentaci je 26–30 °C a relativní vlhkost 85 %. (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Činnost kvasinek klesá při překročení 43 °C a zastavuje

se při 55 °C (CAUVAIN, YOUNG, 2001). Nejvíce se používá čerstvé nebo sušené droždí (SERNA-SALDÍVAR, 2010).

Mezi nejběžněji používané chemické kypřidlo patří hydrogenuhličitan sodný neboli jedlá soda, která se při zahřátí rozkládá na uhličitan sodný, oxid uhličitý a vodu. Podobně se rozkládá i hydrogenuhličitan draselný. Kypřidlo uhličitan amonný se rozkládá na amoniak, oxid uhličitý a vodu. Nadměrná produkce amoniaku by způsobovala nepříjemnou chuť, proto se musí přidávat omezené množství uhličitanu amonného (EDWARDS, 2007).

### **Voda**

Voda ovlivňuje tvorbu těsta a texturní vlastnosti pečiva. Je nezbytná pro hydrataci proteinů, gelatinizaci škrobu, aktivaci enzymů, rozpuštění cukrů a soli (HUI et al., 2007). Pro výrobu těst je nejvhodnější středně tvrdá voda s obsahem 50–100 ppm uhličitanu vápenatého nebo síranu vápenatého (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Příliš tvrdá voda ztužuje lepek a zpomaluje fermentaci. Měkká voda způsobuje lepkavost těsta (PŘÍHODA et al., 2003). Mouka váže kolem 60 % vody (vztaženo na množství mouky), z toho 31 % vody se váže na lepek, 46 % na škrob a 23 % na pentozany. Během pečení se asi 10 % vody vypaří, lepek kvůli denaturaci ztrácí schopnost vázat vodu a zbytek vody je vázán ve škrobu (77 %) a v pentozanech (23 %) (SERNA-SALDÍVAR, 2010).

Potřebné množství vody pro vytvoření optimální konzistence těsta závisí na mnoha faktorech. Vyšší absorpce vody nastává např. při nižší vlhkosti mouky, při vyšším obsahu bílkovin v mouce, při vyšším stupni poškozeného škrobu, při vyšším zastoupení pentozanů či otrub (CAUVAIN, YOUNG, 2001). Při nedostatečném množství vody v těstě se lepek méně vyvine a výsledkem je málo pružné těsto. Naopak nadbytek vody se projeví lepkavostí těsta. Navíc kvůli přebytku vody je škrob obklopen molekulami vody, proto se škrob začlení do proteinové matrice méně, což může způsobit uvolnění makromolekul glutenových bílkovin a horší strukturu těsta (MASTROMATTEO et al., 2013).

### **Mléko a syrovátka**

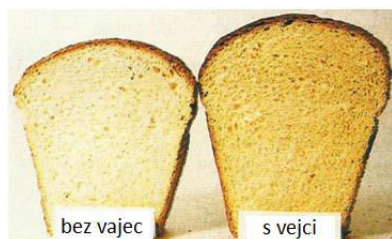
V pekárenství se používá mléko převážně sušené. Mléko přispívá k tvorbě zlatohnědé barvy kůrky a chuti výrobků. Mléko obsahuje disacharid laktózu, kterou kvasinky nejsou schopny fermentovat, proto zůstává nezměněna až do procesu pečení, kde přispívá k barvě střídy (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Syrovátka změkčuje střídu

a významně přispívá k hnědnutí pekařských výrobků. Syrovátku lze použít i na výrobu plev a náplní (ŠUSTOVÁ, SÝKORA, 2013).

### **Vejce**

Vejce obsahuje 12,8 % bílkovin, 11,8 % lipidů, 1 % sacharidů a 0,8 % minerálních látek. Třetinu lipidů žloutku tvoří fosfolipidy, které jsou zastoupené hlavně lecitinem. Fosfolipid fosfatidylethanolamin se díky volným aminoskupinám účastní reakcí neenzymového hnědnutí během pečení (SIMEONOVÁ et al., 2001).

V pekařství se používají především sušené pasterované vaječné produkty z důvodu eliminace rizika onemocnění salmonelózy. Vejce přispívají ke vzniku optimální chuti, barvy a objemu pečiva. Vaječné bílkoviny se podílejí na tvorbě struktury pečiva, obdobně jako lepek. Při výrobě šlehaných hmot se uplatňuje pěnotvorná vlastnost bílků. (GISSLEN, 2004). Do kynutých těst se nedávají samotné bílky, protože bílky podporují tuhost výrobků (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Dle SZEMES, MAINITZ (1999) mají vejce výraznější vliv na výrobky při použití 200 g vaječné hmoty na 1 kg mouky (obr. 5).



Obr. 5 Vliv přídavku vajec na pečivo (SZEMES, MAINITZ, 1999)

### **Sůl**

Sůl obsahuje minimálně 97 % chloridu sodného v sušině, případně může být obohacena potravním doplňkem (VYHLÁŠKA č. 331/1997 Sb.). Sůl ztužuje lepek, snižuje lepkavost těsta, inhibuje aktivitu kvasinek a podporuje chuť. Přidává se i do jemného pečiva, protože podporuje sladkost cukru a potlačuje kovovou a hořkou chuť. Sůl snižuje aktivitu vody, čímž prodlužuje čerstvost pečiva. Obvyklá dávka soli se pohybuje v rozmezí 1–2 % (SERNA-SALDÍVAR, 2010).

### **Tuky**

K výrobě jemného pečiva se používají kapalné i pevné tuky rostlinného či živočišného původu. Nejvíce se používá řepkový olej, margaríny, máslo a shortenings neboli 100% pekařské tuky. Tuk se podílí na sensorických vlastnostech pečiva a zpomalení jeho

stárnutí (PŘÍHODA et al., 2003). Tuk v těstě kolem vzduchových pórů poskytuje membránu, která je chrání před poničením i během tepelného zpracování (TALBOT, 2011). Přídavek tuku zhruba do 5 % na zpracovanou mouku zvyšuje objem pečiva, ale nad 10 % může zhoršit vlastnosti pečiva (SZEMES, MAINITZ, 1999).

Řepkový olej obsahuje 21 % kyseliny linolové, 10 % kyseliny linolenové (KADLEC et al., 2012b) a navíc má optimální poměr omega-6 a omega-3. Řepkový olej má vysokou oxidační stabilitu ve srovnání s jinými oleji. Slunečnicový olej má antikarcinogenní účinky (BARANYK et al., 2010).

Margaríny obsahují 80–85 % tuku a mohou se do nich přidávat aromata, emulgátory, barviva apod. (GISSLEN, 2004). Margaríny se vyrábí hydrogenací tuků, při které vznikají trans-nenasycené mastné kyseliny (PAJIN et al., 2011). Konzumace trans-nenasycených mastných kyselin představuje riziko srdečně-cévních onemocnění. Z tohoto důvodu výrobci přijímají taková výrobní opatření, aby obsah těchto kyselin byl snížen (KOMPRDA, 2009). Při zpracování listového těsta se dříve používalo máslo, ale kvůli ceně se nahradilo tažným margarínem. Tažný margarín se vyznačuje optimální plasticitou (PAJIN et al., 2011). Máslo má vzhledem k vysokému zastoupení nasycených mastných kyselin a nízkému zastoupení nenasycených mastných kyselin nežádoucí nutriční složení (BANACH et al., 2012). Na druhou stranu obsahuje lecitin a vitamíny rozpustné v tucích A a E (ŠUSTOVÁ, SÝKORA, 2013). Pečivo obsahující máslo má lepší vůni a chuť, ale menší objem ve srovnání s výrobky z jiných tuků (PŘÍHODA et al., 2003).

### **Fritovací tuk**

Mezi hlavní požadavky fritovacích tuků patří dobrá tepelná stabilita, dobrá chuť, schopnost nezanechávat mastný vzhled na povrchu usmaženého pečiva a nezvlhčovat posyp z moučkového cukru (HATAE et al., 2003). Kyslík, vysoká teplota a malé části těst, které se hromadí v tuku, urychlují oxidaci tuku. Tuk se musí pravidelně vyměňovat, aby se předešlo nadměrné tvorbě kouře, přepálené chuti a degradaci tuku, což má za následek vysoký obsah polárních látek (BRÜHL, UNBEHEND, 2013).

Palmový olej patří mezi nejvíce produkované oleje na světě. Obsahuje až 50 % nasycených mastných kyselin (zastoupených především kyselinou palmitovou) a dále obsahuje 37,6 % kyseliny olejové a 10,6 % kyseliny linolové. Díky vysokému zastoupení nasycených mastných kyselin má dobrou oxidační stabilitu, proto je často používán pro fritování. Roste ale obava z nasycených mastných kyselin obsažených

v palmovém oleji (FARHOOSH et al., 2009), a tak někteří výrobci používají ke smažení řepkový či slunečnicový olej. ALADEDUNYE, PRZYBYLSKI (2014) porovnávali stabilitu palmového, řepkového a slunečnicového oleje při smažení. Slunečnicový a řepkový olej měl lepší oxidační stabilitu a menší obsah polárních sloučenin než palmový olej. Výrobky usmažené v řepkovém a slunečnicovém oleji měly příznivé senzorycké vlastnosti a navíc příznivé složení mastných kyselin.

ŠOTTNÍKOVÁ, BORUTOVÁ (2009) měřily vlastnosti ztuženého pokrmového tuku používaného na smažení koblih po dobu sedmi dnů a zjišťovaly jeho vliv na kvalitu koblih. Koblihy usmažené v tuku před jeho výměnou obsahovaly méně sušiny a více tuku než koblihy smažené po výměně tuku. Číslo kyselosti tuku v průběhu smažení narůstalo lineárně. Peroxidové číslo na začátku smažení mírně kleslo, ale následně opět narůstalo. Zastoupení kyseliny olejové, palmitové a stearové v tuku se v průběhu smažení podstatně neměnil. Výrobky bez náplně smažené v tuku po jeho výměně měly lepší tvar, barvu povrchu, kyprost, vůni a chuť. Pórovitost a tloušťka kůrky byla ohodnocena lépe u koblih smažených v tuku před jeho výměnou.

### **Zlepšující přípravky**

Zlepšující přípravky slouží ke standardizaci vlastností mouk, výrobního procesu pečiva a zajištění optimálních vlastností těsta i pečiva (MATUŠINCOVÁ, 2012). Mezi zlepšující přípravky patří především emulgátory, enzymy, stabilizátory kyselosti, konzervanty, látky zlepšující mouku a koloidní látky (MALÁ, 2012). Emulgátory poskytují vysokou vaznost vody a přispívají k optimálnímu objemu výrobků. Enzymy urychlují zrání těsta, podporují pružnost střídy a barvu kůrky. Významným enzymem je amyláza, protože při její nízké aktivitě v mouce dochází k tvorbě suchých těst a malému objemu pečiva (KUČEROVÁ, 2008). Oxidační látky urychlují zrání těsta a redukční látky podporují pružnost a tažnost lepku. Škroby a hydrokoloidy přispívají k vláčnosti a trvanlivosti pečiva díky své schopnosti vázat vodu (MATUŠINCOVÁ, 2012).

### **Náplně**

Nejčastěji se používají termostabilní náplně, které se pečou spolu s těstem. Netermostabilními náplněmi se plní upečené výrobky (ČERVENKA, 2012). Důležitá je stabilizace náplně, která je ovlivněna aktivitou vody, pH, obsahem pevných částic v náplni apod. Náplň má vyšší aktivitu vody než pečivo, proto dochází k migraci vlhkosti z náplně do těsta, čímž dojde ke ztrátě křehkosti výrobku. Přídavek látek vážících vodu (např. škrobů) do náplně zpomalí přestup vlhkosti. Do náplně se pro



snížení pH často přidává kyselina citronová, která potlačuje rozvoj nežádoucích mikroorganismů (ČERVENKA, 2013).

V pekárenství se používá mnoho druhů náplní (např. ovocné, tvarohové, makové, ořechové, pudinkové, povídkové apod.). Ovocné náplně jsou po mikrobiální stránce stále díky vyššímu přídatku cukru, vyšší kyselosti, tepelnému zpracování, případně přítomnosti konzervačních látek (PŮLPÁNOVÁ, 2013). Do ovocných náplní se často přidávají pektiny pro docílení jejich rosolovité konzistence (SZEMES, MAINITZ, 1999). Na výrobu tvarohové náplně je optimální měkký tvaroh s obsahem sušiny minimálně 23 %. Tvaroh s nižším obsahem sušiny při pečení z těsta vytéká a hydrolyzuje škrob, čímž vzniká oklihnutí těsta kolem tvarohové náplně (ŠUSTOVÁ, SÝKORA, 2013).

### **3.3 Smažené pečivo**

Smažené výrobky mají nežádoucí nutriční složení, ale jsou oblíbené pro jejich typickou barvu kůrky, vůni a chuť. Tyto vlastnosti vznikají při smažení Maillardovou reakcí (MELLEMA, 2003). Do koblih se při smažení absorbuje 15–20 % tuku na hmotnost těsta, a když se připočte tuk v těstě, může být celkový obsah tuku až 30 % (ROSSELL, 1998).

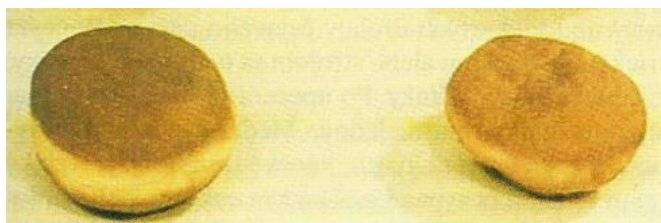
#### **3.3.1 Výroba smaženého pečiva**

##### **Příprava těsta**

Mezi základní suroviny pro výrobu smaženého pečiva patří pšeničná mouka, cukr krupice, olej, žloutky, mléko nebo voda, droždí, sůl a rum (SKOUPIL, PELIKÁN, 1998). Etanol se z rumu během smažení z těsta vypařuje, čímž se podílí na objemu výrobků a také zabraňuje nadměrnému vsakování fritovacího tuku. Aromatické látky rumu příznivě ovlivňují chuť výrobků (BLÁHA et al., 1998).

Těsto se připravuje na záraz nebo na rozkvas (SZEMES, MAINITZ, 1999). Zpracování těsta na záraz je rychlejší, protože se zpravidla smísí všechny suroviny najednou. Kvůli vysokému osmotickému tlaku se kvasinky obtížněji množí, proto se přidává větší dávka droždí (6 až 8 %) (SKOUPIL, PELIKÁN, 1998). Princip rozkvasu spočívá v tom, že se do vody nebo mléka o teplotě 30–32 °C rozdrobí droždí a přidá se trochu mouky a cukru. Zadělaný kvásek kyne 15 až 25 minut a poté se přidá k mouce. Sůl a cukr se rozpustí v malém množství tekutiny a směs se nalije do mouky. Cukr by se neměl přidat přímo na droždí, neboť by došlo k umrtvení mnoha kvasinek kvůli

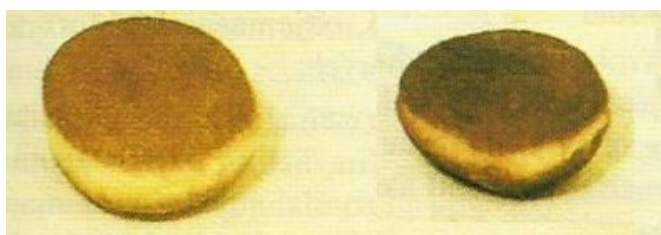
vysokému osmotickému tlaku. Tuk by se měl přidat až na začátku mísení těsta (SZEMES, MAINITZ, 1999). Vymíchané těsto zraje při teplotě 28 °C. Následně se díly těsta pokládají na desku dělicího a tužicího stroje, kde se rozdělí na klonky a ty se stácejí. Klonky kynou při teplotě 28 °C (BLÁHA et al., 1998). V těstě probíhá anaerobní fermentace. Ve skutečnosti ale kvasinky rychle spotřebují kyslík k nastartování fermentace a až poté je fermentace anaerobní (DELCOUR, HOSENEY, 2010). Stupeň nakynutí má velký vliv na tvar koblih. Překynuté koblihy způsobí deformaci tvaru koblih (obr. 6). Málo nakynuté koblihy jsou těžší, proto se po vložení do smažicí pánve více ponořují a během smažení vsakují více tuku (MÚLLEROVÁ, CHROUST, 1993).



Obr. 6 *Kobliha správně nakynutá (vlevo) a překynutá (vpravo)* (SZEMES, MAINITZ, 1999)

### **Smažení**

Klonky se vkládají vrškem dolů do smažicí pánve s rozpáleným tukem na teplotu 175–180 °C (SERNA-SALDÍVAR, 2010). Při vyšší teplotě mají výrobky nežádoucí vzhled (obr. 7). Když se klonky vloží do tuku, jeho spodní ponořená část se rychle zahřeje a horní neponořená část prudce vykyne a klesne její hustota. Z tohoto důvodu se horní polovina koblihy po obrácení neponoří celá a na neponořeném místě zůstane světlý proužek (CAUVAIN, YOUNG, 2006). Koblihy se smaží po každé straně asi 2 minuty. Následně se koblihy plní náplní. Koblihy se sypou moučkovým cukrem, když jsou trochu vychladlé, aby pára nesmočila cukr na povrchu (GISSLEN, 2004).



Obr. 7 *Kobliha smažená při 180 °C (vlevo) a při 210 °C (vpravo)* (SZEMES, MAINITZ, 1999)

Po vložení těsta do horkého oleje prudce vzroste teplota na povrchu těsta, teplem se vzduchové bubliny zvětší a voda se uvolňuje ve formě páry (MELLEMA, 2003). Díky vodní páře je v těstě větší tlak než v okolní atmosféře, čímž se potlačuje absorpce oleje. Obsah vody v těstě tak z velké části ovlivňuje absorpci tuku (CAUVAIN, YOUNG, 2001). Odpařováním dochází ke vzniku suššího a hrubšího povrchu. Vzniklá kůrka je propustná. Během smažení se do tuku uvolňují nejen vodní páry, ale i další sloučeniny z těst, které se podílejí na degradaci tuku (MELLEMA, 2003).

Uvolněná vodní pára ze smaženého těsta způsobuje hydrolyzu, při které se triacylglyceroly rozkládají přes diacylglyceroly a monoacylglyceroly až na volné mastné kyseliny a glycerol. Glycerol se při záhřevu dehydratuje na akrolein, ze kterého vzniká akrylamid. Mezi další reakce probíhající během smažení patří oxidační reakce, při kterých se z triacylglycerolů tvoří hydroperoxydy. Hydroperoxydy se při vysokých teplotách rychle rozkládají převážně na netěkavé produkty. Ve smažicím tuku se postupně hromadí netěkavé oxidační produkty, hlavně hydroxylové, karboxylové a karboxylové deriváty. Olej obsahující 25 % těchto polárních produktů by se měl vyměnit. Z primárních polárních produktů mohou vznikat dále estery a ethery. Při těchto reakcích vznikají polymery. Pokud olej obsahuje 10 % polymerů, měl by se vyměnit (POKORNÝ, PARKÁNYIOVÁ, 2001).

Bylo prokázáno v mnoha studiích, že antioxidační aktivita polyfenolů v potravinách zpracovávaných při vysoké teplotě snižuje množství vytvářejícího se akrylamidu, který má karcinogenní a neurotoxické účinky (BUDRYN et al., 2013). BUDRYN et al. (2013) přidávali extrakt ze zeleného čaje s obsahem 26 % polyfenolů a extrakt ze zelené kávy s obsahem 41 % polyfenolů do koblih v množství 0,25–1 %. Pouze při nejvyšším přídávku extraktu z čaje a při nejnižším přídávku extraktu z kávy se zvýšilo množství akrylamidu, při ostatních kombinacích se množství akrylamidu snížilo.

### **Stroje a zařízení pro výrobu koblih**

Pro míchání a hnětení těst se používají hnětače, které se skládají z otočné díže a z nástavců pro míchání těst. Nástavce se otáčí kolem své vlastní osy a zároveň se otáčí po obvodu v celé míse (GISSLEN, 2004). K dělení těsta slouží dělicí stroj, který navážený kus těsta nejdříve stlačí a pak výsuvnými noži rozřeže na určitý počet kusů o stejné hmotnosti. Často se používají kombinované dělicí a tužicí stroje, které navíc krouživým pohybem tužícího talíře ztužují rozřezané kusy na klonky (DOLEŽAL, KADLEC, 1997). Fritézy jsou vybaveny smažicí vanou s výpustným kohoutem,

smažícím košem a ovládací elektronikou a některé mají i vlastní boxovou kynárnu. Mnoho pekáren používá automatické fritézy, protože mají automatizované motorické ovládání víka, zvedání, spouštění a obracení smažícího koše. Prostřednictvím elektronického ovládání lze také nastavit teplotu smažícího tuku a klima v kynárně (OSECKÝ, 2013).

### 3.3.2 Způsoby snižování absorpce smažícího tuku

Rostoucí obava z civilizačních nemocí způsobila větší poptávku po potravinách se stejnou strukturou a chutí, ale se s níženým obsahem kalorií a tuku (MELITO, FARKAS, 2013).

Absorpci tuku při smažení lze řídit teplotou a dobou smažení. Optimální teplota smažení je 180 °C. Při příliš nízké teplotě se prodlužuje doba smažení, čímž se zvyšuje doba pro absorpci tuku (CAUVAIN, YOUNG, 2001).

SHIH et al. (2001) nahrazovali část (25 a 50 %) pšeničné mouky rýžovou moukou a acetylovaným rýžovým škrobem a následně měřili konzistenci, pevnost, vlhkost a příjem tuku do smaženého pečiva. Přídavek rýžové mouky měl za následek u koblih horší konzistenci, menší vlhkost, větší pevnost a vyšší příjem smažícího tuku. Koblihy s acetylovaným rýžovým škrobem měly lepší konzistenci, větší pevnost a vlhkost a nižší obsah smažícího tuku.

Přídavek sójové mouky snižuje absorpci smažícího tuku (ČERVENKA, 2011). Sójové slupky také potlačují příjem smažícího tuku. Například kobliha s 5 % sójových slupek měla o 13,6 % méně tuku a kobliha s 10 % sójových slupek až o 35,8 % méně tuku. Výrobky se sójovými slupky měly i větší tvrdost a křehkost, ale vzhled a chuť se podstatně nezměnily (LEE et al., 2008).

Pro snížení absorpce tuku během smažení je vhodné přidat do těsta pšeničné otruby rozemleté na jemné částice. Koblihy připravené ze směsi pšeničné mouky a pšeničných otrub obsahovaly méně tuku. Přídavek pšeničných otrub nepatrně ovlivnil tvrdost, objem a barvu výrobků (KIM et al., 2012).

Ethery celulózy, methylcelulóza a hydroxypropylmethylcelulóza, mají zahušťující a želírující vlastnosti. Tyto hydrokoloidy vytváří při zahřátí gelový film, díky kterému se snižuje absorpce tuku (NARUENARTWONGSAKUL et al., 2008). GARCÍA et al. (2004) potírali těsto roztokem obsahující methylcelulózu a sorbitol a měřili absorpci tuku při smažení. Zjistili, že nejúčinnější je použití roztoku 1% methylcelulózy a 0,75% sorbitolu, díky kterému se do pečiva absorbuje až o 35–40 % méně tuku.

Pro snížení obsahu tuku v koblích lze využít také infračervený vytápěcí systém. Při vhodném nastavení infračerveného systému došlo k zachování sensorických vlastností a snížení obsahu tuku na 25,6 % ve srovnání s kontrolou, která obsahovala 33,7 % tuku (MELITO, FARKAS, 2012). MELITO, FARKAS (2013) vyzkoušeli tuto metodu i pro bezlepkové koblíhy. Došlo k snížení obsahu tuku až o 10 %, ale sensorické vlastnosti byly hodnoceny hůře ve srovnání kontrolním vzorkem.

## **3.4 Vlákna**

### **3.4.1 Definice vlákniny**

Vlákninou se podle vyhlášky č. 330/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 450/2004 Sb., rozumí polysacharidy s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevě člověka, náležející do skupin:

- jedlé polysacharidy přirozeně se vyskytující v přijímané potravě,
- jedlé polysacharidy, které byly získány z potravních surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky, nebo
- jedlé polysacharidy, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky.

Energetická hodnota 1 g vlákniny je 8 kJ neboli 2 kcal (VYHLÁŠKA č. 330/2009 Sb.). Potravní vláknina se přirozeně vyskytuje v rostlinách, zatímco funkční vlákninou se rozumí vláknina přidávaná do potravin, čímž může zvýšit celkový obsah vlákniny potravin. Celkový obsah vlákniny zahrnuje obsah potravní a funkční vlákniny. Funkční vláknina se obvykle získává z rostlinných zdrojů. Aby mohla vláknina být nazvána funkční, musí být u ní prokázány příznivé fyziologické účinky (MCGUIRE, BEERMAN, 2013).

### **3.4.2 Rozdělení a složení vlákniny**

Naše strava obsahuje mnoho druhů vláknin. Vláknina nebo také vláknina potravy představuje nevyužitelné polysacharidy (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Hlavní složky vlákniny jsou celulóza, hemicelulóza, lignin, pektin, rostlinné gummy a slizy (DREHER, 2001). Zastoupení jednotlivých polysacharidů v pšeničné mouce uvádí následující tabulka.

Tab. 5 *Obsah hlavních polysacharidů v pšeničné mouce (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009)*

Polymer	Obsah [%]
Škrob	60–80
Neškrobové polysacharidy	3–11
Celulóza	0,2–3
Hemicelulóza	2–7
Arabinoxylany	1–3
$\beta$ -glukany	0,5–2
Xyloglukany	0,2–0,4
Pektiny	0,3–0,5
Glukofruktany	1–4

### **Rozdělení vlákniny dle rozpustnosti**

Podle rozpustnosti ve vodě se rozlišuje rozpustná a nerozpustná vláknina. Rozpustná vláknina má tendenci se rozpouštět nebo bobtnat ve vodě, zatímco nerozpustná vláknina zůstává poměrně v nezměněném stavu (MCGUIRE, BEERMAN, 2013). Rozpustná vláknina omezuje přístup pankreatických enzymů k substrátům, čímž omezuje absorpci živin střevní stěnou a zpomaluje průchod střevního obsahu (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Rozpustná vláknina je tvořena převážně z hemicelulózy,  $\beta$ -glukanu, pektinu, gumy a slizu. Nerozpustná vláknina urychluje průchod potravy střevem a zvětšuje objem stolice. Nerozpustnou vlákninu zahrnuje hlavně celulóza, lignin a hemicelulóza (DREHER, 2001).

### **Rozdělení vlákniny na celulózové a necelulózové polysacharidy:**

- celulóza (složena z glukózových jednotek)
  - necelulózové polysacharidy:
    - hemicelulózy (tvořeny arabinózou a xylózou)
    - heteroglukany (obsahující glukózu, mannózu, galaktózu), které se dělí na:
      - xyloglukany
      - $\beta$ -glukany
      - pektiny (tvořené hlavně jednotkami galakturonové kyseliny)
- (KOMPRDA, 2012).

Celulóza váže vodu, čímž nabývá na objemu. Hemicelulóza společně s pektinem je základní součástí matrix stěny rostlinných buněk. Hemicelulóza zadržuje vodu a váže kationty a žlučové soli. Pektiny vytvářejí gely a vážou ionty (MÜLLEROVÁ et al., 2014).

### 3.4.3 Výskyt vlákniny v potravinách

Mezi hlavní zdroje potravní vlákniny patří zelenina, obiloviny, luštěniny a ovoce. Na trhu jsou nabízeny i potravní doplňky s vlákninou, které mají také fyziologické účinky (SLAVIN, 2008). Množství vlákniny ve vybraných potravinách je uvedeno v tabulce 6. Zelenina a obiloviny jsou dobrým zdrojem celulózy. Lignin je nejvíce zastoupen v bobulovém ovoci a kořenové zelenině. V celozrnných obilovinách a otrubách je vyšší obsah hemicelulóz. Pektiny se nachází v ovoci (jablko, pomeranč apod.). Rozpustná vláknina je přítomna hlavně v ovoci, ovsu, ječmeni a luštěninách a nerozpustná vláknina především v pšenici, obilných výrobcích a zelenině (DREHER, 2001).

Obalové vrstvy obilného zrna jsou složeny především z nerozpustné vlákniny (hlavně celulózy) a podobalové vrstvy z rozpustné vlákniny (SLUKOVÁ, PŘÍHODA, 2012). Mezi hlavní složky vlákniny žita patří arabinoxylany,  $\beta$ -glukany, celulóza a lignin (HUI et al., 2006). Hlavní složkou rozpustné vlákniny ječmene jsou  $\beta$ -glukany, které snižují hladinu cholesterolu, glykemický index a riziko rakoviny tlustého střeva (IZYDORCZYK et al., 2005).

Z pekařských výrobků obsahuje nejméně vlákniny běžné pšeničné a jemné pečivo (1–4 g na 100 g výrobku). Nejlepším zdrojem vlákniny jsou celozrnné chleby a běžné celozrnné pečivo, které obsahují v průměru 10 g vlákniny na 100 g výrobku (SLUKOVÁ, RAKOVÁ, 2010).

Potraviny, u kterých je uvedené tvrzení, že jsou zdrojem vlákniny, musí obsahovat minimálně 3 g vlákniny na 100 g potravin. Pokud je uvedeno, že se jedná o potravinu s vysokým obsahem vlákniny, musí daná potravina obsahovat minimálně 6 g vlákniny na 100 g potravin (NAŘÍZENÍ ES č. 1924/2006).

Tab. 6 Zastoupení vlákniny ve vybraných potravinách (DREHER, 2001)

Potravina		Obsah vlákniny [g/100 g potraviny]		
		Celkový obsah	Nerozpustná	Rozpustná
Obilné výrobky	Pšeničná mouka	2,7	1,7	1,0
	Celozrnná pšeničná mouka	12,6	10,2	2,3
	Pšeničné otruby	42,4	40,3	2,1
	Ječmen	17,3	–	–
	Žitná mouka	14,6	–	–
	Ovesná mouka	9,6	–	–
Pekařské výrobky	Chléb pšeničný	2,7	1,9	0,8
	Celozrnný chléb	8,1	7,0	1,1
	Rohlík	2,1	1,5	0,6
	Croissant	2,3	1,4	0,9
	Kobliha	1,7	1,1	0,6
	Muffin	1,5	1,0	0,5
Ovoce	Jablko	2,0	1,8	0,2
	Hruška	3,0	2,0	1,0
	Jahody	2,2	1,3	0,9
Zelenina	Špenát	2,6	2,1	0,5
	Mrkev	2,4	1,1	1,3
	Lilek	6,6	5,3	1,3
Luštěniny	Fazole sušené	17,7	13,4	4,3
	Čočka sušená	11,4	10,3	1,1

### 3.4.4 Význam vlákniny

#### Účinky vlákniny na trávicí soustavu

Vláknina zpomaluje vyprazdňování žaludku, při čemž se uplatňuje zejména rozpustná vláknina, která vytváří viskózní roztoky. Potravina s vyšším obsahem vlákniny snižuje žaludeční sekreci. Pankreatické a střevní trávicí enzymy jsou účinkem vlákniny částečně inaktivovány. Rozpustná vláknina brání kontaktu trávicích enzymů se substrátem (MŮLLEROVÁ et al., 2014).

Složky vlákniny procházejí v nezměněné formě tenkým střevem a mohou být fermentovány teprve účinkem enzymů mikroflóry tlustého střeva. Během fermentace



vzniká vodík, metan, oxid uhličitý a využitelné mastné kyseliny s nízkým počtem uhlíků (kyselina octová, propionová a máselná), které jsou významným energetickým substrátem pro buňky sliznice tlustého střeva (SVAČINA et al., 2008).

Vláknina poskytuje živiny a energii mikrobům tlustého střeva. Pomáhá udržet druhovou pestrost střevních bakterií a posiluje jejich ochranné účinky na zdraví. Podílí se na potlačování množení a účinků patogenních mikrobů. Podporuje růst sliznice na vnitřním povrchu střeva a její funkce. Vláknina je zdrojem antioxidantů, které udržují oxidoredukční rovnováhu v prostředí a chrání střevní stěnu před oxidačním poškozením (ZLOCH, 2004).

### **Pozitivní účinky vlákniny na zdraví**

Vláknina má mnoho pozitivních účinků na lidský organismus. Dostatečný příjem vlákniny snižuje riziko výskytu ischemické choroby srdeční, mrtvice, vysokého krevního tlaku, cukrovky, obezity a některých gastrointestinálních onemocnění (např. zácpy, rakoviny tlustého střeva, hemeroidů a vředových onemocnění). Potraviny s vysokým obsahem vlákniny snižují hladinu krevního tlaku a hladinu LDL cholesterolu v krvi, zlepšuje hladinu glukózy v krvi, pomáhá k úbytku tělesné váhy, podporuje imunitní systém apod. (ANDERSON et al., 2009).

Přídavek vlákniny do potravin a nápojů zvyšuje pocit nasycení a oddaluje pocit hladu. Pravidelný zvýšený příjem vlákniny (o 14 g více než minimální doporučené množství) má za následek snížení příjmu energie až o 10 % a snížení tělesné hmotnosti (LEFRANC-MILLOT et al., 2012).

### **Doporučený denní příjem vlákniny**

Doporučený denní příjem vlákniny je pro dítě 14 g, pro dospělou ženu 28 g a pro dospělého muže 36 g (ANDERSON et al., 2009). Denní příjem nerozpustné a rozpustné vlákniny by měl být v poměru 3 : 1. Děti mladší 2 let by neměly konzumovat potraviny s vysokým obsahem vlákniny (MÜLLEROVÁ et al., 2014). V následujících letech je ale dostatečný příjem vlákniny důležitý. Podle průzkumu dodávka vlákniny u dětí a dospívajících je v normě jen u nejmenších dětí z mateřských škol (HRSTKOVÁ et al., 2008). Podle dalšího průzkumu průměrné množství přijímané vlákniny dospělého člověka činí pouze 11,7 g/den. Více než 90 % české populace přijímá méně než 25 g vlákniny denně. Tento nedostatek vlákniny ve stravě může být příčinou civilizačních chorob (KOHOUT, CHOCENSKÁ, 2007).

Vláknina může vázat minerální látky a omezovat vstřebávání stopových prvků. Z tohoto důvodu při dlouhodobém nadměrném příjmu vlákniny potravou, především při kombinaci s kyselinou fytovou (v obilovinách), se mohou projevit příznaky deficitu vápníku, hořčíku, železa a zinku. Pro zabránění těchto projevů se přípravky s vlákninou obohacují minerálními látkami (PRUGAR et al., 2008).

### **3.4.5 Vliv přídavku vlákniny do pekařských výrobků**

Stále více konzumentů se zajímá o složení své stravy a zvyšují zájem o potraviny s vyšším obsahem vlákniny.

KUČEROVÁ et al. (2013) přidávali pšeničnou, jablečnou, bramborovou a bambusovou vlákninu v množství 1 a 3 % do těst z pšeničné mouky. Vlákna ovlivnila nepříznivě kvalitu pečiva jen nepatrně. Chléb s přidanou vlákninou měl menší objem. Nejlepší sensorické vlastnosti měl chléb s pšeničnou a bramborovou vlákninou.

Přídavkem ovesné vlákniny do koláčů z piškotového těsta se zvýšila hustota těsta, kůrka a střída koláčů ztmavla. Naměřená tvrdost výrobků byla větší a pružnost menší. Při přídavku maximálně 20 % ovesné vlákniny lze vyrobit koláč s přijatelnými sensorickými vlastnostmi (MAJZOBI et al., 2015).

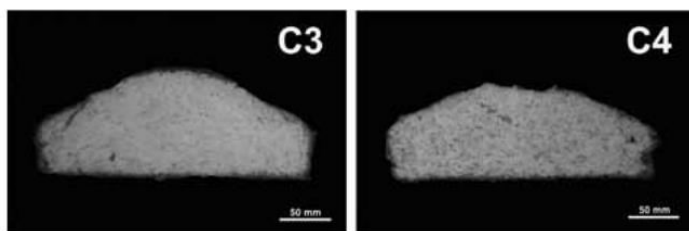
KALINGA, MISHRA (2009) přidávali koncentrát vlákniny  $\beta$ -glukanů z ječmene do koláčů. Koláče s  $\beta$ -glukany měly menší objem, vyšší tvrdost a tmavší střídu, přesto koláč s obsahem 20 %  $\beta$ -glukanů měl ještě přijatelné sensorické vlastnosti.

LEBESI, TZIA (2011) naměřili také přijatelné sensorické vlastnosti cupcakes se zastoupením 20 % pšeničné, ovesné, ječné nebo kukuřičné vlákniny. Zjistili, že i při nahrazení 10 % pšeničné mouky obilnými otrubami z pšenice, ovesa nebo rýže, které jsou také bohaté na vlákninu, lze zvýšit nutriční hodnotu cupcakes.

Jablečné výlisky, které vznikají jako odpad při výrobě nápojů, obsahují více než 50 % vlákniny a jsou zdrojem antioxidantů polyfenolů. Přídavek jablečných výlisků do koláčů sníží objem. Koláč s 25 % jablečných výlisků má ještě přijatelné sensorické vlastnosti a navíc má příjemnou ovocnou chuť (SUDHA et al., 2007).

Muffiny obohacené broskvovou vlákninou byly tmavší a trochu tvrdší (GRIGELMO-MIGUEL et al., 2001). Broskvová vláknina zvyšuje vlhkost výrobků. Do muffinů lze přidat 5 % broskvové vlákniny, aby se zachovaly jejich přijatelné vlastnosti (GRIEGELMO-MIGUELA et al., 1999). Zvýšit zastoupení vlákniny v piškotovém dortu a zachovat jeho sensorické vlastnosti lze přídavkem 10 % mangové mouky (NOOR AZIAH et al., 2011).

PERESSINI, SENSIDONI (2009) přidávali rozpustnou vlákninu inulin do pšeničného chleba. Hlavním zdrojem inulinu je čekanka a topinambur. Ukázalo se, že chléb s 5 % inulinu má velmi přijatelné sensorické vlastnosti. RODRÍGUEZ-GARCÍA et al. (2013) nahrazovali v piškotovém těstě tuk inulinem. Těsto s inulinem mělo nižší stabilitu kvůli absenci tuku. Lepek v těstě s inulinem dostatečně nenabobtnal a všechna škrobová zrna se nezačlenila do struktury matice, čímž se struktura částečně narušila. Výrobek byl menší a měkčí a snadno se rozpadal kvůli propojení vzduchových pór (obr. 8).



Obr. 8 Porovnání výrobku s klasickou recepturou (C3) a výrobku s inulinem bez oleje (C4) (RODRÍGUEZ-GARCÍA et al., 2013)

## 4 MATERIÁL A METODIKA

Výroba, hodnocení a měření smaženého pečiva byla provedena v pekárenském poloprovozu a v laboratoři na Ústavu technologie potravin na Mendelově univerzitě v Brně. Celý pokus byl prováděn dvakrát.

### 4.1 Použitý materiál

Celkem bylo navrženo 8 vzorků koblih. Těsta byla připravena z hladké pšeničné mouky (od firmy ALFA mlýn a balárna z Pouzdřan), cukru krupice, soli, slunečnicového oleje, vaječných žloutků, mléka, droždí a rumu. Vzorek 1 (bez vlákniny) sloužil jako kontrola. V ostatních vzorcích bylo určité procento mouky nahrazeno pšeničnou vlákninou. Dle ONIPE et al. (2015) při přidavku vlákniny se zvyšuje absorpce vody, proto se s rostoucím zastoupením vlákniny přidávalo více mléka. Zastoupení jednotlivých surovin ve vzorcích je uvedeno v tabulce 7. Výrobky byly smaženy ve fritovacím řepkovém oleji.

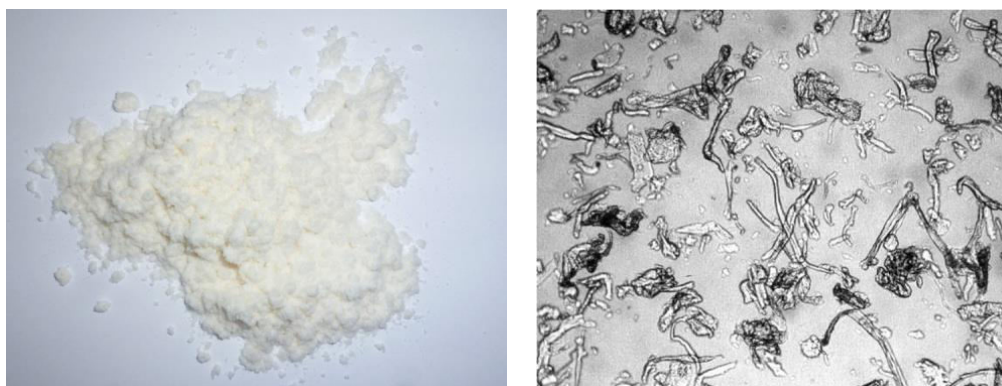
Tab. 7 Receptura koblih

Č. vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	
Vláknina	[% nahrazující mouku]	0	1	3	6	9	12	15	18
		[g]	0	3	9	18	27	36	45
Mouka [g]	300	297	291	282	273	264	255	246	
Mléko [ml]	110	113,5	120	130	140	150	160	170	
Cukr [g]	42	42	42	42	42	42	42	42	
Sůl [g]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Olej [g]	36	36	36	36	36	36	36	36	
Žloutek [g]	36	36	36	36	36	36	36	36	
Droždí [g]	21	21	21	21	21	21	21	21	
Rum [g]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	

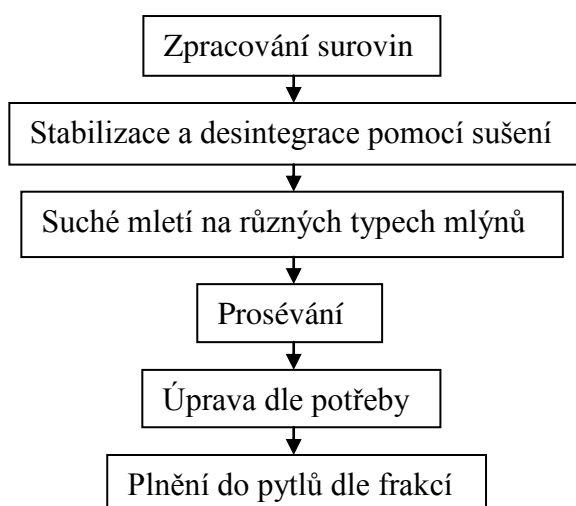
#### Pšeničná vláknina

V receptuře byla použita pšeničná vláknina od firmy Vitacel<sup>®</sup> typ WF 600 (obr. 9), která je ve formě mikro-prášku s obsahem vlákniny 97 %. Měrná hmotnost vlákniny je 220 g/l a průměrná délka vlákna je 80 µm. Pšeničná vláknina je bílé barvy, nerozpustná a inertní. Vláknina se vyznačuje neutrální chutí a vůní. Má vysokou schopnost

absorbovat vodu a olej, také má synergický efekt s hydrokoloidy a proteiny. Vláknu lze použít např. do pekařských výrobků, těstovin, sýrových výrobků, extrudátů a sušenek. Schéma její výroby je na obrázku 10 (VITACEL).



Obr. 9 Pšeničná vlákna WF 600 (vlevo) (foto Šindelářová), vlákna při zvětšení 100x (vpravo) (VITACEL)



Obr. 10 Schéma výroby pšeničné vlákniny (VITACEL)

## 4.2 Použité metody

### 4.2.1 Postup výroby koblih

Těsto na koblihy bylo připraveno na záraz. Nejprve se do mixéru nasypala navážená prosetá mouka s vlákninou a směs se 10 sekund promíchávala. V ohřátém mléce na 30 °C se rozpustil cukr a droždí. K mouce s vlákninou se přidalo mléko s cukrem a droždím a ostatní suroviny. Těsto bylo hněteno 1 minutu. Zrání těsta probíhalo v plastové misce v kynárně při teplotě  $35 \pm 2$  °C, relativní vlhkosti  $80 \pm 3$  % po dobu 30 minut.

Vyzrálé těsto se zvážilo a následně rozválelo válečkem s nastavitelnou tloušťkou těsta na 8 mm. Z veškerého těsta se vykrájely klonky pomocí kulatého vykrajovátko o průměru 4,6 cm. Klonky vyskládané na plechu s pečícím papírem se vložily znovu do kynárny na 20 minut, aby vykynuly.

Vykynuté klonky se vkládaly vrškem dolů do fritézy s předem rozeřtým tukem na teplotu  $185 \pm 2$  °C. Koblíhy se smažily 1,5 minuty a poté se obrátily a smažily další 1,5 minuty. Usmažené koblíhy se pokládaly na plastový táč.

#### **4.2.2 Měření hmotnosti a objemu koblíh**

Objem je považován za důležitý znak pečiva a jeho velikost je mírou pekařské jakosti (INGR et al., 2007).

Hmotnost těsta se zjišťovala u všech vzorků zvážením po zrání. Hmotnost koblíh se zjišťovala u každého vzorku zvážením všech koblíh hodinu po usmažení.

Objem všech výrobků u každého vzorku se stanovil hodinu po usmažení pomocí řepných semínek. Metoda spočívá v tom, že se velká kádinka naplní semínky až po okraj, který se zarovná pravítkem. Následně se semínka přesypou do jiné nádoby. Do kádinky se na dno nasypou semínka, na která se položí koblíhy tak, aby se vzájemně nedotýkaly a zasypou se semínky. Na semínka se opět položí koblíhy a zasypou se, postupuje se do té doby, než se nádoba naplní. Okraj nádoby se opět zarovná pravítkem. Přebytečná semínka se přesypou do odměrného válce, ze kterého se odečte hodnota v mililitrech, která odpovídá objemu zasypaných koblíh. Výsledek objemu se přepočítal na stejnou hmotnost a vyjádřil se v ml na 100 g koblíh.

#### **4.2.3 Senzorické hodnocení koblíh**

Senzorické hodnocení potravin patří mezi nejstarší metody kontroly jakosti a používají se dodnes i přes vysoký stupeň rozvoje objektivních především analytických metod. Senzorické hodnocení potravin se často uplatňuje při vývoji nových výrobků a výrobních postupů v potravinářství. Výrobci se snaží zvyšovat senzorickou jakost potravin kvůli širokému sortimentu výrobků na trhu a konkurencí. Senzorická jakost je ovlivňována recepturou, surovinami, pomocnými a přídatnými látkami, technologickým postupem, uskladněním apod. (JAROŠOVÁ, 2001).

Senzorickou jakostí se rozumí souhrn vlastností, které je člověk schopen přímo postřehnout svými smysly. Při senzorickém hodnocení pečiva se posuzují vnější a vnitřní znaky. Vnější znaky jsou často rozhodující pro spotřebitele při nákupu. Mezi

vnější znaky pečiva patří objem, vzhled, barva a struktura kůrky. Z vnitřních znaků jsou hodnocení především vlastnosti střídy, vůně a chuť (INGR et al., 2007).

Cílem sensorického hodnocení bylo zjistit, jaké procentuální množství přidané vlákniny nemá výrazný vliv na sensorické vlastnosti koblih a jaké výrobky jsou ještě chuťově přijatelné pro spotřebitele.

Senzorické hodnocení hotových výrobků probíhalo 1,5 hodiny po usmažení. Hodnocení se zúčastnilo 10 školených hodnotitelů, kteří byli před vlastním hodnocením seznámeni s hodnotícím formulářem a vlastním postupem stanovení. Hodnoceno bylo všech 8 usmažených vzorků.

Pro hodnocení smaženého jemného pečiva neexistuje předepsaná metoda sensorického hodnocení. Hodnotící formulář, který byl vypracován a předložen hodnotitelům, je uveden v příloze 1. K hodnocení byla použita grafická nestrukturovaná stupnice o délce 100 mm, kde 1 mm odpovídá 1 bodu. Krajiní body stupnice byly slovně popsány. Formulář obsahoval celkem 8 deskriptorů.

#### **Senzoricky bylo hodnoceno:**

- Tvar a vzhled celkového výrobku

Posuzovala se pravidelnost tvaru a velikost výrobku.

- Kůrka

Hodnocení kůrky zahrnovalo hodnocení barvy povrchu, zda má výrobek typicky zlatohnědou barvu s bílým kroužkem uprostřed, nebo zda se liší příliš světlou nebo tmavě připálenou barvou. Hodnocení kůrky dále zahrnovalo posouzení celistvosti povrchu, kde se hodnotily velké trhlinky, puchýře a odlupující se povrch. Po rozříznutí výrobku na příčném řezu se posuzovala stejnoměrnost tloušťky kůrky.

- Střída

U střídy se posuzovala pórovitost, u které se hodnotitelé zaměřili na hodnocení rovnoměrnosti uspořádání pórů a šířky stěn pórů. Dále se hodnotila kyprost, zda je výrobek správně kyprý a nadýchaný, nebo naopak houževnatý, tuhý a drolivý.

- Vůně

U vůně se posuzovalo, zda má výrobek vůni charakteristickou pro smažené jemné pečivo, dále celková příjemnost vůně a přítomnost cizích pachů.

- Chuť

Při hodnocení chuti se posuzovalo, zda má výrobek příjemnou a charakteristickou chuť pro smažené pečivo, nebo zda má mdlou, případně cizí příchut'.

- Celkový dojem.

Na závěr formuláře hodnotitelé seřadili vzorky podle celkového dojmu od nejlepší po nejhorší vzorek.

#### **4.2.4 Měření pevnosti koblih**

Pevnost je definována jako síla potřebná pro stlačení produktu o předem stanovenou vzdálenost. Pevnost se řadí mezi mechanické vlastnosti textury (MARKOVÁ et al., 2014). Textura zahrnuje nejen mechanické vlastnosti potravin, ale i geometrické a povrchové. Textura je vnímána lidskými hmatovými, případně zrakovými a sluchovými receptory (VISHWAKARMA, 2014). Do mechanických vlastností potravin se také řadí tvrdost, soudržnost, žvýkatelnost, rozpadavost, viskozita, pružnost a adheze (BUŇKA et al., 2008). Mechanické vlastnosti patří mezi důležité ukazatele kvality potravin. Hodnocení mechanických vlastností potravin slouží především k zjištění jejich přijatelnosti ke konzumaci (KADLEC et al., 2012a).

Pevnost koblih byla stanovena penetrační zkouškou. Zkouška byla prováděna 2 hodiny po usmažení na přístroji TIRATEST 27025 (příloha 19), který je propojen s osobním počítačem. Přístroj TIRATEST 27025 se skládá z pohyblivého ramene s tenzometrem, který umožňuje deformaci vzorku v tahu nebo v tlaku. K deformaci lze použít různé nástavce a sondy, jejichž výběr závisí na druhu potraviny.

K penetraci koblih byla použita válcová sonda o průměru 4 mm. Bylo sledováno 8 druhů koblih. Z každého druhu bylo vybráno 8 vzorků koblih, u kterých bylo provedeno měření. Celkově se naměřilo 64 hodnot, které byly statisticky zpracovány.

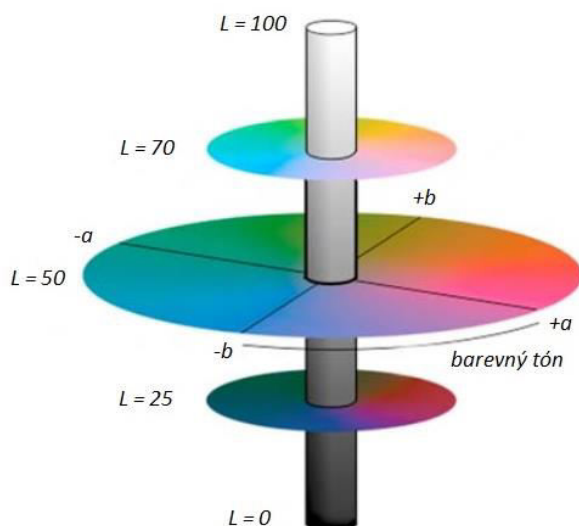
#### **4.2.5 Měření barvy kůrky a střídy koblih**

Barva koblih byla měřena na spektrofotometrickém přístroji Konica Minolta CM-3500d (příloha 20). Přístroj umožňuje měření reflektance na štěrbině o velikosti 8 mm nebo 30 mm a transmitance v 1 cm kyvetách. Tento spektrofotometr je propojen k osobnímu počítači s programem CMs-100w Spectramagic NX, který umožňuje vyjádření barvy v barevném prostoru CIELAB.

CIELAB je vhodný pro objektivní stanovení barvy. Souřadnicové osy  $L^*$  (Lightness),  $a^*$  a  $b^*$  definují trojrozměrný barevný prostor CIELAB (obr. 11). Hodnota  $L^*$  představuje souřadnici světlosti a nabývá hodnot od 0 (černé) do 100 (bílé). Koeficient  $a^*$  udává červenozeleňou souřadnici,  $+a^*$  vyjadřuje zastoupení červené barvy,  $-a^*$  zastoupení zelené barvy. Koeficient  $b^*$  udává žlutomodrou souřadnici, kdy



$+b^*$  určuje zastoupení žluté barvy,  $-b^*$  modré barvy. Barvy lze také pospat metodou, kdy se upřesní hodnoty  $L^*$ ,  $C^*$  a  $h^*$ . Parametry  $C^*$  (chroma), který udává sytost a  $h^*$  (hue), který vyjadřuje odstín, se vypočítají za pomoci souřadnic  $a^*$  a  $b^*$  (PÉREZ-ALVAREZ et al., 2006).



Obr. 11 *Prostorový model CIE  $L^*a^*b^*$*  (ZMEŠKAL et al., 2002)

Měření barvy koblíh probíhalo 3 hodiny po usmažení. K měření se použila štěrbinová o velikosti 30 mm. Z každého vzorku se vybraly 4 koblíhy, u kterých se změřila barva kůrky z obou stran. Následně se koblíhy podélně uprostřed rozřízly a změřila se barva středy na obou půlkách. Celkem se naměřilo 128 hodnot, které byly statisticky zpracovány.

#### 4.2.6 Stanovení celkového tuku v koblíchách

##### Lyofilizace vzorku

Vzorky byly nejprve před extrakcí lyofilizovány, při tomto procesu dochází k sušení vzorků. Lyofilizace neboli sušení vymrazováním je velmi šetrná metoda a zachovává fyzikální strukturu potravin. Základním principem je sublimace ledu (přechod vody z pevné fáze do plynné fáze) ze zmrazeného vzorku při sníženém tlaku a teploty (PARK, BELL, 2004).

Vzorky byly nakrájeny na kousky o velikosti 0,5 cm, na analytických váhách naváženy do hliníkových misek a zmrazeny. Druhý den byly vzorky v hliníkových miskách vloženy do lyofilizačního přístroje ALPHA 1-2 LO plus (Christ, LABICOM)

a sušeny 20 hodin při teplotě  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  a následně dosušeny 10 hodin při teplotě  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vzorky se zvážíly a následně se vypočítalo množství vody ( $w$ ) ve vzorku podle vztahu:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 [\%],$$

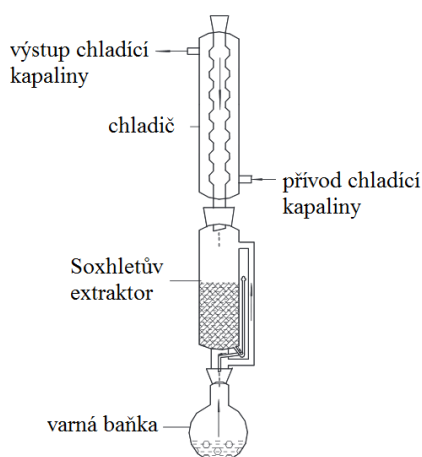
kde:

$m_1$  = hmotnost vzorku před lyofilizací [g]

$m_2$  = hmotnost vzorku po lyofilizaci [g].

### Stanovení tuku přímou extrakcí

Extrakce tuku probíhala v Soxhletově extrakčním přístroji (obr. 12). Princip extrakce tuku spočívá v uvolnění tuku ze vzorku do organického rozpouštědla. Rozpouštědlo v baňce je zahříváním odpařováno do chladiče, ve kterém zkondenzuje, a poté stéká do extrakční patry, kde je umístěn vzorek. Po dosažení úrovně přepadu v Soxhletově extraktoru rozpouštědlo odteče do baňky a celý proces se několikrát opakuje. Ze vzniklého extraktu je odstraněno rozpouštědlo a v baňce je získaný tuk ze vzorku (WANG, 2011).



Obr. 12 Soxhletův extraktor (podle WANG, 2011)

Vzorky byly po lyofilizaci rozemlety a naváženy do extrakční patry (na analytických váhách). Extrakční patra se vložila do extraktoru. Pod extrakční přístroj se nasadila čistá, vysušená a zvážená baňka o objemu 250 ml, která se ponořila do vodní lázně. Do extrakčního přístroje se nalilo rozpouštědlo petrolether v množství odpovídající 1,5 objemu střední části extraktoru. Po zapnutí chladicí vody se vzorky extrahovaly 4,5 hodiny na elektrickém vařiči VL-32 AVALIER (příloha 21). Vodní lázeň měla teplotu  $65^{\circ}\text{C}$  a teplota byla nastavena podle bodu varu petroletheru. Po skončení extrakce bylo z baňky odstraněno přebytečné rozpouštědlo na vakuové rotační

odparce HB4 basic (KIKA Labortechnik) (příloha 22) při 40 °C. Zbytek rozpouštědla se odstranil proudem dusíku v přístroji Koncentrátor LabEva (LABICOM) (příloha 23) a baňka se získaným tukem se zvažila. Množství tuku ve výrobku (x) se vypočítalo ze vztahu:

$$x = \frac{100 \times m_1}{m_2} \times \frac{100}{s} [\%],$$

kde:

$m_1$  = hmotnost vyextrahovaného tuku [g]

$m_2$  = hmotnost vzorku naváženého do extrakční patrony [g]

s = sušina ve zkušebním vzorku [%].

#### 4.2.7 Statistické metody

Výsledky byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Při zpracování dat byla použita hladina významnosti  $p = 0,05$ , což znamená, že s 5% pravděpodobností nesprávně odmítneme nulovou hypotézu. Nulová hypotéza nám říká, že mezi proměnnými není rozdíl (rovnají se), ale alternativní hypotéza říká, že mezi proměnnými je rozdíl. Nulová hypotéza platí, když  $p > 0,05$ . Když je  $p < 0,05$ , zamítáme nulovou hypotézu a platí alternativní hypotéza.

Nejprve byla stanovena homogenita rozptylu dat prostřednictvím Leveneova testu a normalita dat pomocí Shapiro-Wilkova testu. Rozptyly jsou homogenní, pokud je  $p > 0,05$  a normalita dat platí, pokud je  $p > 0,05$ . Když tyto dvě nulové hypotézy platily, pro porovnání dat se použil parametrický test Analýza rozptylu (ANOVA). Pokud při Analýze rozptylu bylo  $p > 0,05$ , znamená to, že se vzorky mezi sebou s 95% pravděpodobností nelišily. V případě, že při Analýze rozptylu bylo  $p < 0,05$ , byla data následně zpracována pomocí Tukeyova testu, díky kterému se zjistilo, které vzorky se mezi sebou s 95% pravděpodobností lišily (při  $p < 0,05$ ).

Pokud byla nulová hypotéza homogenity rozptylu dat zamítnuta (při  $p < 0,05$ ), anebo alespoň u jednoho vzorku zamítnuta normalita dat (při  $p < 0,05$ ), použil se pro porovnání dat neparametrický Kruskal-Wallisův test. Pokud při tomto testu bylo  $p > 0,05$ , vzorky se mezi sebou nelišily. V opačném případě bylo pomocí vícenásobného porovnání p-hodnot stanoveno, mezi kterými vzorky byl rozdíl.

Míra závislosti jednotlivých proměnných byla vyhodnocena pomocí projekce proměnných do faktorové roviny.

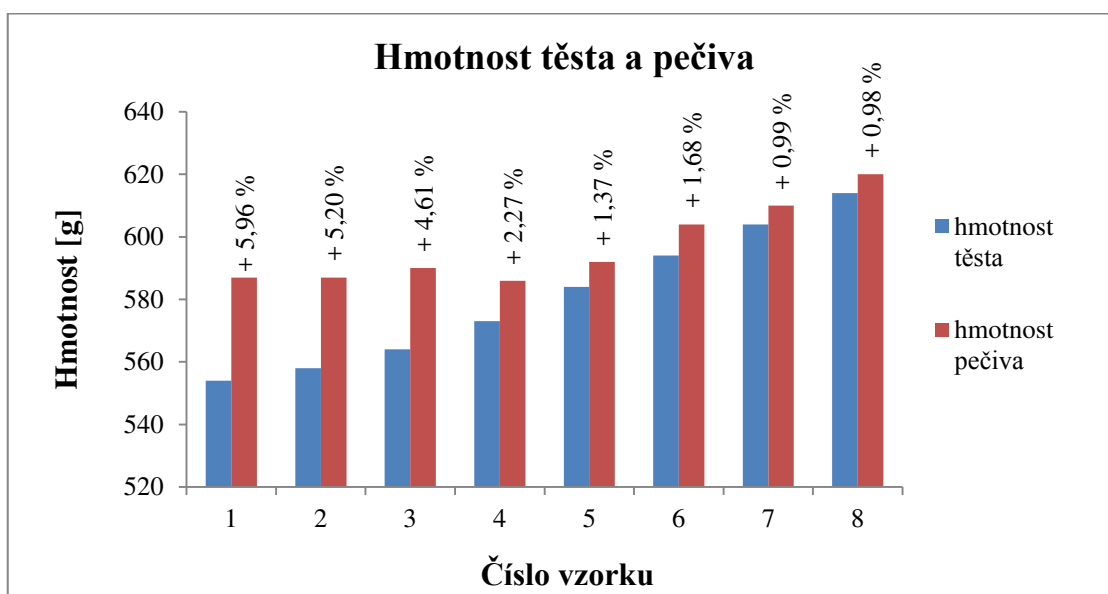
Výsledky jednotlivých testů jsou uvedeny v tabulkách v přílohách 2 až 18.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Hmotnost a objem koblih

#### Hmotnost těsta a pečiva

Hmotnost těst po nakynutí se mezi jednotlivými vzorky lišila, jelikož se zvětšujícím se přídatkem vlákniny se úměrně přidávalo množství mléka. Dle KUČEROVÉ (2004) během tepelné úpravy těst dochází ke ztrátám odpařováním části vody, ztráty vody činí 10–15 % z hmotnosti zpracovávaného těsta a závisí na hmotnosti výrobku, vlhkosti těsta apod. Zároveň ale během smažení dochází k absorpci tuku v množství 15–20 % (ROSSELL, 1998), proto u všech vzorků byla hmotnost usmažených koblih vyšší než hmotnost těsta (obr. 13). Největší nárůst hmotnosti po usmažení byl naměřen u kontrolního vzorku (vzorek 1), u kterého byla hmotnost usmažených koblih o 5,96 % vyšší než hmotnost těsta. Se zvyšujícím se zastoupením vlákniny se postupně snižoval rozdíl mezi hmotností těsta a hmotností konečného výrobku. U vzorku 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) se zvětšila hmotnost pečiva po usmažení pouze o 0,98 %.



Obr. 13 Grafické znázornění hmotnosti těsta a pečiva. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

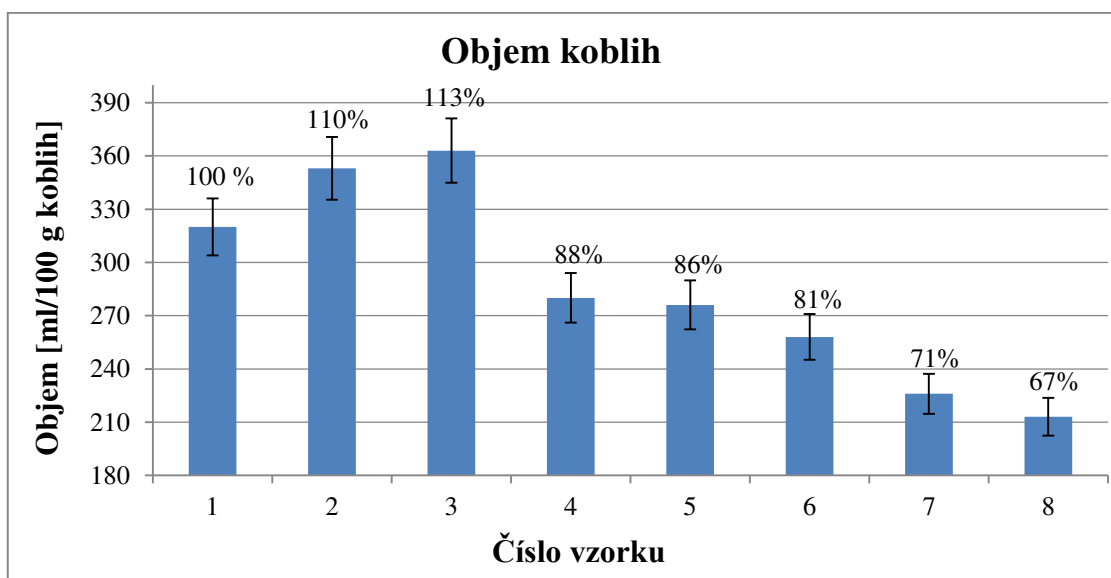
#### Objem koblih

Na objemu pečiva se podílí mnoho faktorů. Dle SONGA, ZHENG (2007) lepek více pružný, méně viskózní, lépe síťovaný umožní vytvořit požadovaný objem pečiva.

Dále objem ovlivňují kypřící prostředky (BLÁHA, ŠREK, 1999), granulace cukru (HUI et al., 2006), tvrdost a alkalita vody (PŘÍHODA et al., 2003). Žloutky jako emulgátor vytváří hladké těsto, čímž zlepšují objem výrobků (GISSLEN, 2004).

Výsledky objemu jsou uvedeny na obrázku 14. Objem u kontrolního vzorku byl naměřen 320 ml/100 g výrobku. Vyšší hodnoty objemu měl vzorek 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou) a vzorek 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou), který měl až o 13 % větší objem než kontrolní vzorek. U dalších vzorků se vzrůstajícím zastoupením vlákniny se objem výrobků zmenšoval. Nejmenší hodnota objemu 213 ml/100 g, což je o 33 % méně než u kontrolního vzorku, byla naměřena u vzorku 8 s nejvyšším zastoupením vlákniny (nahrazující 18 % mouky). Když KIM et al. (2012) přidávali do koblih pšeničné otruby, které obsahují přes 40 % vlákniny, výrobky vykazovaly menší objem. ZAHN et al. (2013) přidávali 18 % pšeničné vlákniny do muffinů a také se objem muffinů snížil (o 14,5 %).

Stabilita vzduchových pór je během tepleného opracování negativně ovlivněna při vyšším zastoupení vlákniny (ZAHN et al., 2013), což v našem pokusu vedlo k nižšímu objemu výrobků obsahujících 6 % pšeničné vlákniny a více. STRUCK et al. (2016) uvádí, že vláknina přidaná do těsta zvýší jeho viskozitu. Zvýšení viskozity těsta souvisí s vysokou schopností vlákniny poutat vodu, proto může být v těstě nedostatek vody pro navázání na ostatní suroviny, čímž může být ovlivněn objem a textura konečných výrobků (STRUCK et al., 2016).

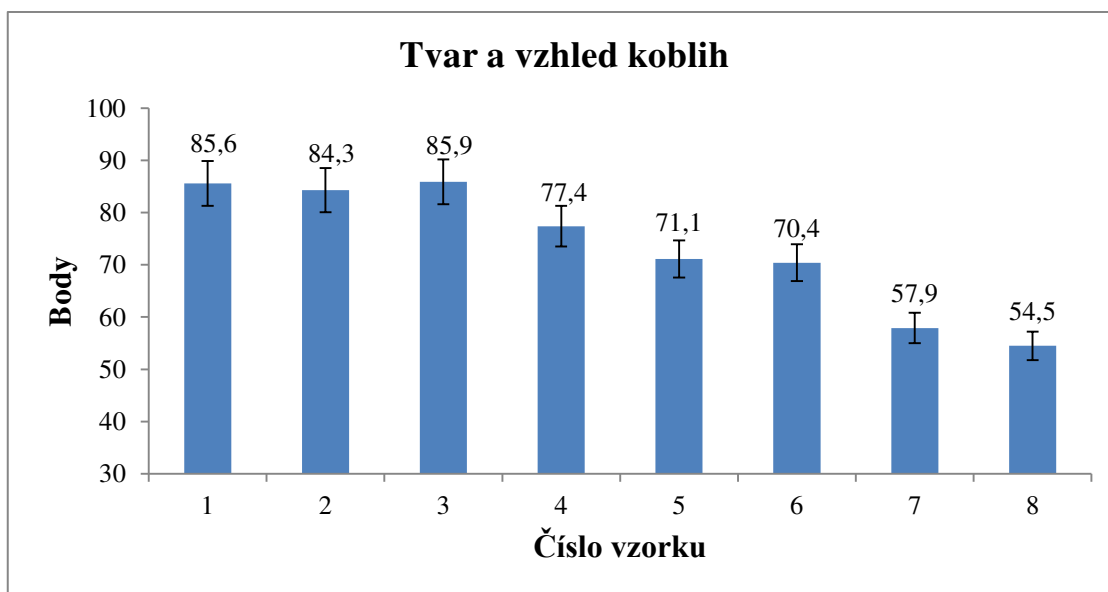


Obr. 14 Grafické znázornění objemů koblih. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

## 5.2 Senzorické hodnocení koblíh

### 5.2.1 Celkový tvar a vzhled koblíh

Vzorek 1 (kontrolní vzorek) měl 85,6 bodů a vzorek 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou) měl 84,3 bodů. Vzorek 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) měl nejvíce bodů (85,9) za celkový tvar a vzhled koblíh. S dalším rostoucím zastoupením vlákniny se počet bodů postupně snižoval (obr. 15), jelikož jejich tvar a vzhled se zhoršoval (obr. 20–22). Vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) měl 57,9 bodů a vzorek 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) měl nejméně bodů (54,5). Vzorky 7 a 8 se statisticky lišily ( $p < 0,05$ ) od kontrolního vzorku a vzorek 8 se statisticky lišil ještě od vzorku 3 (příloha 2). Vzorky 8 a 7 byly nejvíce nepravidelné a nízké, což se projevilo i na jejich nejnižším objemu (viz kapitola 5.1).



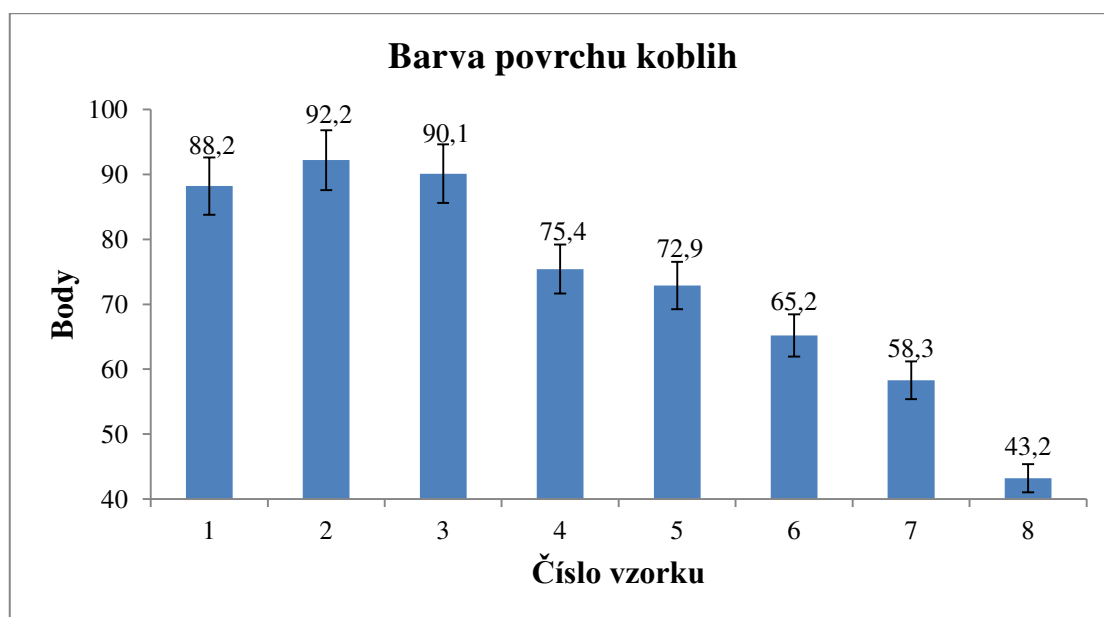
Obr. 15 Grafické znázornění sensorického hodnocení tvaru a vzhledu koblíh. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

### 5.2.2 Deskriptory kůrky koblíh

#### Barva povrchu koblíh

Barva povrchu koblíh byla nejlépe hodnocena u vzorku 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou) s 92,2 body (obr. 16) a u vzorku 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) s 90,1 body. Vzorek 1 (kontrolní vzorek) měl 88,2 bodů. Vzorky

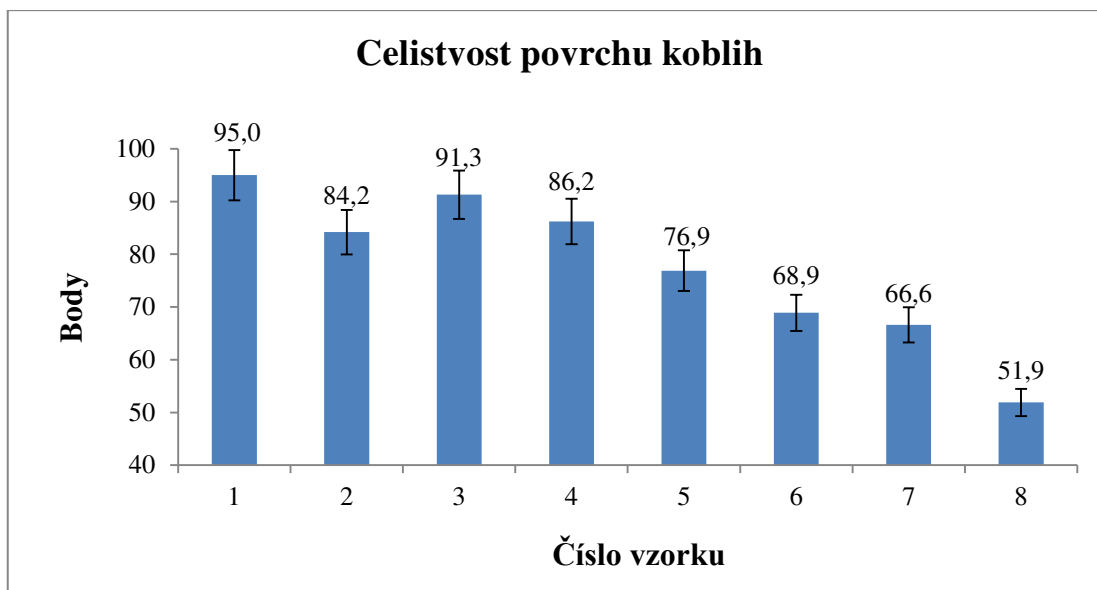
1–3 měly typicky zlatohnědou barvu a zřetelný bílý kroužek. Vzorek 4 (při nahrazení 6 % mouky pšeničnou vlákninou) a vzorek 5 (při nahrazení 9 % mouky pšeničnou vlákninou) neměly bílý kroužek celistvý. Vzorky 6–8 byly zcela bez bílého kroužku. Vzorky 5–8 byly hodnoceny jako světlejší, což se prokázalo i při měření barvy na spektrofotometrickém přístroji (viz kapitola 5.4.1). Vzorek 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou), který měl nejméně bodů (43,2), se statisticky lišil ( $p < 0,05$ ) od vzorků 1, 2, a 3. Statistický rozdíl byl ještě zjištěn mezi vzorkem 7 a 2 ( $p < 0,05$ ) (příloha 3).



Obr. 16 Grafické znázornění sensorického hodnocení barvy povrchu koblíh. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

#### Celistvost povrchu koblíh (parcelace)

Při hodnocení celistvosti povrchu koblíh měl vzorek 1 (kontrolní vzorek) nejvíce bodů (95,0), tento vzorek byl na povrchu celistvý a bez trhlin a puchýřků. Podobně byl ohodnocen i vzorek 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) s 91,3 body. Od vzorku 5 (při nahrazení 9 % mouky pšeničnou vlákninou) se výrazně zhoršovala celistvost povrchu (obr. 17). Vzorky 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) a 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) měly nejméně bodů kvůli velkým puchýřkům a trhlinkám. Statistický rozdíl ( $p < 0,05$ ) byl prokázán pouze mezi vzorkem 1 a 7, mezi 1 a 8 a mezi 3 a 7 (příloha 4).

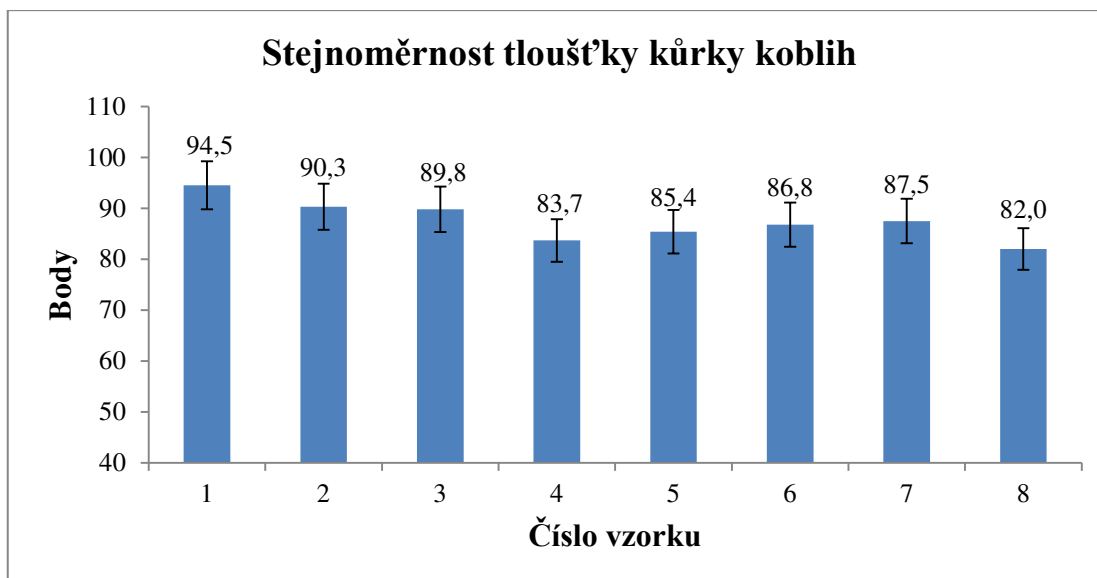


Obr. 17 Grafické znázornění sensorického hodnocení celistvosti povrchu koblíh. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

#### Stejnóměrnost tloušťky kůrky koblíh na průřezu

Podle sensorického hodnocení byla tloušťka kůrky koblíh nejvíce stejnoměrná u kontrolního vzorku, který byl obodován 94,5 body (obr. 18). U vzorků se zastoupením vlákniny se přidělený počet bodů pohyboval v rozmezí od 90,3 do 82,0 bodů. Vzorek 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) dostal nejméně bodů (82,0), měl jen místy nepatrně nestejnóměrnou tloušťku kůrky. Vzorky měly celkově stejnoměrnou šířku kůrky. Podle přidělených bodů nemělo zastoupení vlákniny významný vliv na šířku kůrky koblíh a mezi vzorky nebyl zjištěn žádný statistický rozdíl ( $p > 0,05$ ) (příloha 5).





Obr. 18 Grafické znázornění sensorického hodnocení stejnoměrnosti tloušťky kůrky koblíh na průřezu. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

### 5.2.3 Deskriptory střídy koblíh

#### Pórovitost a kyprost

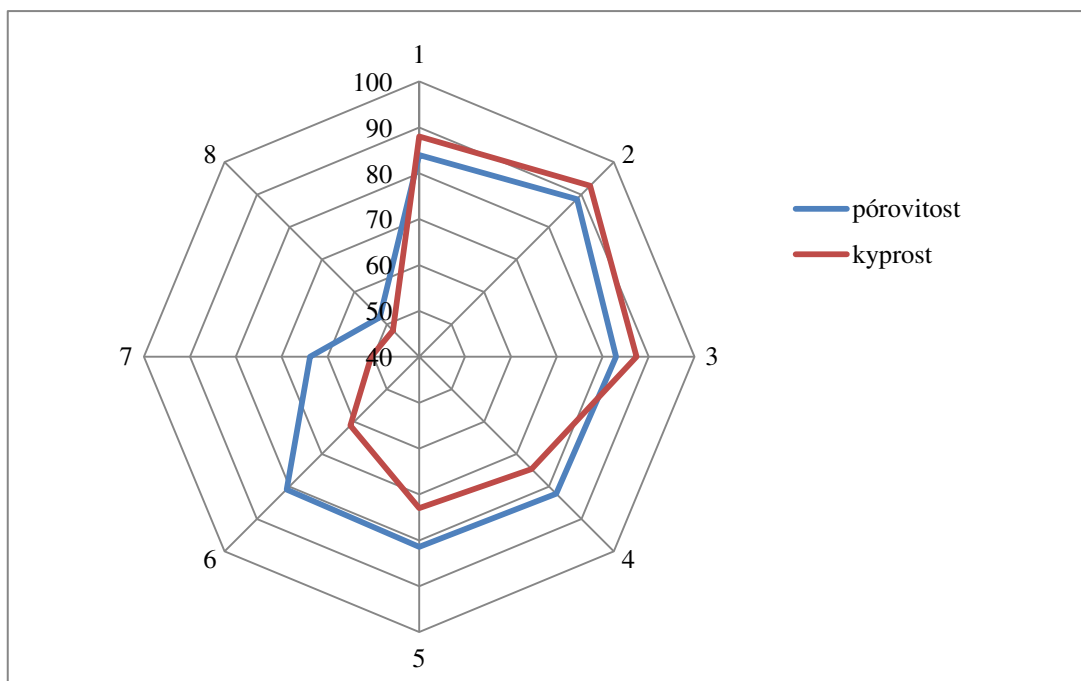
Pórovitost je dána množstvím, velikostí a uspořádáním pórů ve střídě. Póry by měly mít stejný tvar, tenké stěny a přibližně stejnou velikost (2–4 mm). Struktura pórovitosti ovlivňuje barvu střídy různým rozptylem odraženého světla. Hrubě pórovitá střída se jeví jako tmavší. Střída by měla být kyprá a pružná (INGR et al., 2007).

Výsledky pórovitosti a kyprostí jsou znázorněny na obr. 19. Pórovitost byla nejlépe vyhodnocena u vzorku 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou) s 88,6 body, u vzorku 1 (kontrolní vzorek) s 84,0 body a u vzorku 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) s 82,9 body. Vzorky 1–3 měly jemnější pórovitost a tenké stěny pórů ve srovnání s ostatními vzorky (obr. 20–22). U dalších vzorků se snižoval počet bodů se vzrůstajícím zastoupením vlákniny. Pórovitost byla nejhůře ohodnocena u vzorku 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou), který měl 63,8 bodů a u vzorku 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) s 52,2 body. Statistický rozdíl v pórovitosti ( $p < 0,05$ ) byl zjištěn pouze mezi vzorkem 8 a 1 a mezi vzorkem 8 a 2 (příloha 6). Vzorky 7 a 8 měly velké a velmi nepravidelné póry, což je viditelné na obr. 22.

Vzorky 1–3 byly nejvíce kypré a nadýchané, přičemž vzorek 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou) měl nejvíce bodů (92,7). Od vzorku 4 se kyprost

zhoršovala se zvyšujícím se zastoupením vlákniny. Nejméně bodů měl vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) s 50,5 body a vzorek 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) se 48,1 body. Vzorky 7 a 8 byly málo kypré a označeny za tužší, což souvisí s tím, že byla u nich naměřena nejvyšší pevnost (viz kapitola 5.3). Vzorky 6, 7 a 8 se statisticky lišily v kyprosti od vzorku 2 ( $p < 0,05$ ). Vzorek 8 se dále statisticky lišil od vzorku 1 a 3 ( $p < 0,05$ ) (příloha 7).

Dle DUEIKA et al. (2014) přidavek vlákniny do pečiva zhoršuje tvorbu struktury střídý výrobků, protože v přítomnosti vlákniny dojde k částečnému narušení matrice z bílkovin a škrobu. Aby nedošlo k narušení matrice při přidavku vlákniny, lze do výrobků přidat předželatinovaný kukuřičný škrob. Koblíhy s přidavkem 20 % pšeničných otrub a 8 % předželatinovaného kukuřičného škrobu měly optimální strukturu výrobků (DUEIK et al., 2014).



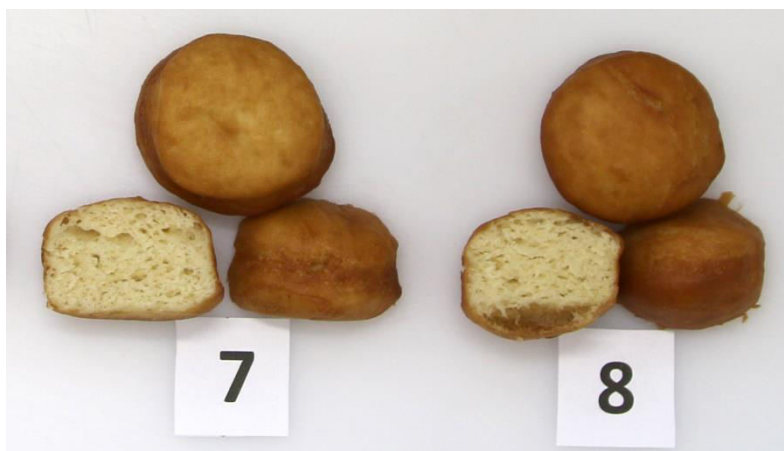
Obr. 19 Grafické znázornění sensorického hodnocení pórovitosti a kyprosti koblíh. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).



Obr. 20 Vzorek 1 (kontrola), vzorek 2 (1 % vlákniny), vzorek 3 (3 % vlákniny) (foto Nádeníček)



Obr. 21 Vzorek 4 (6 % vlákniny), vzorek 5 (9 % vlákniny), vzorek 6 (12 % vlákniny) (foto Nádeníček)



Obr. 22 Vzorek 7 (15 % vlákniny), vzorek 8 (18 % vlákniny) (foto Nádeníček)

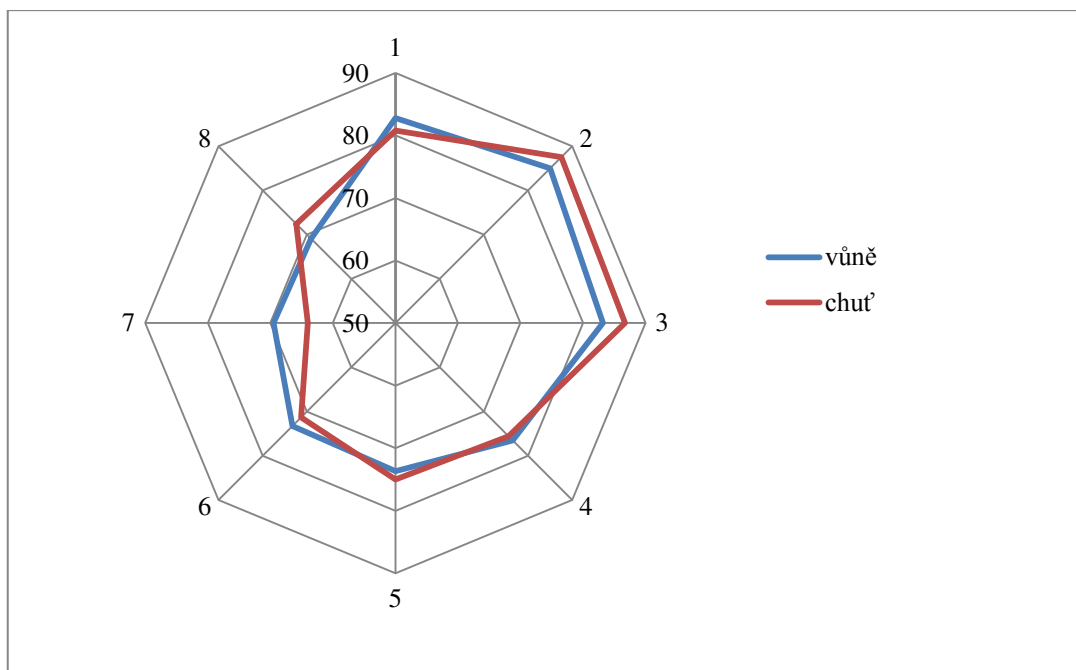
#### 5.2.4 Vůně a chuť koblíh

Mezi vzorky v hodnocení vůně a chuti koblíh nebyl zjištěn žádný statistický rozdíl ( $p > 0,05$ ) (příloha 8 a 9) z důvodu proměnlivosti bodů přidělených za vůni a chuť. Podle zjištěných maximálních bodů (tab. 8), které hodnotitelé přiřadili za vůni a chuť k jednotlivým vzorkům, je zřejmé, že i koblíhy s vyšším obsahem vlákniny některým hodnotitelům velmi voněly a chutnaly. Většina hodnotitelů je ale ohodnotila méně body, což se projevilo na nižším celkovém průměru.

Tab. 8 *Výsledky senzoričkého hodnocení vůně a chuti. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).*

Č. vzorku	Vůně průměr	Vůně minimum	Vůně maximum	Chuť průměr	Chuť minimum	Chuť maximum
1	82,8	59	100	80,8	54	99
2	85,0	69	99	87,5	68	99
3	83,2	54	100	86,7	48	100
4	76,5	49	100	75,6	43	98
5	73,7	54	91	75,0	33	98
6	73,3	49	95	71,3	26	96
7	69,5	37	94	64,0	28	96
8	69,1	31	97	72,4	25	95

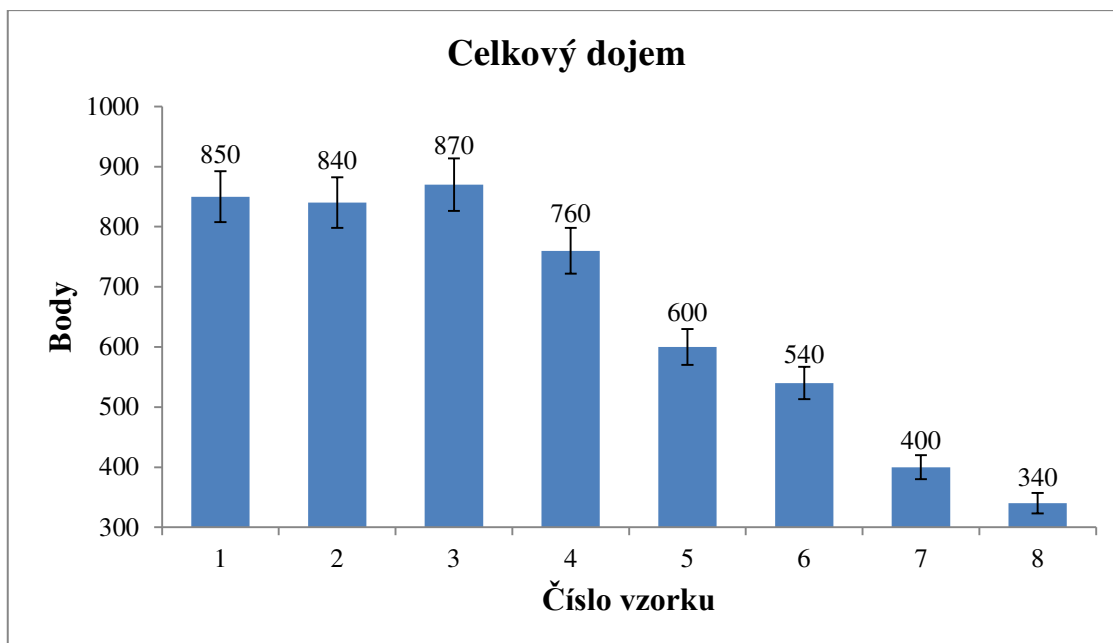
Na základě průměrů byly z hlediska vůně a chuti nejlépe hodnoceny první tři vzorky (obr. 23), které měly příjemnou a charakteristickou vůni a chuť. Nejvíce bodů (85,0) za vůni bylo přiděleno vzorku 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou), který měl i nejlepší chuť (87,5 bodů). Vzorek 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) byl z hlediska chuti a vůně ohodnocen jako druhý nejlepší. Nejhorší vůni měly poslední dva vzorky, vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) s 69,5 body a vzorek 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) s 69,1 body. Hodnotitelům nejméně chutnal vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) s 64,0 body.



Obr. 23 Grafické znázornění sensorického hodnocení vůně a chuti koblih. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

### 5.2.5 Celkový dojem

Celkový dojem vzorků 7 a 8 se výrazně statisticky lišil ( $p < 0,05$ ) od vzorků 1, 2, 3 a 4, dále byl statistický rozdíl mezi vzorkem 6 a 3 ( $p < 0,05$ ) (příloha 10). Celkový dojem byl vyhodnocen jako nejlepší u vzorků 1, 2 a 3 (obr. 24). Vzorek 1 (kontrolní vzorek) měl 850 bodů, vzorek 2 (při nahrazení 1 % mouky pšeničnou vlákninou) 840 bodů a vzorek 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) měl nejvíce bodů, a to 870 bodů. Za přijatelný vzorek lze považovat ještě vzorek 4 (při nahrazení 6 % mouky pšeničnou vlákninou) s 760 body. Nejhůře ohodnocený vzorek byl vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) s 400 body a vzorek 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou) s 340 body, což je o 510 bodů méně než u kontrolního vzorku.



Obr. 24 Grafické znázornění celkového dojmu při sensorickém hodnocení. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

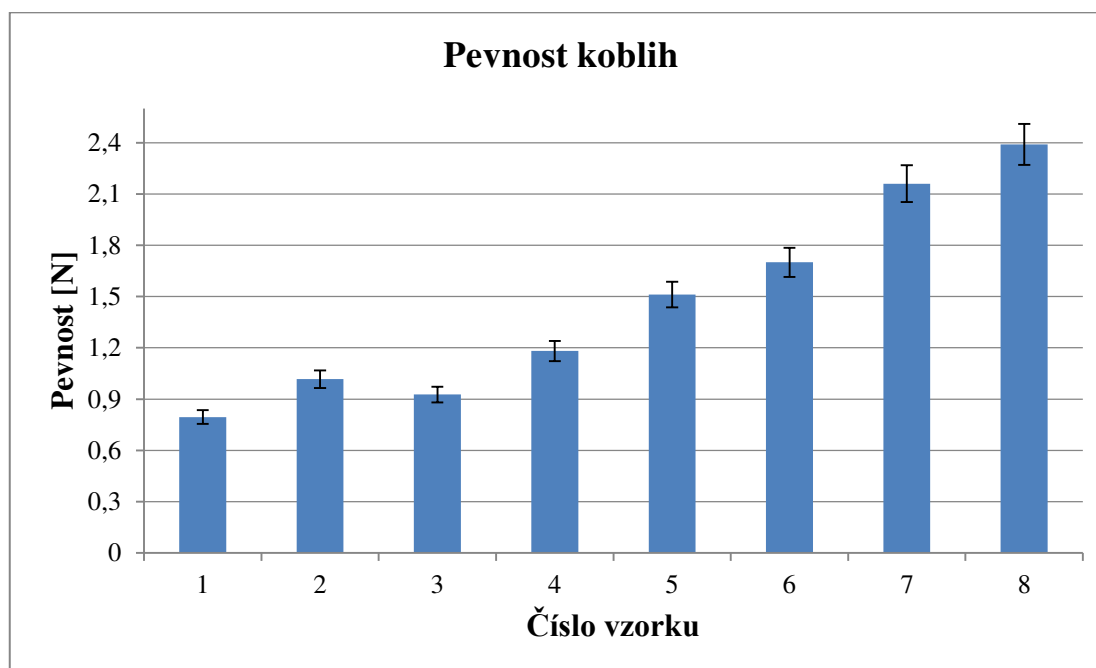
### 5.3 Pevnost koblih

Naměřené hodnoty pevnosti koblih se pohybovaly od 0,795 N do 2,39 N. Pevnost vzorku 1 (bez vlákniny) byla 0,795 N, což lze srovnat s průměrnou pevností koblih 0,7 N, kterou uvádí BOURNE (2002). Také MELITO, FARKAS (2012) při studii naměřili pevnost kontrolního vzorku koblíhy 0,77 N.

Pevnost koblih, u kterých byla mouka částečně nahrazena pšeničnou vlákninou, byla u všech vzorků větší ve srovnání s kontrolním vzorkem, to znamená, že byla potřebná vyšší síla k penetraci u vzorků s vlákninou (obr. 25). Nejmenší pevnost koblih s vlákninou byla naměřena u vzorku 3 (při nahrazení 3 % mouky pšeničnou vlákninou) (0,926 N). Pevnost koblih se od zastoupení 6 % vlákniny (vzorek 4) zvyšovala s přidavkem vlákniny. Největší naměřená hodnota pevnosti byla 2,16 N u vzorku 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) a 2,39 N u vzorku 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou). Vzorky 7 a 8 se výrazně statisticky lišily ( $p < 0,05$ ) od vzorků 1, 2 a 3, vzorek 8 se navíc lišil od vzorku 4. Statistický rozdíl byl prokázán i mezi vzorkem 6 a 1 a mezi vzorkem 6 a 3 ( $p < 0,05$ ) (příloha 11).

Když KIM et al. (2012) přidávali do koblih pšeničné otruby bohaté na vlákninu, pevnost koblih se s přidavkem otrub zvětšovala. Přídavek pšeničné vlákniny do muffinů se také projevil větší pevností muffinů (ZAHN et al., 2013).

Pšeničná vláknina ovlivnila pevnost koblih kvůli zvýšené viskozitě těsta (STRUCK et al., 2016). Vláknina mohla pevnost koblih zvýšit také tím, že mohla zhoršit koagulaci bílkovin při smažení, a tím i snížit stabilitu vzduchových pór, která mohla vést k vytvoření husté struktury výrobků (KALINGA, MISHRA, 2009).



Obr. 25 Grafické znázornění pevnosti koblih změřených na přístroji TIRATEST. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

## 5.4 Barva koblih

### 5.4.1 Barva kůrky koblih

Světlost ( $L^*$ ) kůrky u kontrolního vzorku (vzorek 1) byla naměřena 51,49. U vzorků, které obsahovaly vlákninu, byly hodnoty světlosti vyšší ve srovnání s kontrolním vzorkem (tab. 9), což znamená, že tyto výrobky byly světlejší než kontrolní vzorek. Nejvyšší hodnota  $L^*$  (62,96) byla naměřena u vzorku 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou). Statisticky se odlišoval pouze kontrolní vzorek od vzorků 4, 6, 7 a nejvíce od vzorku 8 ( $p < 0,05$ ) (příloha 12).

Hodnota  $a^*$  i  $b^*$  byly u kůrky koblih kladné, proto  $a^*$  vyjadřuje procentuální zastoupení červené barvy a  $b^*$  procentuální zastoupení žluté barvy. Nejvyšší hodnota  $a^*$  (19,36) byla naměřena u kontrolního vzorku (vzorek 1), který se statisticky lišil od vzorků 4, 6, 7 a 8 ( $p < 0,05$ ). Statistický rozdíl byl také zjištěn mezi vzorkem 2 a 4,

2 a 6, 2 a 8 ( $p < 0,05$ ) (příloha 13). Nejnižší hodnota  $a^*$  (14,21) byla naměřena u vzorku 8, tedy u vzorku s nejvyšším zastoupením vlákniny. Zastoupení žluté barvy u kontrolního vzorku (vzorek 1) bylo nejvyšší ( $b^* = 38,02$ ). U koblíh s vlákninou byly hodnoty  $b^*$  vyšší oproti kontrolnímu vzorku. Nejvíce zastoupenou žlutou barvu měl vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou), který se jako jediný statisticky lišil od vzorku 1 ( $p < 0,05$ ) (příloha 14).

Když ZAHN et al. (2013) přidávali do muffinů 18 % pšeničné vlákniny, byla kůrka muffinů také světlejší ( $L^* = 61,8$ ) oproti kontrolnímu vzorku ( $L^* = 55,3$ ). LEBESI, TZIA (2011) přidávali pšeničnou vlákninu do cupcakes a přídavek vlákniny také způsobil světlejší povrch cupcakes, dále hodnoty  $a^*$  byly nižší a hodnoty  $b^*$  vyšší u vzorků obsahující vlákninu.

Tab. 9 Průměrné hodnoty barvy kůrky koblíh změřené na spektrofotometru. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

Č. vzorku	$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	51,49	19,36	38,02
2	55,68	18,78	40,98
3	56,96	17,33	40,27
4	61,58	15,10	42,40
5	59,97	16,73	42,25
6	62,22	15,19	42,44
7	61,32	15,87	42,85
8	62,96	14,21	41,64

#### 5.4.2 Barva střídy koblíh

Průměrné hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  naměřené na střídě koblíh jsou uvedené v tabulce 10. Vzorek 1 se ve všech parametrech statistiky lišil ( $p < 0,05$ ) od vzorků 5, 6, a 7, a vzorek 2 od vzorku 6 (příloha 15, 16, a 17). Další prokázané statistické rozdíly jsou uvedeny v tabulce 11. Nejtmavší střídu měl kontrolní vzorek (vzorek 1) s jasnem  $L^* = 75,49$ . Nejsvětlejší střídu měl vzorek 6 (při nahrazení 12 % mouky pšeničnou vlákninou) s naměřenou hodnotou  $L^* = 79,19$  a vzorek 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou) s naměřenou hodnotou  $L^* = 79,16$ .



Nejvyšší zastoupení červené barvy ve střídě bylo v kontrolním vzorku ( $a^* = 2,62$ ). Hodnota  $a^*$  (1,89) byla nejnižší u vzorku 6 (při nahrazení 12 % mouky pšeničnou vlákninou). Zastoupení žluté barvy bylo nejvyšší v kontrolním vzorku ( $b^* = 25,70$ ). Nejnižší hodnota  $b^*$  (23,41) byla naměřena ve vzorku 7 (při nahrazení 15 % mouky pšeničnou vlákninou).

Při studii LEBESI, TZIA (2011) byly cupcakes s vlákninou světlejší ve srovnání se vzorkem bez vlákniny, ale zastoupení žluté barvy byla u cupcakes s vlákninou nižší než v cupcakes bez vlákniny.

Tab. 10 Průměrné hodnoty barvy střídy koblíh změřené na spektrofotometru. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

Č. vzorku	L*	a*	b*
1	75,49	2,62	25,70
2	76,36	2,43	25,56
3	77,54	2,38	25,28
4	77,36	2,37	24,96
5	78,81	2,00	23,42
6	79,19	1,89	23,82
7	79,16	2,09	23,41
8	77,64	2,23	24,20

Pšeničná mouka má bílou barvu s nažloutlým odstínem (KUČEROVÁ, 2004), ale pšeničná vláknina byla bílé barvy. Z tohoto důvodu mohly být vzorky, u kterých byla část mouky nahrazena pšeničnou vlákninou, světlejší než kontrolní vzorek bez vlákniny.

Tab. 11 *Statistický rozdíl ve střídě koblíh mezi vzorky. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).*

Č. vz.	Statistický rozdíl mezi vzorky ( $p < 0,05$ ) v parametrech $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ve střídě koblíh							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		–	$L^*$	$L^*$	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $b^*$
2	–		–	–	$L^*$ $b^*$	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $b^*$	$b^*$
3	$L^*$	–		–	$b^*$	$a^*$ $b^*$	$b^*$	$b^*$
4	$L^*$	–	–		$b^*$	$a^*$ $b^*$	$b^*$	–
5	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $b^*$	$b^*$	$b^*$		–	–	–
6	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$a^*$ $b^*$	$a^*$ $b^*$	–		–	–
7	$L^*$ $a^*$ $b^*$	$L^*$ $b^*$	$b^*$	$b^*$	–	–		–
8	$L^*$ $b^*$	$b^*$	$b^*$	–	–	–	–	

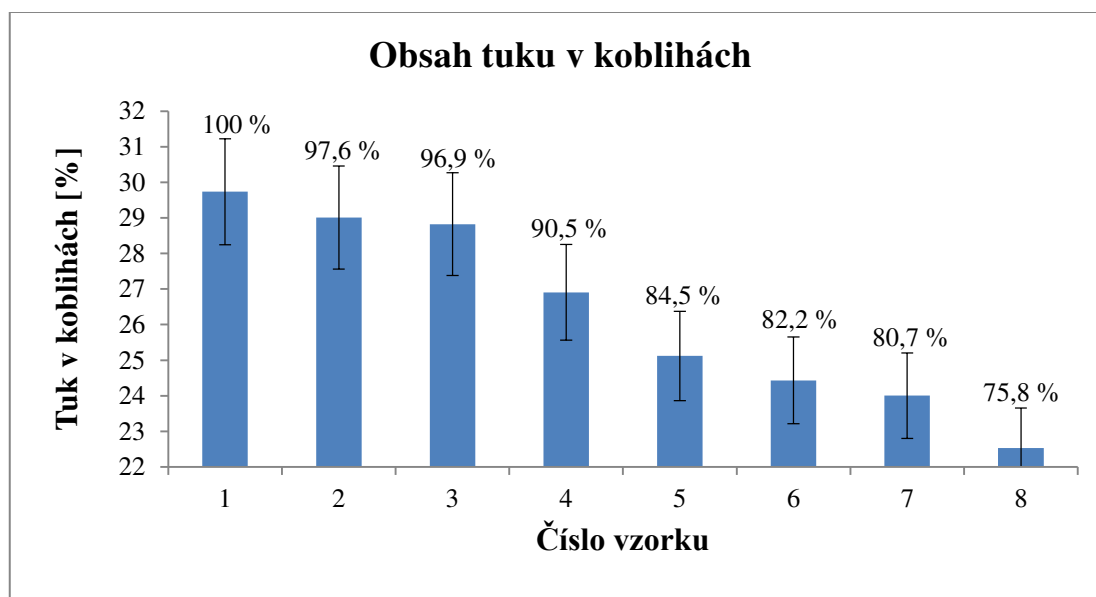
## 5.5 Celkový obsah tuku v koblíchách

Nejvyšší celkový obsah tuku v koblíchách byl naměřen v kontrolním vzorku (vzorek 1), který obsahoval 29,7 % tuku. Se zvyšujícím se zastoupením vlákniny se obsah tuku postupně snižoval. Nejméně tuku bylo obsaženo ve vzorku 8 (při nahrazení 18 % mouky pšeničnou vlákninou), ve kterém bylo stanoveno 22,5 % celkového obsahu tuku, což je o 24,2 % méně v porovnání s kontrolním vzorkem (obr. 26). Mezi vzorky byl prokázán výrazný statistický rozdíl ( $p < 0,05$ ) (tab. 12).

Tab. 12 *Statistický rozdíl mezi vzorky v obsahu tuku – Tukeyův test. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).*

č. vzorku	Tukeyův HSD test; proměn.: tuk v koblíchách [%] (tuk) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$							
	{1} M=29,734	{2} M=29,007	{3} M=28,823	{4} M=26,907	{5} M=25,114	{6} M=24,433	{7} M=24,005	{8} M=22,529
1 {1}		0,906664	0,767362	0,003639	0,000181	0,000175	0,000175	0,000175
2 {2}	0,906664		0,999978	0,039362	0,000271	0,000183	0,000176	0,000175
3 {3}	0,767362	0,999978		0,070678	0,000356	0,000190	0,000178	0,000175
4 {4}	0,003639	0,039362	0,070678		0,103079	0,011514	0,002863	0,000191
5 {5}	0,000181	0,000271	0,000356	0,103079		0,931116	0,571411	0,007984
6 {6}	0,000175	0,000183	0,000190	0,011514	0,931116		0,994470	0,073361
7 {7}	0,000175	0,000176	0,000178	0,002863	0,571411	0,994470		0,253388
8 {8}	0,000175	0,000175	0,000175	0,000191	0,007984	0,073361	0,253388	

KIM et al. (2012) přidávali do koblíh pšeničné otruby rozemleté na jemné částice, které obsahují hodně vlákniny. Koblíhy připravené ze směsi pšeničné mouky a pšeničných otrub obsahovaly méně tuku. CAUVAIN, YOUNG (2001) uvádí, že pro snížení absorpci smažícího tuku je vhodné přidat do těsta celulózu v množství nejméně 0,3 % na mouku. Vláknina poutá vodu (STRUCK et al., 2016) a díky vodní páře je v těstě větší tlak než v okolní atmosféře, čímž se potlačuje absorpce oleje během smažení (CAUVAIN, YOUNG, 2001).



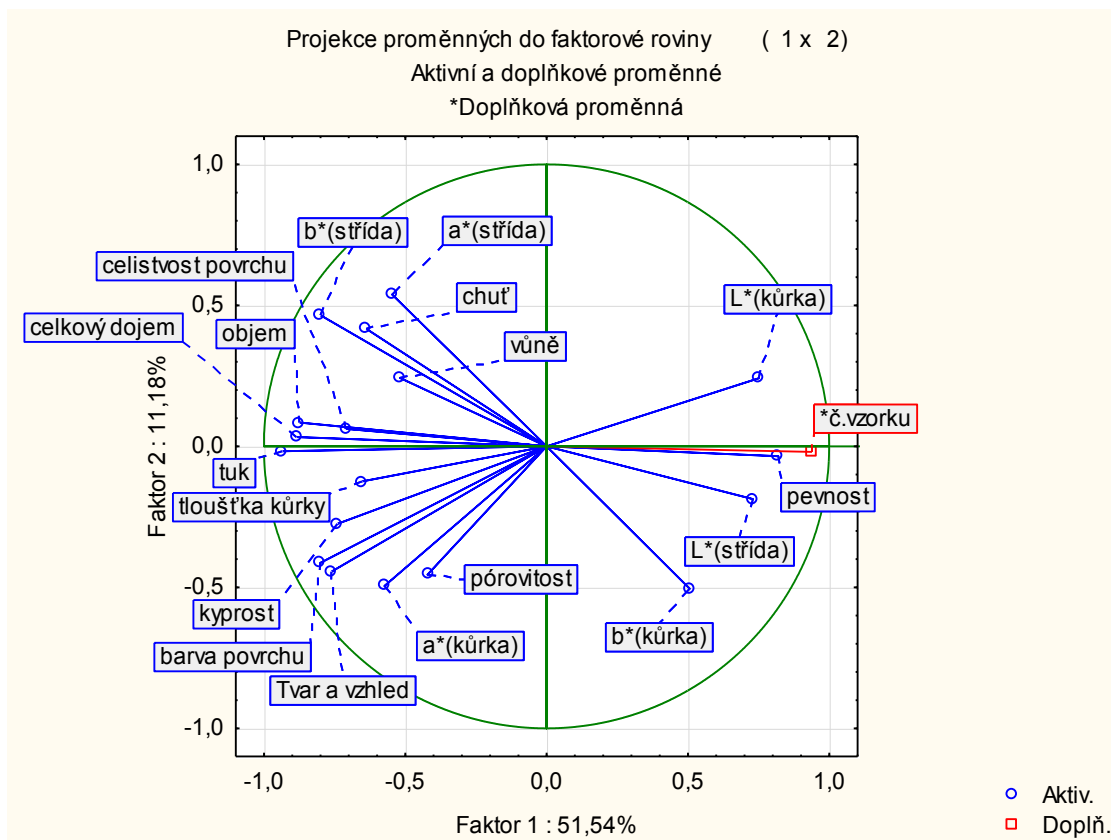
Obr. 26 Procentuální zastoupení tuku v koblích. Vzorek 1 (kontrola), 2 (1 % vlákniny), 3 (3 % vlákniny), 4 (6 % vlákniny), 5 (9 % vlákniny), 6 (12 % vlákniny), 7 (15 % vlákniny), 8 (18 % vlákniny).

## 5.6 Projekce proměnných do faktorové roviny

Projekce všech proměnných do faktorové roviny je na obrázku 27, který byl zpracován v programu STATISTICA 12. Míra závislosti jednotlivých proměnných se hodnotí podle velikosti úhlu, který vzájemně svírají. Čím je úhel menší, tím je závislost silnější. Úhel také značí přibližnou hodnotu korelačního koeficientu. Pokud jsou úsečky ve stejném směru, znamená to, že je zde pozitivní korelace. Pokud jsou úsečky v opačném směru, znamená to, že proměnné jsou na sobě negativně závislé. Pokud jsou úsečky na sebe kolmé, proměnné jsou na sobě nezávislé. Délka úsečky vyjadřuje variabilitu naměřených dat.

Podle obrázku 27 receptura silně pozitivně koreluje s pevností koblíh, neboť svírají velmi malý úhel. Mezi recepturou a hodnotou L\* kůrky (světlosti) a mezi recepturou

a hodnotou  $L^*$  střídy je také pozitivní korelační závislost. Receptura nejvíce negativně koreluje s obsahem tuku, celkovým dojmem, objemem a celistvostí povrchu koblih. Mezi recepturou a tloušťkou kůrky je také výrazná negativní korelační závislost. Největší variabilita dat byla zaznamenána u hodnoty  $b^*$  ve střídě (zastoupení žluté barvy).



Obr. 27 Projekce proměnných do faktorové roviny

## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na zkoumání vlivu přídavku pšeničné vlákniny na kvalitu smaženého jemného pečiva (koblih). Bylo usmaženo 8 vzorků koblih s přídavkem pšeničné vlákniny v různém procentuálním zastoupení. Následně bylo provedeno hodnocení koblih, které zahrnovalo měření objemu, senzorické hodnocení, měření pevnosti, měření barvy kůrky a střídy a stanovení celkového obsahu tuku v koblíchách. Naměřená data byla statisticky a graficky zpracována.

Přídavek vlákniny do 3 % měl pozitivní vliv na objem koblih. Koblihy se 3 % vlákniny měly o 13 % větší objem než kontrolní vzorek. S dalším se zvyšujícím se zastoupením vlákniny se objem koblih postupně zmenšoval. Vzorek obsahující 18 % vlákniny měl až o 33 % nižší objem než kontrolní vzorek.

Senzorické hodnocení koblih zahrnovalo hodnocení celkového tvaru a vzhledu, barvy povrchu, celistvosti povrchu, stejnoměrnosti tloušťky kůrky, pórovitosti, kyprosti, chuti, vůně a celkového dojmu. Celkový tvar a vzhled byl nejlépe ohodnocen u vzorku se 3 % vlákniny, s následujícím rostoucím zastoupením vlákniny se počet bodů za tento deskriptor snižoval. Nejvíce bodů za barvu měl vzorek s 1 % a vzorek se 3 % vlákniny, s následujícím rostoucím zastoupením vlákniny se počet bodů snižoval. Celistvost povrchu byla nejlépe ohodnocena u kontrolního vzorku a u koblih se 3 % vlákniny. Nejvíce bodů za stejnoměrnost tloušťky kůrky, pórovitost a kyprost měl kontrolní vzorek, vzorek s 1 % vlákniny a vzorek se 3 % vlákniny, s následujícím rostoucím zastoupením vlákniny se počet bodů za uvedené deskriptory snižoval. Hodnotitelům nejvíce voněly a chutnaly koblihy s 1 % a se 3 % vlákniny. Koblihy se 3 % vlákniny měly nejlepší celkový dojem. Ve všech deskriptorech byly nejhůře ohodnoceny vzorky s nejvyšším zastoupením vlákniny (s 15 a 18 % vlákniny).

Nejmenší pevnost koblih byla naměřena u kontrolního vzorku a u koblih se 3 % vlákniny, následně se pevnost vzorků zvyšovala s rostoucím zastoupením vlákniny. Kůrka i střída koblih obsahující vlákninu byly světlejší v porovnání s kontrolním vzorkem, protože hodnoty  $L^*$  byly u všech vzorků s vlákninou vyšší než u kontrolního vzorku. Hodnoty  $a^*$  (zastoupení červené barvy) naměřené na kůrce i střídě byly nižší u všech vzorků s vlákninou v porovnání s kontrolním vzorkem. Hodnota  $b^*$  (zastoupení žluté barvy) naměřená na kůrce byla u vzorků s vlákninou vyšší než u kontrolního vzorku, naopak ve střídě bylo zastoupení žluté barvy menší u vzorků s vlákninou.

Vláknina pozitivně ovlivňovala absorpci smažícího tuku. Čím více bylo ve vzorku vlákniny, tím menší množství celkového tuku bylo stanoveno v usmažených koblihách. Vzorek s největším zastoupením vlákniny (18 %) obsahoval 22,5 % celkového tuku, zatímco kontrolní vzorek obsahoval 29,7 % celkového tuku.

Statistický rozdíl nebyl zjištěn mezi žádnými vzorky v hodnocení tloušťky kůrky, vůně a chutě koblih ( $p > 0,05$ ). Receptura a pevnost koblih měly mezi sebou silnou pozitivní korelační závislost. Receptura silně ale negativně korelovala s obsahem tuku, celkovým dojmem, objemem a celistvostí povrchu koblih.

Z výsledků práce vyplývá, že do smaženého jemného pečiva by bylo vhodné přidávat 3 % pšeničné vlákniny. Vyšší zastoupení vlákniny by zhoršovalo kvalitu smaženého jemného pečiva, která by mohla být pro většinu spotřebitelů nežádoucí. Přídavek vlákniny bych doporučovala kvůli velmi pozitivním účinkům vlákniny na lidský organismus a také z důvodu, že převážná část české populace konzumuje výrazně nižší množství vlákniny, než je doporučováno. Spotřebitelé, kteří mají koblihy a podobné výrobky v oblibě, by tak přijímali více vlákniny.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADÁMKOVÁ A., 2014: Češi nadále preferují bílé pečivo. *Pekař Cukrář*, 2: 40–43.

ADDY R., 2014: Indulgence, satiety key 2014 breakfast trends. In: *Food manufacture* [online]. [cit. 2016-02-08] Dostupné z: <http://www.foodmanufacture.co.uk/NPD/Indulgence-satiety-key-2014-breakfast-trends>.

ALADEDUNYE F., PRZYBYLSKI R., 2014: Performance of palm olein and modified rapeseed, sunflower, and soybean oils in intermittent deep-frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116 (2): 144–152.

ANDERSON J.W. (eds), 2009: Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67 (4): 188–205.

BANACH J.K., ZYWICA R., NIERADKO I., STANIEWSKI B., 2012: Studies on determination of mathematical relationships between rapeseed oil content and electrical properties of butter and fat mixes. *Journal of Food Engineering*, 112 (4): 346–351.

BARANYK P. (eds), 2010: *Olejniny*. Profi Press, Praha, 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.

BLÁHA L., PLHOŇ Z., KADLEC F., 1998: *Cukrářská výroba III: pro 3. ročník učebního oboru Cukrář, Cukrářka*. Informatorium, Praha, 197 s. ISBN 80-86073-21-1.

BLÁHA L., ŠREK F., 1999: *Suroviny pro učební obor Cukrář, Cukrářka*. Informatorium, Praha, 213 s. ISBN 80-86073-44-0.

BONAFACCIA G., GALLI V., FRANCISCI R., MAIR V., SKRABANJA V., KREFT I., 2000: Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*, 68 (4): 437–441.

BOURNE M.C., 2002: *Food texture and viscosity: concept and measurement*. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press, 427 s. ISBN ISBN 0-12-119062-5.

BRÁT J., 2015: Vývoj výživových doporučení pro tuky. *Výživa a potraviny*, 70 (6): 146–149.

- BRÜHL L., UNBEHEND G., 2013: Preparation of doughnuts using partially hydrogenated peanut oil and alternative products with reduced content of trans-fatty acids. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 8 (3): 155–163.
- BUDRYN G., ZYZELEWICZ D., NEBESNY E., ORACZ J., KRYSIAK W., 2013: Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products. *Food Research International*, 50 (1): 149–160.
- BUŇKA F., HRABĚ J., VOSPĚL B., 2008: *Senzorická analýza potravin I*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- CAPRITA A., CAPRITA R., 2011: The effect of thermal processing on soluble dietary fibre fraction in wheat. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9 (3–4): 14–15.
- CAUVAIN S.P., YOUNG L.S., 2001: *Baking problems solved*. Boca Raton CRC Press, Cambridge, 280 s. ISBN 0-8493-1221-3.
- ČERVENKA L., 2011: Sója pro bezlepkové i nadýchanější pečivo. *Pekař cukrář*, 6: 52–53.
- ČERVENKA L., 2012: Stále žádanější náplně do pečiva. *Pekař cukrář*, 10: 16–17.
- ČERVENKA L., 2013: Náplně do pečiva. *Pekař cukrář*, 8: 20–23.
- DATABÁZE SLOŽENÍ POTRAVIN ČR VERZE 5.15. Databáze online [cit. 2016-04-01]. Dostupné na: <http://www.nutridatabase.cz/>.
- DE LA HERA E., OLLETE B., GÓMEZ M., 2013: Batter Characteristics and Quality of Cakes Made with Wheat-Oats Flour Blends. *Journal of Food Quality*, 36 (2): 146–153.
- DELCOUR J.A., HOSENEY R.C., 2010: *Principles of cereal science and technology*. Minn. AACC International, St. Paul, 270 s. ISBN 978-1-891127-63-2.
- DOLEŽAL V., KADLEC F., 1997: *Stroje a zařízení: pro učební obor Cukrář, Cukrářka*. Informatorium, Praha, 195 s. ISBN 80-86073-17-3.
- DOSTÁLOVÁ J., BRÁT J., BAREŠOVÁ A., 2008: Obsah a složení tuku trvanlivého a jemného pečiva a listových těst z tržní sítě České republiky. *Výživa a potraviny*, 63 (1): 13–14.



DREHER M.L., 2001: Dietary Fiber Overview. In: CHO S.S., DREHER M.L. *Handbook of Dietary Fiber* [online]. New York: M. Dekker, s. 13–28, ISBN 978-0-203-90422-0. [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/book/10.1201/9780203904220>.

DUEIK V., SOBUKOLA O., BOUCHON P., 2014: Development of low-fat gluten and starch fried matrices with high fiber content. *LWT – Food Science and Technology*, 59 (1): 6–11.

EDWARDS W., 2007: *The science of bakery products*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 259 s. ISBN 978-0-85404-486-3.

FARHOOSH R., ESMAEILZADEH KENARI R., POORAZRANG H., 2009: Frying stability of canola oil blended with palm olein, olive, and corn oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86 (1): 71–7.

GARCÍA M.A. (eds), 2004: Methylcellulose coatings applied to reduce oil uptake in fried products. *Food Science and Technology International*, 10 (5): 339–346.

GISSLEN W., 2004: *Professional Baking*. John Wiley and Sons, Hoboken, 736 s. ISBN 0-471-46426-0.

GRIGELMO-MIGUEL N., CARRERAS-BOLADERAS E., MARTÍN-BELLOSO O., 1999: Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. *European Food Research and Technology*, 210 (2): 123–128.

GRIGELMO-MIGUEL N., CARRERAS-BOLADERAS E., MARTÍN-BELLOSO O., 2001: Influence of the addition of peach dietary fiber in composition, physical properties and acceptability of reduced-fat muffins. *Food Science and Technology International*, 7 (5): 425–431.

GUPTA M., BAWA A.S., SEMWAL A.D., 2009: Effect of barley incorporation on the instrumental texture of sponge cake. *International Journal of Food Properties*, 12 (1): 243–251.

HATAE K. (eds), 2003: Effect of the type of frying oil on the consumer preference for doughnuts. *Journal of Food Science*, 68 (3): 1038–1042.

HRSTKOVÁ H., BRÁZDOVÁ Z., BAJER M., 2008: Vlákna ve výživě dětí. *Hygienu*, 53 (1): 52–53.

HRUŠKOVÁ M., ŠVEC I., JURINOVÁ I., 2011: Pekařské užití konopné mouky. *Pekař cukrář*, 8: 45–47.

HUI Y.H. (eds), 2006: *Bakery Products: Science and Technology*. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, USA. 586 s. ISBN 978-0-8138-0187-2.

HUI Y.H. (eds), 2007: *Handbook of food products manufacturing: principles, bakery, beverages, cereals, cheese, confectionary, fats, fruits, and functional foods*. NJ: Wiley-Interscience, Hoboken, 1131 s. ISBN 978-0-470-12524-3.

INGR I., POKORNÝ J., VALENTOVÁ H., 2007: *Senzorická analýza potravin*. 2. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 201 s. ISBN 978-80-7375-032-9.

IZYDORCZYK M.S., SL LAGASSÉ S.L., HATCHER D.W., JE DEXTER J.E., ROSSNAGEL B.G., 2005: The enrichment of Asian noodles with fiber-rich fractions derived from roller milling of hull-less barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (12): 2094–2104.

JAROŠOVÁ A., 2001: *Senzorické hodnocení potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 84 s. ISBN 80-7157-539-9.

KADLEC P., MELZUCH K., VOLDŘICH M., 2012a: *Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výrob: Technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava, 494 s. ISBN 978-80-7418-086-6.

KADLEC P., MELZUCH K., VOLDŘICH M. (eds), 2012b: *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava, 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0.

KALINGA D., MISHRA V.K., 2009: Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal  $\beta$ -glucan concentrates. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33 (3): 384–400.

- KIM B.K., CHUN Y.G., CHO A.R., PARK D.J., 2012: Reduction in fat uptake of doughnut by microparticulated wheat bran. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63 (8): 987–995.
- KOBES Z., 2015: Spotřeba potravin – 2014. In: *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2014>.
- KOHOUT P., CHOČENSKÁ E., 2007: Průzkum příjmu vlákniny v České republice. *Výživa a potraviny*, 62 (5): 129.
- KOMPRDA T., 2009: *Výživou ke zdraví*. Velké Bílovice: TeMi CZ, 112 s. ISBN 978-80-87156-41-4.
- KOMPRDA T., 2012: *Základy výživy člověka*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 162 s. ISBN 978-80-7157-655-6.
- KUČEROVÁ J., 2004: *Technologie cereálií*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 141 s. ISBN 80-7157-811-8.
- KUČEROVÁ J., 2008: Influence of Bread Improvers on the Quality of Wheat Flour and Bakery Products. *Getreidetechnologie die Zeitschrift für Getreide, Mehl, Brot, Teigwaren, Cerealien & Technik = [Cereal technology]*, 62 (1): 28–37.
- KUČEROVÁ J., HAVRANOVÁ J., 2012: Pekařské užití kanditních sladových výtažků. *Pekař cukrář*, 4: 52–53.
- KUČEROVÁ J., ŠOTTNÍKOVÁ V., NEDOMOVÁ Š., 2013: Influence of dietary fibre addition on the rheological and sensory properties of dough and bakery products. *Czech Journal of Food Sciences*, 31 (4): 340–346.
- LEBESI D.M., TZIA C., 2011: Effect of the Addition of Different Dietary Fiber and Edible Cereal Bran Sources on the Baking and Sensory Characteristics of Cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 4 (5): 710–722.
- LEE J.S., KIM B.K., KIM K.H., PARK D.J., 2008: Preparation of low-fat uptake doughnut by dry particle coating technique. *Journal of Food Science*, 73 (3): E137–E142.

LEFRANC-MILLOT C. (eds), 2012: Fiber and Satiety. In: CHO S.S, ALMEIDA N. *Dietary Fiber and Health* [online]. Boca Raton: CRC Press, s. 83–108, ISBN 978-1-4398-9937-3. [cit. 2016-01-29]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/book/10.1201/b12156>.

MAJZOABI M., HABIBI M., HEDAYATI S., GHIASI F., FARAHNAKY A., 2015: Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17 (1): 99–107.

MALÁ L., 2012: Nová mouka a komplexní zlepšující přípravky. *Pekař cukrář*, 9: 36–37.

MARKOVÁ L. (eds), 2014: Vývoj nového zdraví prospěšného cereálního produktu s použitím fermentované pohankové mouky, s. 27-30. In: Cejpek K., Špicner J.: *XLIV. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 252 s.

MASTROMATTEO M. (eds), 2013: Rheological, microstructural and sensorial properties of durum wheat bread as affected by dough water content. *Food Research International*. 51 (2): 458–466.

MATUŠINCOVÁ I., 2012: Přípravky vyrovnávající kvalitu mouky. *Pekař cukrář*, 9: 34.

MCCANN T.H., LEDER A., BUCKOW R., DAY L., 2013: Modification of structure and mixing properties of wheat flour through high-pressure processing. *Food Research International*, 53 (1): 352–361.

MCGUIRE M., BEERMAN K.A., 2013: *Nutritional sciences: from fundamentals to food*. 3. vyd. Belmont: Wadsworth, 647 s. ISBN ISBN 978-0-8400-5839-3.

MELITO H.S., FARKAS B.E., 2012: Impact of Infrared Finishing on the Mechanical and Sensorial Properties of Wheat Donuts. *Journal of Food Science*, 77 (9): E224–E230.

MELITO H.S., FARKAS B.E., 2013: Effect of infrared finishing process parameters on physical, mechanical, and sensory properties of par-fried, infrared-finished gluten-free donuts. *Journal of Food Engineering*, 117 (3): 399–407.

MELLEMA M., 2003: Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*, 14 (9): 364–373.

MLAKAR S.G., BAVEC M., TURINEK M., BAVEC F., 2009: Rheological properties of dough made from grain amaranth-cereal composite flours based on wheat and spelt. *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (5): 309–319.

MOREIRA R., CHENLO F., TORRES M.D., 2013: Rheology of Gluten-Free Doughs from Blends of Chestnut and Rice Flours. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (6): 1476–1485.

MÜLLEROVÁ M. CHROUST F., 1993: *Pečeme moderně v malých i větších pekárnách: Příručka pro pekaře začátečníky i mírně pokročilé*. KORA, Pardubice, 205 s. ISBN 80-85644-03-7.

MÜLLEROVÁ D. (eds), 2014: *Hygiena, preventivní lékařství a veřejné zdravotnictví*. Praha: Karolinum, 254 s. ISBN 978-80-246-2510-2.

NARUENARTWONGSAKUL S., CHINNAN M.S., BHUMIRATANA S., YOOVIDHYA T., 2008: Effect of cellulose ethers on the microstructure of fried wheat flour-based batters. *LWR – Food Science and Technology*, 41 (1): 109–118.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1924/2006 o údajích týkajících se potravin z hlediska jejich nutriční hodnoty a vlivu na zdraví.

NOOR AZIAH A.A., LEE MIN W., BHAT R., 2011: Nutritional and sensory quality evaluation of sponge cake prepared by incorporation of high dietary fiber containing mango (*Mangifera indica* var. Chokanan) pulp and peel flours. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (6): 559–567.

OLIETE B., PÉREZ G.T., GÓMEZ M., RIBOTTA P.D., MOIRAGHI M., LEÓN A.E., 2010: Use of wheat, triticale and rye flours in layer cake production. *International Journal of Food Science and Technology*, 45 (4): 697–706.

ONIFE O.O., JIDEANI A.I.O., BESWA D., 2015: Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products. *International Journal of Food Science and Technology*, 50 (12): 2509–2518.

OSECKÝ L., 2013: Automatické fritézy – základ pro kvalitní smažení. *Pekař cukrář*, 3: 36–37.

PAJIN B., ŠORONJA-SIMOVIĆ D., ŠEREŠ Z., GYURA J., RADUJKO I., SAKAČ M., 2011: Physicochemical and textural properties of puff pastry margarines. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113 (2): 262–268.

PARK Y.W., BELL L.N., 2004: Determination of Moisture and Ash Contents of Foods. In: NOLLET L.M.L. *Handbook of Food Analysis* [online]. CRC Press, 2<sup>nd</sup> ed. s. 55–82. ISBN 978-1-4398-3305-6. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/isbn/9781439833056>.

PERESSINI D., SENSIDONI A., 2009: Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, 49 (2): 190–201.

PÉREZ-ALVAREZ J.A. (eds), 2006: Chemical and Physical Aspects of Colour in Frozen Muscle-Based Foods. In: HUI Y.H. *Handbook of food science, technology, and engineering* [online]. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis, 4<sup>nd</sup> ed. s. 62-1–62-8. ISBN 978-1-4665-0787-6. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/book/10.1201/b15995>.

PETR J., MICHALÍK I., TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ H. (eds), 2003: Extention of the Spectra of Plant Products for the Diet in Coeliac Disease. *Czech Journal of Food Science*, 21 (2): 59–70.

PODĚBRADSKÁ J., 2013: Sladká kontroverze. *Svět potravin*, 4: 34–35.

POKORNÝ J., PARKÁNYIOVÁ L., 2001: Smažení potravin z pohledu chemika. *Chemické listy*, 95 (10): 616–620.

PRUGAR J. (eds), 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA J., HUMPOLÍKOVÁ P., NOVOTNÁ D., 2003: *Základy pekárenské technologie*. Pekař a cukrář, Praha, 363 s. ISBN 80-902922-1-6.

PŘÍHODA J., SLUKOVÁ M., 2014: Pekařské a cukrářské výrobky, s. 233–264. In: DOSTÁLOVÁ J., KADLEC P.: *Potravinářské zboží*. Ostrava: Key Publishing, 425 s.

PŮLPÁNOVÁ A., 2013: *Cukrářská technologie*. R plus, Hradec Králové, 286 s. ISBN 978-80-904093-1-6.

RAGAE S., ABDEL-AAL E.-S. M., 2006: Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. *Food Chemistry*, 95 (1): 9–18.

RAI S., KAUR A., SINGH B., MINHAS K.S., 2012: Quality characteristics of bread produced from wheat, rice and maize flours. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (6): 786–789.

REHMAN S., PATERSON A., HUSSAIN S., MURTAZA M.A., MEHMOOD S., 2007: Influence of partial substitution of wheat flour with vetch (*Lathyrus sativus* L) flour on quality characteristics of doughnuts. *Food Science and Technology*, 40 (1): 73–82.

RODRÍGUEZ-GARCÍA J., PUIG A., SALVADOR A., HERNANDO I., 2013: Functionality of several cake ingredients: A comprehensive approach. *Czech Journal of Food Sciences*, 31 (4): 355–360.

ROSSELL J.B., 1998: Industrial Frying Process. *Grasas y Aceites*, 49 (4–5): 282–295.

SERNA-SALDÍVAR S.R., 2010: *Cereal grains: properties, processing, and nutritional attributes*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis, 747 s. ISBN 978-1-4398-1560-1.

- SHARMA P., GUJRAL H.S., ROSELL C.M., 2011: Effects of roasting on barley  $\beta$ -glucan, thermal, textural and pasting properties. *Journal of Cereal Science*, 53 (1): 25–30.
- SHIH F.F, DAIGLE K.W., CLAWSON E.L., 2001: Development of low oil-uptake donuts. *Journal of Food Science*, 66 (1): 141–145.
- SIMEONOVÁ J., MÍKOVÁ K., KUBIŠOVÁ S., INGR I., 2001: *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 247 s. ISBN 80-7157-405-8.
- SKOUPIL J., PELIKÁN M., 1998: *Cukrářská výroba 3*. Podnikatelský svaz pekařů a cukrářů v ČR, Praha, 224 s.
- SLAVIN J.L., 2008: Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 108 (10): 1716–1731.
- SLUKOVÁ M., PŘÍHODA J., 2012: Jak se orientovat při nákupu chleba a běžného pečiva. *Výživa a potraviny*, 67 (5): 134–136.
- SLUKOVÁ M., RAKOVÁ L., 2010: Vlákna potravy a cereální výrobky. *Výživa a potraviny*, 65 (5): 131–133.
- SONG Y., ZHENG Q., 2007: Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. *Trends in Food Science and Technology*, 18 (3): 132–138.
- STRUCK S., GUNDEL L., ZAHN S., ROHM H., 2016: Fiber enriched reduced sugar muffins made from iso-viscous batters. *LWT - Food Science and Technology*, 65: 32–38.
- SUDHA M.L., BASKARAN V., LEELAVATHI K., 2007: Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104 (2): 686–692.
- SVÁČINA Š. (eds), 2008: *Klinická dietologie*. Praha: Grada Publishing, a.s., 384 s. ISBN 978-80-247-2256-6.



SZEMES V., MAINITZ R., 1999: *Technológia pekárskej výroby: Odborná učebnica*. Cech pekárov a cukrárov regiónu západného Slovenska, Bratislava, 159 s.

ŠOTTNÍKOVÁ V., BORUTOVÁ K., 2009: Změny tuku v průběhu fritování a výsledná kvalita jemného pečiva. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 57 (1): 147–152.

ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2013: *Mlékárenské technologie*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5

ŠVEC I., HRUŠKOVÁ M., 2014: Kompozitní směsi na bázi pšeničné mouky – pečivo. *Konference o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrovy dny 2014*, Mendelova univerzita v Brně, Brno.

TALBOT G., 2001: *Reducing Saturated Fats in Foods*. Woodhead Publishing, Sawston, 392 s. ISBN 978-1-84569-740-2.

VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin 1*. OSSIS, Tábor, 580 s. ISBN 978-80-86659-15-2.

VISHWAKARMA R.K., CHAVAN R.S., SHIVHARE U.S., BASU S., 2014: Textural and Rheological Properties of Fruit and Vegetables. In: CRUZ R.M.S., KHMELINSKII I., VIEIRA M. *Methods in Food Analysis* [online]. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis, s. 1–43. ISBN 978-1-4822-3196-0. [cit. 2016-01-28]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/book/10.1201/b16964>.

VYHLÁŠKA č. 182/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 333/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, ve znění pozdějších předpisů

VYHLÁŠKA č. 330/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 450/2004 Sb., o označování výživové hodnoty potravin.

VYHLÁŠKA č. 331/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých

souvisejících zákonů, pro koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky a ochucovadla a hořčici.

VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.

VYHLÁŠKA č. 335/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí.

WANG L., 2011: Advances in Extraction of Plant Products in Nutraceutical Processing. In: PATHAK Y. *Handbook of Nutraceuticals Volume II* [online]. CRC Press, s. 15–52. ISBN 978-1-4398-2370-5. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/isbn/978-1-4398-2368-2>.

WRONKOWSKA M., HAROS M., SORAL-ŠMIETANA M., 2013: Effect of Starch Substitution by Buckwheat Flour on Gluten-Free Bread Quality. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (7): 1820–1827.

ZAHN S., FORKER A., KRÜGEL L., ROHM H., 2013: Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT – Food Science and Technology*, 50 (2): 695–701.

ZLOCH Z., 2004: Novější pojetí zdravotního významu vlákniny. *Výživa a potraviny*, 59 (3): 64–66.

ZMEŠKAL O., ČEPPAN M., DZIK P., 2002: Barevné prostory a správa barev. In: *Image Science Fundamentals* [online]. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: [http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download/stud06\\_rozn02.pdf](http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download/stud06_rozn02.pdf).

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

### Seznam obrázků

Obr. 1 <i>Spotřeba chleba a pečiva v letech 2005 – 2014</i> .....	12
Obr. 2 <i>Konzumace pekařských výrobků dle dotazníkového šetření</i> .....	12
Obr. 3 <i>Dort z pšenice – a, z triticales – b, z žita – c</i> .....	16
Obr. 4 <i>Vliv cukru na objem a střídu pečiva</i> .....	20
Obr. 5 <i>Vliv přídatku vajec na pečivo</i> .....	22
Obr. 6 <i>Kobliha správně nakynutá (vlevo) a překynutá (vpravo)</i> .....	26
Obr. 7 <i>Kobliha smažená při 180 °C (vlevo) a při 210 °C (vpravo)</i> .....	26
Obr. 8 <i>Porovnání výrobku s klasickou recepturou (C3) a výrobku s inulinem bez oleje (C4)</i> .....	35
Obr. 9 <i>Pšeničná vláknina WF 600 (vlevo), vláknina při zvětšení 100x (vpravo)</i> .....	37
Obr. 10 <i>Schéma výroby pšeničné vlákniny</i> .....	37
Obr. 11 <i>Prostorový model CIE L*a*b*</i> .....	41
Obr. 12 <i>Soxhletův extraktor</i> .....	42
Obr. 13 <i>Grafické znázornění hmotnosti těsta a pečiva</i> .....	44
Obr. 14 <i>Grafické znázornění objemů koblih</i> .....	45
Obr. 15 <i>Grafické znázornění sensorického hodnocení tvaru a vzhledu koblih</i> .....	46
Obr. 16 <i>Grafické znázornění sensorického hodnocení barvy povrchu koblih</i> .....	47
Obr. 17 <i>Grafické znázornění sensorického hodnocení celistvosti povrchu koblih</i> .....	48
Obr. 18 <i>Grafické znázornění sensorického hodnocení stejnoměrnosti tloušťky kůrky koblih na průřezu</i> .....	49
Obr. 19 <i>Grafické znázornění sensorického hodnocení pórovitosti a kyprosti koblih</i> .....	50
Obr. 20 <i>Vzorek 1 (kontrola), vzorek 2 (1 % vlákniny), vzorek 3 (3 % vlákniny)</i> .....	51
Obr. 21 <i>Vzorek 4 (6 % vlákniny), vzorek 5 (9 % vlákniny), vzorek 6 (12 % vlákniny)</i> .....	51
Obr. 22 <i>Vzorek 7 (15 % vlákniny), vzorek 8 (18 % vlákniny)</i> .....	51
Obr. 23 <i>Grafické znázornění sensorického hodnocení vůně a chuti koblih</i> .....	53
Obr. 24 <i>Grafické znázornění celkového dojmu při sensorickém hodnocení</i> .....	54
Obr. 25 <i>Grafické znázornění pevnosti koblih změřených na přístroji TIRATEST</i> .....	55
Obr. 26 <i>Procentuální zastoupení tuku v koblihách</i> .....	59
Obr. 27 <i>Projekce proměnných do faktorové roviny</i> .....	60

## Seznam tabulek

Tab. 1 <i>Požadavky na senzoričké vlastnosti jemného pečiva z kynutého a listového těsta</i> .....	11
Tab. 2 <i>Nutriční hodnota jemného pečiva</i> .....	13
Tab. 3 <i>Obsah tuku a složení mastných kyselin ve vybraných výrobcích jemného pečiva</i> .....	14
Tab. 4 <i>Složení vybraných mouk a surovin zpracovávajících se na mouku</i> .....	19
Tab. 5 <i>Obsah hlavních polysacharidů v pšeničné mouce</i> .....	30
Tab. 6 <i>Zastoupení vlákniny ve vybraných potravinách</i> .....	32
Tab. 7 <i>Receptura koblih</i> .....	36
Tab. 8 <i>Výsledky senzoričkého hodnocení vůně a chuti</i> .....	52
Tab. 9 <i>Průměrné hodnoty barvy kůrky koblih změřené na spektrofotometru</i> .....	56
Tab. 10 <i>Průměrné hodnoty barvy střídy koblih změřené na spektrofotometru</i> .....	57
Tab. 11 <i>Statistický rozdíl ve střídě koblih mezi vzorky</i> .....	58
Tab. 12 <i>Statistický rozdíl mezi vzorky v obsahu tuku – Tukeyův test</i> .....	58

## 9 PŘÍLOHY

### SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	<i>Senzorický dotazník pro hodnocení smaženého jemného pečiva</i> .....	78
Příloha 2	<i>Výsledky statistického zpracování dat – celkový tvar a vzhled</i> .....	80
Příloha 3	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky hodnocena senzoricky</i> .	80
Příloha 4	<i>Výsledky statistického zpracování dat – celistvost povrchu</i> .....	81
Příloha 5	<i>Výsledky statistického zpracování dat – tloušťka kůrky</i> .....	81
Příloha 6	<i>Výsledky statistického zpracování dat – pórovitost</i> .....	82
Příloha 7	<i>Výsledky statistického zpracování dat – kyprost</i> .....	82
Příloha 8	<i>Výsledky statistického zpracování dat – vůně</i> .....	83
Příloha 9	<i>Výsledky statistického zpracování dat – chuť</i> .....	83
Příloha 10	<i>Výsledky statistického zpracování dat – celkový dojem</i> .....	84
Příloha 11	<i>Výsledky statistického zpracování dat – pevnost</i> .....	84
Příloha 12	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky (hodnota L*)</i> .....	85
Příloha 13	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky (hodnota a*)</i> .....	85
Příloha 14	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky (hodnota b*)</i> .....	86
Příloha 15	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva střídý (hodnota L*)</i> .....	86
Příloha 16	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva střídý (hodnota a*)</i> .....	87
Příloha 17	<i>Výsledky statistického zpracování dat – barva střídý (hodnota b*)</i> .....	88
Příloha 18	<i>Výsledky statistického zpracování dat – obsah tuku</i> .....	88
Příloha 19	<i>TIRATEST 27025</i> .....	89
Příloha 20	<i>Spektrofotometr Konica Minolta CM-3500d</i> .....	89
Příloha 21	<i>Extrakční přístroj s elektrickým vařičem VL-32 AVALIER</i> .....	90
Příloha 22	<i>Vakuová rotační odparka HB4 basic (KIKA Labortechnik)</i> .....	90
Příloha 23	<i>Koncentrátor LabEva (LABICOM)</i> .....	91

## **Příloha 1 Senzorický dotazník pro hodnocení smaženého jemného pečiva**

### **Senzorické hodnocení smaženého jemného pečiva**

Datum: .....

pohlaví: muž - žena

Čas: .....

zdravotní stav: .....

### **CELKOVÝ VÝROBEK**

#### **Tvar a vzhled**

Vzorek 1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____

pravidelně formovaný

nízký, plochý, nepravidelný tvar

### **KŮRKA**

#### **Barva povrchu**

Vzorek 1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____

zlatohnědá,

příliš tmavá (připálená)\*

bílý kroužek celistvý

světlá či bledá (nedopečená),

bez zřetelného bílého kroužku

#### **Celistvost povrchu (parcelace)**

Vzorek 1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____

celistvý

s trhlkami, puchýřovitý,

odlupující se

### Tloušťka kůrky (stejnomenost) – po rozříznutí a hodnocení na příčném řezu

Vzorek 1 \_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_  
4 \_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_  
6 \_\_\_\_\_  
7 \_\_\_\_\_  
8 \_\_\_\_\_

stejnomeně silná

nestejnomeně silná

### STRÍDA

#### Pórovitost

Vzorek 1 \_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_  
4 \_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_  
6 \_\_\_\_\_  
7 \_\_\_\_\_  
8 \_\_\_\_\_

stejnomená,  
tenké stěny pór

nerovnomená, velké dutiny,  
hrubé stěny pór

#### Kyprost

Vzorek 1 \_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_  
4 \_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_  
6 \_\_\_\_\_  
7 \_\_\_\_\_  
8 \_\_\_\_\_

kyprá (nadýchaná)

houževnatá, tuhá, drolivá

### VŮNĚ

Vzorek 1 \_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_  
4 \_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_  
6 \_\_\_\_\_  
7 \_\_\_\_\_  
8 \_\_\_\_\_

příjemná  
charakteristická

neurčitá, nepříjemná  
cizí pach\*\*

## CHUŤ

Vzorek 1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____

velmi dobrá, typicky jemná,  
příjemná, charakteristická

mdlá, fádňí,  
cizí příchut'<sup>\*\*</sup>

### POŘADÍ PODLE CELKOVÉHO DOJMU – od nejlepšího po nejhorší:

\* podtrhněte

\*\* identifikujte

### Příloha 2 Výsledky statistického zpracování dat – celkový tvar a vzhled

Proměnná	Leveneův test homogenity rozpylů (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
tvar a vzhled	<u>1977,51</u>	<u>7</u>	<u>282,502</u>	<u>8026,57</u>	<u>72</u>	<u>111,480</u>	<u>2,53410</u>	<u>0,02176</u>

#### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 tvar a vzhled: SW-W = 0,8482; p = 0,0553;      č.vzorku: 2 tvar a vzhled: SW-W = 0,9041; p = 0,2426  
 č.vzorku: 3 tvar a vzhled: SW-W = 0,9458; p = 0,6188;      č.vzorku: 4 tvar a vzhled: SW-W = 0,7535; p = 0,0039  
 č.vzorku: 5 tvar a vzhled: SW-W = 0,9519; p = 0,6914;      č.vzorku: 6 tvar a vzhled: SW-W = 0,7927; p = 0,0118  
 č.vzorku: 7 tvar a vzhled: SW-W = 0,9321; p = 0,4689;      č.vzorku: 8 tvar a vzhled: SW-W = 0,8741; p = 0,1114

Závislá: tvar a vzhled	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); tvar a vzhled (List1 v senam výsledky) Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku Kruskal-Wallisův test: $H(7, N=80) = 26,89368$ $p = ,0003$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	R:57,400	R:52,800	R:55,700	R:46,600	R:31,900	R:34,050	R:23,750	R:21,800
1		1,00000	1,00000	1,00000	0,39586	0,69018	<u>0,03370</u>	<u>0,01717</u>
2	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,14516	0,07992
3	1,00000	1,00000		1,00000	0,61634	1,00000	0,05906	<u>0,03097</u>
4	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,78109	0,47642
5	0,39586	1,00000	0,61634	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000
6	0,69018	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7	<u>0,03370</u>	0,14516	0,05906	0,78109	1,00000	1,00000		1,00000
8	<u>0,01717</u>	0,07992	<u>0,03097</u>	0,47642	1,00000	1,00000	1,00000	

### Příloha 3 Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky hodnocena senzoričky

Proměnná	Leveneův test homogenity rozpylů (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
barva povrchu	<u>3005,13</u>	<u>7</u>	<u>429,305</u>	<u>9523,75</u>	<u>72</u>	<u>132,274</u>	<u>3,24556</u>	<u>0,00475</u>



### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 barva povrchu: SW-W = 0,8025; p = 0,0155; č.vzorku: 2 barva povrchu: SW-W = 0,837; p = 0,0406  
č.vzorku: 3 barva povrchu: SW-W = 0,8915; p = 0,1762; č.vzorku: 4 barva povrchu: SW-W = 0,8816; p = 0,1362  
č.vzorku: 5 barva povrchu: SW-W = 0,8566; p = 0,0696; č.vzorku: 6 barva povrchu: SW-W = 0,9215; p = 0,3700  
č.vzorku: 7 barva povrchu: SW-W = 0,8943; p = 0,1895; č.vzorku: 8 barva povrchu: SW-W = 0,9103; p = 0,2829

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); barva povrchu (List1 v senam výsledky) Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 80) =34,25089 p =,0000							
Závislá:		1	2	3	4	5	6	7	8
barva povrchu		R:55,650	R:60,150	R:56,800	R:39,100	R:39,800	R:32,450	R:25,500	R:14,550
1			1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,71644	0,10409	0,00214
2		1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	0,21528	0,02395	0,00032
3		1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,53550	0,07270	0,00134
4		1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	0,50850
5		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,42313
6		0,71644	0,21528	0,53550	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7		0,10409	0,02395	0,07270	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000
8		0,00214	0,00032	0,00134	0,50850	0,42313	1,00000	1,00000	

### Příloha 4 Výsledky statistického zpracování dat – celistvost povrchu

		Leveneův test homogenity rozptylů (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
Proměnná		SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
celistvost povrchu		3551,987	7	507,4268	5112,692	72	71,0096	7,145889	0,000002

### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 celistvost: SW-W = 0,73; p = 0,0020; č.vzorku: 2 celistvost: SW-W = 0,8205; p = 0,0257  
č.vzorku: 3 celistvost: SW-W = 0,792; p = 0,0116; č.vzorku: 4 celistvost: SW-W = 0,8734; p = 0,1095  
č.vzorku: 5 celistvost: SW-W = 0,883; p = 0,1411; č.vzorku: 6 celistvost: SW-W = 0,8315; p = 0,0348  
č.vzorku: 7 celistvost: SW-W = 0,8747; p = 0,1133; č.vzorku: 8 celistvost: SW-W = 0,9387; p = 0,5381

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celistvost povrchu (List1 v senam výsledky) Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 80) =30,51176 p =,0001							
Závislá:		1	2	3	4	5	6	7	8
celistvost povrchu		R:63,850	R:44,100	R:57,700	R:46,100	R:35,300	R:31,650	R:19,700	R:25,600
1			1,00000	1,00000	1,00000	0,16828	0,05447	0,00060	0,00651
2		1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,52864	1,00000
3		1,00000	1,00000		1,00000	0,87156	0,34125	0,00715	0,05626
4		1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,31008	1,00000
5		0,16828	1,00000	0,87156	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000
6		0,05447	1,00000	0,34125	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7		0,00060	0,52864	0,00715	0,31008	1,00000	1,00000		1,00000
8		0,00651	1,00000	0,05626	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	

### Příloha 5 Výsledky statistického zpracování dat – tloušťka kůrky

		Leveneův test homogenity rozptylů (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
Proměnná		SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
tloušťka kůrky		510,579	7	72,9399	3974,10	72	55,1959	1,32147	0,25275

### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 tloušťka kůrky: SW-W = 0,8344; p = 0,0377; č.vzorku: 2 tloušťka kůrky: SW-W = 0,8491; p = 0,0567  
č.vzorku: 3 tloušťka kůrky: SW-W = 0,9777; p = 0,9515; č.vzorku: 4 tloušťka kůrky: SW-W = 0,9166; p = 0,3292  
č.vzorku: 5 tloušťka kůrky: SW-W = 0,8009; p = 0,0149; č.vzorku: 6 tloušťka kůrky: SW-W = 0,9357; p = 0,5059  
č.vzorku: 7 tloušťka kůrky: SW-W = 0,8134; p = 0,0211; č.vzorku: 8 tloušťka kůrky: SW-W = 0,7471; p = 0,0033

Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; tloušťka kůrky (List1 v senam výsledk)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku				
Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 80) =10,19990 p =,1775				
Závislá: tloušťka kůrky	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
1	1	10	575,0000	57,50000
2	2	10	486,5000	48,65000
3	3	10	403,5000	40,35000
4	4	10	322,5000	32,25000
5	5	10	363,5000	36,35000
6	6	10	375,5000	37,55000
7	7	10	408,5000	40,85000
8	8	10	305,0000	30,50000

### Příloha 6 Výsledky statistického zpracování dat – pórovitost

Leveneův test homogenity rozpylů (List1 v senam výsledky)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
pórovitost	1381,32	7	197,331	5730,75	72	79,5938	2,47922	0,02445

#### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 pórovitost: SW-W = 0,804; p = 0,0162; č.vzorku: 2 pórovitost: SW-W = 0,8894; p = 0,1670

č.vzorku: 3 pórovitost: SW-W = 0,7884; p = 0,0105; č.vzorku: 4 pórovitost: SW-W = 0,9308; p = 0,4555

č.vzorku: 5 pórovitost: SW-W = 0,914; p = 0,3093; č.vzorku: 6 pórovitost: SW-W = 0,9449; p = 0,6091

č.vzorku: 7 pórovitost: SW-W = 0,8966; p = 0,2010; č.vzorku: 8 pórovitost: SW-W = 0,8885; p = 0,1632

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); pórovitost (List1 v senam výsledky)								
Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku								
Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 80) =21,49958 p =,0031								
Závislá: pórovitost	1	2	3	4	5	6	7	8
	R:50,050	R:54,800	R:48,700	R:44,700	R:42,400	R:40,800	R:25,550	R:17,000
1		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,51513	0,04120
2	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,13675	0,00771
3	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	0,72538	0,06400
4	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	0,21528
5	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,40658
6	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	0,61634
7	0,51513	0,13675	0,72538	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000
8	0,04120	0,00771	0,06400	0,21528	0,40658	0,61634	1,00000	

### Příloha 7 Výsledky statistického zpracování dat – kyprost

Leveneův test homogenity rozpylů (List1 v senam výsledky)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
kyprost	4149,61	7	592,802	7655,46	72	106,325	5,57532	0,00003

#### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 kyprost: SW-W = 0,8978; p = 0,2075; č.vzorku: 2 kyprost: SW-W = 0,8432; p = 0,0482

č.vzorku: 3 kyprost: SW-W = 0,9479; p = 0,6432; č.vzorku: 4 kyprost: SW-W = 0,8866; p = 0,1554

č.vzorku: 5 kyprost: SW-W = 0,7883; p = 0,0105; č.vzorku: 6 kyprost: SW-W = 0,9307; p = 0,4551

č.vzorku: 7 kyprost: SW-W = 0,8954; p = 0,1946; č.vzorku: 8 kyprost: SW-W = 0,9422; p = 0,5772

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); kyprost (List1 v senam výsledky) Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku Kruskal-Wallisův test: H (7, N= 80) =31,56727 p =,0000								
Závislá:	1	2	3	4	5	6	7	8
kyprost	R:54,450	R:63,750	R:54,050	R:40,100	R:36,700	R:30,450	R:23,150	R:21,350
1		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,58579	0,07270	0,04052
2	1,00000		1,00000	0,64015	0,25883	0,03791	0,00261	0,00126
3	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,64826	0,08247	0,04625
4	1,00000	0,64015	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
5	1,00000	0,25883	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000
6	0,58579	0,03791	0,64826	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7	0,07270	0,00261	0,08247	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000
8	0,04052	0,00126	0,04625	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	

### Příloha 8 Výsledky statistického zpracování dat – vůně

Leveneův test homogenity rozptylů (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
vůně	916,895	7	130,985	4854,38	72	67,4220	1,94276	0,07511

#### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 vůně: SW-W = 0,8917; p = 0,1771; č.vzorku: 2 vůně: SW-W = 0,9549; p = 0,7265  
 č.vzorku: 3 vůně: SW-W = 0,9091; p = 0,2750; č.vzorku: 4 vůně: SW-W = 0,9516; p = 0,6878  
 č.vzorku: 5 vůně: SW-W = 0,8915; p = 0,1764; č.vzorku: 6 vůně: SW-W = 0,8836; p = 0,1436  
 č.vzorku: 7 vůně: SW-W = 0,8774; p = 0,1219; č.vzorku: 8 vůně: SW-W = 0,9164; p = 0,3277

Analýza rozptylu (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
vůně	2785,18	7	397,883	21289,3	72	295,684	1,34563	0,24183

### Příloha 9 Výsledky statistického zpracování dat – chuť

Leveneův test homogenity rozptylů (List1 v senam výsledky) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
chuť	1304,72	7	186,389	7242,93	72	100,596	1,85284	0,09022

#### Shapiro-Wilkův test normality

č.vzorku: 1 chuť: SW-W = 0,8716; p = 0,1044; č.vzorku: 2 chuť: SW-W = 0,9199; p = 0,3560  
 č.vzorku: 3 chuť: SW-W = 0,7972; p = 0,0134; č.vzorku: 4 chuť: SW-W = 0,914; p = 0,3094  
 č.vzorku: 5 chuť: SW-W = 0,8657; p = 0,0891; č.vzorku: 6 chuť: SW-W = 0,8927; p = 0,1817  
 č.vzorku: 7 chuť: SW-W = 0,9351; p = 0,4998; č.vzorku: 8 chuť: SW-W = 0,8905; p = 0,1716

Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; chuť (List1 v senam výsledky) Nezávislá (grupovací) proměnná : č.vzorku Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 80) =10,17128 p =,1791				
Závislá: chuť	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
1	1	10	457,5000	45,75000
2	2	10	515,0000	51,50000
3	3	10	531,0000	53,10000
4	4	10	378,0000	37,80000
5	5	10	389,5000	38,95000
6	6	10	344,0000	34,40000
7	7	10	278,5000	27,85000
8	8	10	346,5000	34,65000

### Příloha 10 Výsledky statistického zpracování dat – celkový dojem

Leveneův test homogenity rozptylů (List1 v celkový dojem) Označ. efekty jsou významné na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
celkový dojem	901,600	7	128,800	4338,40	72	60,2555	2,13756	0,05021

#### Shapiro-Wilkův test normality

č. vzorku: 1 celkový dojem: SW-W = 0,7779; p = 0,0078; č. vzorku: 2 celkový dojem: SW-W = 0,7618; p = 0,0050  
 č. vzorku: 3 celkový dojem: SW-W = 0,8781; p = 0,1240; č. vzorku: 4 celkový dojem: SW-W = 0,8729; p = 0,1080  
 č. vzorku: 5 celkový dojem: SW-W = 0,8318; p = 0,0352; č. vzorku: 6 celkový dojem: SW-W = 0,7745; p = 0,0071  
 č. vzorku: 7 celkový dojem: SW-W = 0,7005; p = 0,0009; č. vzorku: 8 celkový dojem: SW-W = 0,5004; p = 0,00000

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celkový dojem (List1 v celkový dojem) Nezávislá (grupovací) proměnná : č. vzorku Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 80) =58,27190 p =,0000								
Závislá: celkový dojem	1	2	3	4	5	6	7	8
	R:60,500	R:59,500	R:62,500	R:51,500	R:35,500	R:29,500	R:15,500	R:9,5000
1		1,00000	1,00000	1,00000	0,45205	0,07992	0,00041	0,00002
2	1,00000		1,00000	1,00000	0,58579	0,10898	0,00064	0,00004
3	1,00000	1,00000		1,00000	0,26249	0,04189	0,00017	0,00001
4	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	0,95939	0,01489	0,00148
5	0,45205	0,58579	0,26249	1,00000		1,00000	1,00000	0,34592
6	0,07992	0,10898	0,04189	0,95939	1,00000		1,00000	1,00000
7	0,00041	0,00064	0,00017	0,01489	1,00000	1,00000		1,00000
8	0,00002	0,00004	0,00001	0,00148	0,34592	1,00000	1,00000	

### Příloha 11 Výsledky statistického zpracování dat – pevnost

Leveneův test homogenity rozptylů (List1 v pevnost koblíhů) Označ. efekty jsou významné na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
F[N]	0,31181	7	0,04454	2,54201	56	0,04539	0,98132	0,45404

#### Shapiro-Wilkův test normality

č. vzorku: 1 F[N]: SW-W = 0,8527; p = 0,1016; č. vzorku: 2 F[N]: SW-W = 0,9098; p = 0,3526  
 č. vzorku: 3 F[N]: SW-W = 0,9264; p = 0,4838; č. vzorku: 4 F[N]: SW-W = 0,8976; p = 0,2746  
 č. vzorku: 5 F[N]: SW-W = 0,912; p = 0,3686; č. vzorku: 6 F[N]: SW-W = 0,9578; p = 0,7887  
 č. vzorku: 7 F[N]: SW-W = 0,8305; p = 0,0601; č. vzorku: 8 F[N]: SW-W = 0,7954; p = 0,0256

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); F[N] (List1 v pevnost koblíhů) Nezávislá (grupovací) proměnná : č. vzorku Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 64 )=52,02355 p =,0000								
Závislá: F[N]	1	2	3	4	5	6	7	8
	R:10,563	R:18,188	R:13,500	R:26,313	R:37,938	R:43,500	R:53,375	R:56,625
1		1,00000	1,00000	1,00000	0,091737	0,011286	0,000119	0,000027
2	1,00000		1,00000	1,00000	0,948656	0,183344	0,004396	0,001027
3	1,00000	1,00000		1,00000	0,242617	0,035580	0,000516	0,000107
4	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,102183	0,031629
5	0,091737	0,948656	0,242617	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000
6	0,011286	0,183344	0,035580	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7	0,000119	0,004396	0,000516	0,102183	1,00000	1,00000		1,00000
8	0,000027	0,001027	0,000107	0,031629	1,00000	1,00000	1,00000	

### Příloha 12 Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky (hodnota L\*)

Leveneův test homogenity rozptylů (barva koblíhů) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
L*	80,9245	7	11,5606	376,085	56	6,71581	1,72140	0,12261

#### Shapiro-Wilkův test normality

č. vzorku: 1 L\*: SW-W = 0,8986; p = 0,2808; č. vzorku: 2 L\*: SW-W = 0,8104; p = 0,0369  
 č. vzorku: 3 L\*: SW-W = 0,8669; p = 0,1405; č. vzorku: 4 L\*: SW-W = 0,905; p = 0,3205  
 č. vzorku: 5 L\*: SW-W = 0,8742; p = 0,1657; č. vzorku: 6 L\*: SW-W = 0,8902; p = 0,2351  
 č. vzorku: 7 L\*: SW-W = 0,8839; p = 0,2052; č. vzorku: 8 L\*: SW-W = 0,9301; p = 0,5167

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); L* (barva koblíhů) Nezávislá (grupovací) proměnná : č. vzorku Kruskal-Wallisův test: H ( 7, N= 64 )=28,24318 p =,0002								
Závislá L*	1	2	3	4	5	6	7	8
	R:10,375	R:18,000	R:24,875	R:40,688	R:35,250	R:44,688	R:39,938	R:46,188
1		1,00000	1,00000	0,031629	0,21112	0,00638	0,04187	0,00335
2	1,00000		1,00000	0,41463	1,00000	0,11613	0,51659	0,06897
3	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	0,93296	1,00000	0,61768
4	0,031629	0,41463	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
5	0,21112	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000
6	0,00638	0,11613	0,93296	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7	0,04187	0,51659	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000
8	0,00335	0,06897	0,61768	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	

### Příloha 13 Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky (hodnota a\*)

Leveneův test homogenity rozptylů (barva koblíhů) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
a*	14,4231	7	2,06044	84,3341	56	1,50596	1,36819	0,23686

#### Shapiro-Wilkův test normality

č. vzorku: 1 a\*: SW-W = 0,8822; p = 0,1977; č. vzorku: 2 a\*: SW-W = 0,8937; p = 0,2533  
 č. vzorku: 3 a\*: SW-W = 0,9016; p = 0,2986; č. vzorku: 4 a\*: SW-W = 0,9275; p = 0,4936  
 č. vzorku: 5 a\*: SW-W = 0,9561; p = 0,7721; č. vzorku: 6 a\*: SW-W = 0,9085; p = 0,3436  
 č. vzorku: 7 a\*: SW-W = 0,8881; p = 0,2247; č. vzorku: 8 a\*: SW-W = 0,9779; p = 0,9518

Analýza rozptylu (barva koblíhů) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
a*	187,491	7	26,7845	240,226	56	4,28974	6,24385	0,00002

Tukeyův HSD test; proměnná: a* (barva koblíhů) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$								
č. vzorku	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=19,362	M=18,778	M=17,326	M=15,095	M=16,733	M=15,186	M=15,866	M=14,208
1 {1}		0,99918	0,51314	0,00306	0,20077	0,00401	0,02742	0,00028
2 {2}	0,99918		0,85285	0,01661	0,50762	0,02130	0,11287	0,00125
3 {3}	0,51314	0,85285		0,39438	0,99910	0,44863	0,84896	0,07046
4 {4}	0,00306	0,01661	0,39438		0,75924	1,00000	0,99516	0,98867
5 {5}	0,20077	0,50762	0,99910	0,75924		0,80784	0,99019	0,24388
6 {6}	0,00401	0,02130	0,44863	1,00000	0,80784		0,99780	0,98004
7 {7}	0,02742	0,11287	0,84896	0,99516	0,99019	0,99780		0,74727
8 {8}	0,00028	0,00125	0,07046	0,98867	0,24388	0,98004	0,74727	

#### Příloha 14 Výsledky statistického zpracování dat – barva kůrky (hodnota b\*)

Leveneův test homogenity rozptylů (barva koblíhů) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
b*	52,7371	7	7,53388	125,335	56	2,23812	3,36615	0,00457

#### Shapiro-Wilkův test normality

č. vzorku: 1 b\*: SW-W = 0,9441; p = 0,6520; č. vzorku: 2 b\*: SW-W = 0,6409; p = 0,0005  
 č. vzorku: 3 b\*: SW-W = 0,769; p = 0,0132; č. vzorku: 4 b\*: SW-W = 0,7863; p = 0,0204  
 č. vzorku: 5 b\*: SW-W = 0,9021; p = 0,3017; č. vzorku: 6 b\*: SW-W = 0,8964; p = 0,2678  
 č. vzorku: 7 b\*: SW-W = 0,8634; p = 0,1299; č. vzorku: 8 b\*: SW-W = 0,9397; p = 0,6077

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); b* (barva koblíhů) Nezávislá (grupovací) proměnná : č. vzorku Kruskal-Wallisův test: $H(7, N=64) = 17,79696$ $p = ,0129$								
Závislá: b*	1	2	3	4	5	6	7	8
	R:11,875	R:32,188	R:26,563	R:35,938	R:39,625	R:39,938	R:45,688	R:28,188
1		0,81524	1,00000	0,27287	0,08049	0,07209	0,00787	1,00000
2	0,81524		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
3	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
4	0,27287	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
5	0,08049	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000	1,00000
6	0,07209	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000	1,00000
7	0,00787	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000		1,00000
8	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	

#### Příloha 15 Výsledky statistického zpracování dat – barva střídy (hodnota L\*)

Leveneův test homogenity rozptylů (barva koblíhů) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
L*(D65)	5,05873	7	0,72267	26,5510	56	0,47412	1,52423	0,17804

**Shapiro-Wilkův test normality**

Data Name: 1 L\*(D65): SW-W = 0,9739; p = 0,9265; Data Name: 2 L\*(D65): SW-W = 0,8912; p = 0,2403  
 Data Name: 3 L\*(D65): SW-W = 0,9101; p = 0,3545; Data Name: 4 L\*(D65): SW-W = 0,8423; p = 0,0796  
 Data Name: 5 L\*(D65): SW-W = 0,9605; p = 0,8145; Data Name: 6 L\*(D65): SW-W = 0,9462; p = 0,6725  
 Data Name: 7 L\*(D65): SW-W = 0,9614; p = 0,8237; Data Name: 8 L\*(D65): SW-W = 0,9462; p = 0,6727

Analýza rozptylu (barva koblihů)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
L*(D65)	99,2622	7	14,1803	78,5836	56	1,40327	10,1051	0,00000

Tukeyův HSD test; proměn.:L*(D65) (barva koblihů)								
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000								
Data Name	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=75,489	M=76,355	M=77,536	M=77,359	M=78,809	M=79,189	M=79,155	M=77,639
1 {1}		0,82353	0,02196	0,04894	0,00014	0,00013	0,00013	0,01342
2 {2}	0,82353		0,49485	0,69057	0,00286	0,00043	0,00050	0,38674
3 {3}	0,02196	0,49485		0,99998	0,39809	0,11838	0,13425	1,00000
4 {4}	0,04894	0,69057	0,99998		0,23944	0,05808	0,06691	0,99975
5 {5}	0,00014	0,00286	0,39809	0,23944		0,99813	0,99898	0,50721
6 {6}	0,00013	0,00043	0,11838	0,05808	0,99813		1,00000	0,17172
7 {7}	0,00013	0,00050	0,13425	0,06691	0,99898	1,00000		0,19277
8 {8}	0,01342	0,38674	1,00000	0,99975	0,50721	0,17172	0,19277	

**Příloha 16 Výsledky statistického zpracování dat – barva střídy (hodnota a\*)**

Leveneův test homogenity rozptylů (barva koblihů)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
a*(D65)	0,37325	7	0,05332	1,85299	56	0,03308	1,61144	0,15118

**Shapiro-Wilkův test normality**

Data Name: 1 a\*(D65): SW-W = 0,9436; p = 0,6465; Data Name: 2 a\*(D65): SW-W = 0,916; p = 0,3986  
 Data Name: 3 a\*(D65): SW-W = 0,9293; p = 0,5101; Data Name: 4 a\*(D65): SW-W = 0,9587; p = 0,7976  
 Data Name: 5 a\*(D65): SW-W = 0,9446; p = 0,6565; Data Name: 6 a\*(D65): SW-W = 0,9324; p = 0,5378  
 Data Name: 7 a\*(D65): SW-W = 0,9697; p = 0,8955; Data Name: 8 a\*(D65): SW-W = 0,8915; p = 0,2415

Analýza rozptylu (barva koblihů)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
a*(D65)	3,31980	7	0,47425	5,07390	56	0,09060	5,23431	0,00012

Tukeyův HSD test; proměn.:a*(D65) (barva koblihů)								
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000								
Data Name	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=2,6188	M=2,4313	M=2,3788	M=2,3675	M=2,0025	M=1,8900	M=2,0938	M=2,2275
1 {1}		0,91428	0,75144	0,70636	0,00332	0,00037	0,02012	0,17793
2 {2}	0,91428		0,99996	0,99988	0,10364	0,01481	0,34335	0,87372
3 {3}	0,75144	0,99996		1,00000	0,21694	0,03871	0,56096	0,97185
4 {4}	0,70636	0,99988	1,00000		0,24985	0,04703	0,61032	0,98178
5 {5}	0,00332	0,10364	0,21694	0,24985		0,99505	0,99870	0,80686
6 {6}	0,00037	0,01481	0,03871	0,04703	0,99505		0,87372	0,34335
7 {7}	0,02012	0,34335	0,56096	0,61032	0,99870	0,87372		0,98599
8 {8}	0,17793	0,87372	0,97185	0,98178	0,80686	0,34335	0,98599	

**Příloha 17 Výsledky statistického zpracování dat – barva střídy (hodnota b\*)**

Leveneův test homogenity rozptylů (barva koblihů)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
b*(D65)	1,18211	7	0,16887	8,66272	56	0,15469	1,09168	0,38108

**Shapiro-Wilkův test normality**

Data Name: 1 b\*(D65): SW-W = 0,8672; p = 0,1413; Data Name: 2 b\*(D65): SW-W = 0,9452; p = 0,6632  
 Data Name: 3 b\*(D65): SW-W = 0,8827; p = 0,2000; Data Name: 4 b\*(D65): SW-W = 0,9596; p = 0,8067  
 Data Name: 5 b\*(D65): SW-W = 0,9828; p = 0,9754; Data Name: 6 b\*(D65): SW-W = 0,9386; p = 0,5972  
 Data Name: 7 b\*(D65): SW-W = 0,9821; p = 0,9727; Data Name: 8 b\*(D65): SW-W = 0,9666; p = 0,8701

Analýza rozptylu (barva koblihů)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
b*(D65)	50,2813	7	7,18305	24,9405	56	0,44536	16,1284	0,00000

Tukeyův HSD test; proměn.:b*(D65) (barva koblihů)								
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000								
Data Name	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=25,700	M=25,561	M=25,275	M=24,961	M=23,419	M=23,819	M=23,407	M=24,195
1 {1}		0,99989	0,90472	0,35951	0,00013	0,00014	0,00013	0,00093
2 {2}	0,99989		0,98860	0,62395	0,00013	0,00019	0,00013	0,00332
3 {3}	0,90472	0,98860		0,98062	0,00014	0,00145	0,00014	0,03982
4 {4}	0,35951	0,62395	0,98062		0,00067	0,02405	0,00061	0,31392
5 {5}	0,00013	0,00013	0,00014	0,00067		0,92899	1,00000	0,29820
6 {6}	0,00014	0,00019	0,00145	0,02405	0,92899		0,91863	0,94792
7 {7}	0,00013	0,00013	0,00014	0,00061	1,00000	0,91863		0,28110
8 {8}	0,00093	0,00332	0,03982	0,31392	0,29820	0,94792	0,28110	

**Příloha 18 Výsledky statistického zpracování dat – obsah tuku**

Leveneův test homogenity rozptylů (tuk)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
tuk v koblihách [%]	0,21401	7	0,03057	1,69897	16	0,10618	0,28791	0,94922

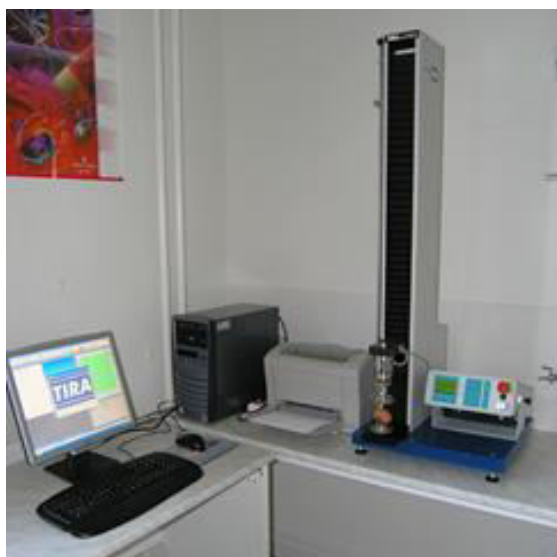
**Shapiro-Wilkův test normality**

č. vzorku: 1 tuk [%]: SW-W = 0,8702; p = 0,2962; č. vzorku: 2 tuk [%]: SW-W = 0,7867; p = 0,0832  
 č. vzorku: 3 tuk [%]: SW-W = 0,9478; p = 0,5597; č. vzorku: 4 tuk [%]: SW-W = 0,987; p = 0,7814  
 č. vzorku: 5 tuk [%]: SW-W = 0,9989; p = 0,9364; č. vzorku: 6 tuk [%]: SW-W = 0,9383; p = 0,5207  
 č. vzorku: 7 tuk [%]: SW-W = 0,9994; p = 0,9537; č. vzorku: 8 tuk [%]: SW-W = 0,945; p = 0,5479

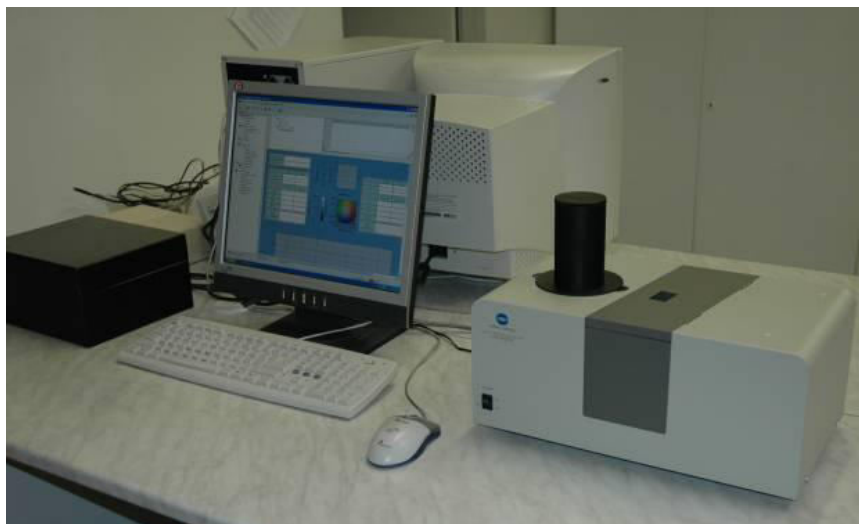
Analýza rozptylu (tuk)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
tuk v koblihách [%]	150,698	7	21,5283	8,20921	16	0,51307	41,9593	0,00000



Tukeyův HSD test; proměnn.: tuk v koblích [%] (tuk)								
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000								
č. vzorku	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=29,734	M=29,007	M=28,823	M=26,907	M=25,114	M=24,433	M=24,005	M=22,529
1 {1}		0,906664	0,767362	0,003635	0,000181	0,000175	0,000175	0,000175
2 {2}	0,906664		0,999978	0,039362	0,000271	0,000183	0,000176	0,000175
3 {3}	0,767362	0,999978		0,070678	0,000356	0,000190	0,000178	0,000175
4 {4}	0,003635	0,039362	0,070678		0,103079	0,011514	0,002863	0,000191
5 {5}	0,000181	0,000271	0,000356	0,103079		0,931116	0,571411	0,007984
6 {6}	0,000175	0,000183	0,000190	0,011514	0,931116		0,994470	0,073361
7 {7}	0,000175	0,000176	0,000178	0,002863	0,571411	0,994470		0,253385
8 {8}	0,000175	0,000175	0,000175	0,000191	0,007984	0,073361	0,253385	



**Příloha 19 TIRATEST 27025**



**Příloha 20 Spektrofotometr Konica Minolta CM-3500d**



**Příloha 21** *Extrakční přístroj s elektrickým vaříčem VL-32 AVALIER (foto Šindelářová)*



**Příloha 22** *Vakuová rotační odparka HB4 basic (KIKA Labortechnik) (foto Šindelářová)*



**Příloha 23 Koncentrátor LabEva (LABICOM) (foto Šindelářová)**