

# **Vliv vybraných faktorů na kvalitu bramborových hranolek - inovace laboratorních cvičení**

Bc. Eliška Sýkorová

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Eliška Sýkorová**

Osobní číslo: **T14765**

Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie potravin**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vliv vybraných faktorů na kvalitu bramborových hranolek -  
inovace laboratorních cvičení**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Charakteristika brambor a smažených bramborových výrobků.
2. Technologické postupy výroby bramborových hranolek.
3. Faktory ovlivňující kvalitu bramborových hranolek.

### II. Praktická část

1. Optimalizace postupu laboratorní výroby bramborových hranolek.
2. Monitoring vybraných faktorů ovlivňující kvalitu výrobků.
3. Vyhodnocení získaných výsledků a formulace závěrů.
4. Sestavení konečné verze postupu jednotlivých úloh.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] YANG, Y., ACHAERANDIO, I., PUJOLÁ, M. Influence of the frying process and potato cultivar on acrylamide formation in French fries, *Food Control*, Volume 62, April 2016, Pages 216–223, ISSN 0956-7135, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.028>.
- [2] QUAN, X., ZHANG, M., FANG, Z., LIU, H., SHEN, Q., GAO, Z. Low oil French fries produced by combined pre-frying and pulsed-spouted microwave vacuum drying method, *Food and Bioprocess Technology*, Volume 99, July 2016, Pages 109–115, ISSN 0960-3085, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2016.04.008>.
- [3] TRONCOSO, E., PEDRESCHI, F., ZÚNIGA, R., N. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying, *LWT – Food Science and Technology*, Volume 42, Issue 1, 2009, Pages 187–195, ISSN 0023-6438, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.013>.
- [4] PURWAR, A., PAWAR, P. Optimization of Hydrocolloids Concentration on Fat Reduction in French Fries. *American Journal of Engineering Research*. 2015, vol. 4, no. 2 s. 27–32. ISSN:2320-0847.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Richardos Nikolaos Salek**  
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **3. února 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*děkan*



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 25.4.2017

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce bylo zkoumání vlivu vybraných parametrů na kvalitu hranolek a vytvoření návodu pro cvičení z Technologie potravin rostlinného původu. Za zkoumané parametry, které se měnily, bylo zvoleno blanširování, kdy byla použita teplota 70, 75 a 80 ± 1 °C po dobu 5 minut. Dalším zkoumaným faktorem bylo smažení, kde byly vzorky vystaveny teplotě 175 ± 2 °C po dobu 3, 4 nebo 5 minut. Tímto způsobem bylo vytvořeno 9 vzorků a k tomu 3 kontrolní vzorky, které nebyly blanširované. Všechny tyto vzorky byly smažené ve fritovacím hrnci. Další 4 vzorky, kde se měnila jen teplota blanširování, byly smaženy na pánvi při teplotě 175 ± 2 °C po dobu 5 minut.

U všech připravených vzorků byla provedena fyzikální analýza (změny hmotnosti, objemu, vlhkosti), texturní analýza (tvrdost, kohezivnost, relativní lepivost, gumovitost) a počítačová analýza vytvořených fotografií jednotlivých vzorků, kde byla určena barevnost vzorků. Ve většině parametrů byl potvrzen významný vliv blanširování na kvalitu hranolek.

Klíčová slova: bramborové hranolky, blanširování, smažení, návody do cvičení.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis was to investigate the effect of selected parameters influencing the quality of French-fries. Moreover, a secondary aim was the development of a laboratory manual for the course of Food technology of plant origin. Among the evaluated parameters was blanching process, during which were applied temperatures of 70, 75 and 80 ± 1 °C for a period of 5 minutes. Additionally, another evaluated factor was frying (175 ± 2 °C) for a period of 3, 4, and 5 minutes. Hence, were examined 9 samples in comparison with 3 control samples; the latter were not exposed onto blanching process. These samples were fried in an oil bath. Also other 4 samples in which the blanching temperature was changed were pan-fried (175 ± 2 °C, for 5 minutes). All the samples were analyzed in terms of physical analysis (weight, volume and moisture changes), texture profile analysis (hardness,

cohesiveness, relative adhesiveness, gumminess) and computer vision analysis (color evaluation). On the whole, the quality of all examined samples was significantly affected by the blanching and frying processes.

Keywords: French Fries, Blanching, Frying, Instructions for Exercise

Tímto bych ráda poděkovala panu Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi PhD. za odborné vedení, trpělivost, cenné rady a veškerou pomoc a podporu při tvorbě této práce. Dále děkuji za trpělivost a podporu celé rodině, pro kterou bylo období mého studia často velmi složité a stresující. Velký dík patří mé sestře Ing. Kateřině Bartošové, která provedla korekci práce.

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



## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I</b> <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1</b> <b>LILEK BRAMBOR</b> .....	<b>13</b>
1.1    PĚSTOVÁNÍ.....	15
1.2    SKLIZEŇ A POSKLIZŇOVÁ ÚPRAVA .....	17
1.2.1    Faktory ovlivňující skladovatelnost brambor.....	19
1.3    VADY U KONZUMNÍCH BRAMBOR .....	19
1.4    CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOROVÉ HLÍZY .....	20
1.4.1    Sacharidy.....	21
1.4.2    Dusíkaté látky.....	22
1.4.3    Vitamíny.....	23
1.4.4    Minerální látky .....	23
1.4.5    Glykoalkaloidy .....	23
1.5    NUTRIČNÍ HODNOTA BRAMBOR A BRAMBOROVÝCH VÝROBKŮ.....	24
1.6    VÝROBKY Z BRAMBOR .....	25
1.6.1    Změny v hlíze při technologických úpravách brambor.....	26
<b>2</b> <b>BRAMBOROVÉ HRANOLKY A JEJICH VÝROBA</b> .....	<b>28</b>
2.1    FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU HRANOLEK.....	28
2.1.1    Brambory pro výrobu hranolek.....	28
2.1.2    Blanšírování .....	29
2.1.3    Smažení .....	29
2.2    TECHNOLOGIE VÝROBY HRANOLEK.....	30
<b>II</b> <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>3</b> <b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>36</b>
<b>4</b> <b>MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>37</b>
4.1    OPTIMALIZACE POSTUPU VÝROBY BRAMBOROVÝCH HRANOLEK.....	37
4.2    ANALÝZY VZORKŮ .....	38
4.2.1    Vlhkost .....	38
4.2.2    Specifická hmotnost.....	38
4.2.3    Hmotnostní a objemové změny.....	39
4.2.4    Texturní profilová analýza .....	40
4.2.5    Počítačová analýza obrazu .....	41
4.3    STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DAT .....	42
<b>5</b> <b>VÝSLEDKY A DISKUSE</b> .....	<b>43</b>
5.1    BRAMBOROVÉ HRANOLKY SMAŽENÉ VE FRITOVACÍM HRNCI.....	43
Vlhkost .....	43
Hmotnostní a objemové změny .....	44
Texturní profilová analýza .....	45
Tvrdost.....	45
Lepivost .....	48
Kohezivnost .....	48
Počítačová analýza obrazu .....	50

5.2	SROVNÁNÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ PŘI SMAŽENÍ VE FRITOVACÍM HRNCI A NA PÁNVI.....	51
	Vlhkost .....	51
	Hmotnostní a objemové změny .....	52
	Počítačová analýza barevnosti.....	56
<b>6</b>	<b>SESTAVENÍ KONEČNÉ VERZE POSTUPU LABORATORNÍCH ÚLOH .....</b>	<b>58</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>77</b>

## ÚVOD

Bramborové hranolky jsou jednou z nejoblíbenějších příloh na světě, ale konzumují se i samotné s různými dresinky. Jejich historie je opředená mnoha příběhy. Jisté je, že vznikly v Evropě zhruba v 18. století. Jedná se tedy o smažené nebo pečené hranolky nařezané z brambor, kterým se také říká „*Pommes frites*“ nebo anglicky „*French fries*“ [47].

Při jejich výrobě je několik faktorů, které zásadně ovlivňují výslednou kvalitu hranolek. Mezi takové faktory patří i blanšírování a smažení. Blanšírování probíhá ve vodní lázni o teplotě mezi 65 – 95 °C po dobu několika minut (maximálně 20 minut). Pokud by neproběhlo blanšírování před prvním smažením, docházelo by k nežádoucímu vyššímu hnědnutí hranolek. Během blanšírování dochází k mazovatění škrobu na povrchu hranolek, což jednak sníží spotřebu tuku, zkrátí dobu smažení, ale zároveň i zlepší konzistenci konečného produktu [48, 51, 54, 57]. Smažení je další nezbytná tepelná úprava, kdy surovinu vkládáme do tuku rozehřátého na vysoké teploty. Optimální teplota pro smažení je v rozmezí 160 – 180 °C. Při nižších teplotách by hrozilo, že se výrobek bude spíše vařit, než smažit. [48, 56]

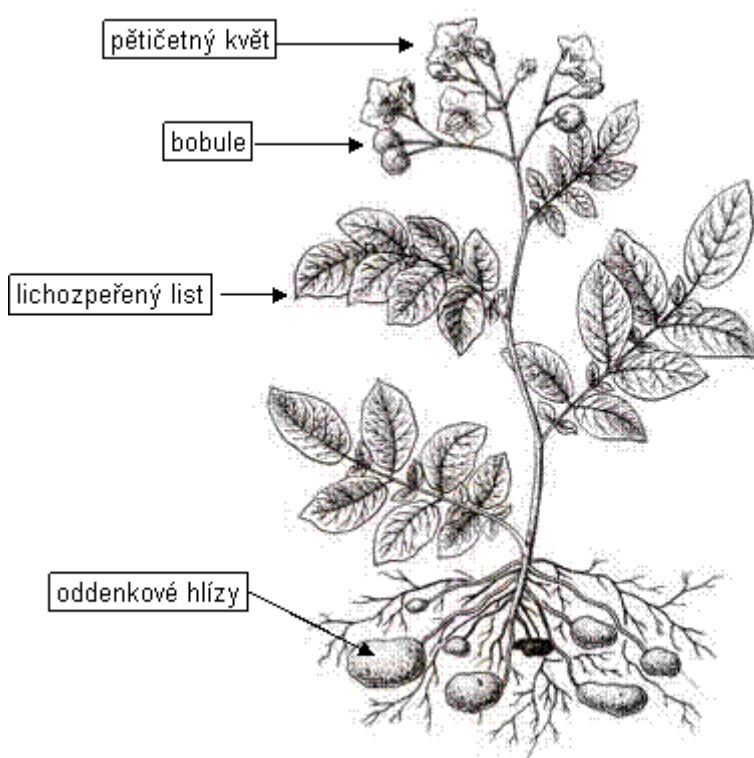
Teoretická část měla za cíl v první kapitole zpracování literární rešerše, zaměřené na charakteristiku brambor a bramborových výrobků. Druhá kapitola obsahuje popis technologického postupu průmyslové výroby před smažených bramborových hranolek a faktory, které ovlivňují jejich konečnou kvalitu.

Hlavním cílem této práce bylo sledování vybraných faktorů ovlivňujících kvalitu bramborových hranolek. Z faktorů, které kvalitu ovlivňují, bylo vybráno blanšírování a smažení, které patří v technologickém postupu k základním operacím. Dalším cílem této práce bylo vytvoření návodů pro laboratorní cvičení z Technologie potravin rostlinného původu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 LILEK BRAMBOR

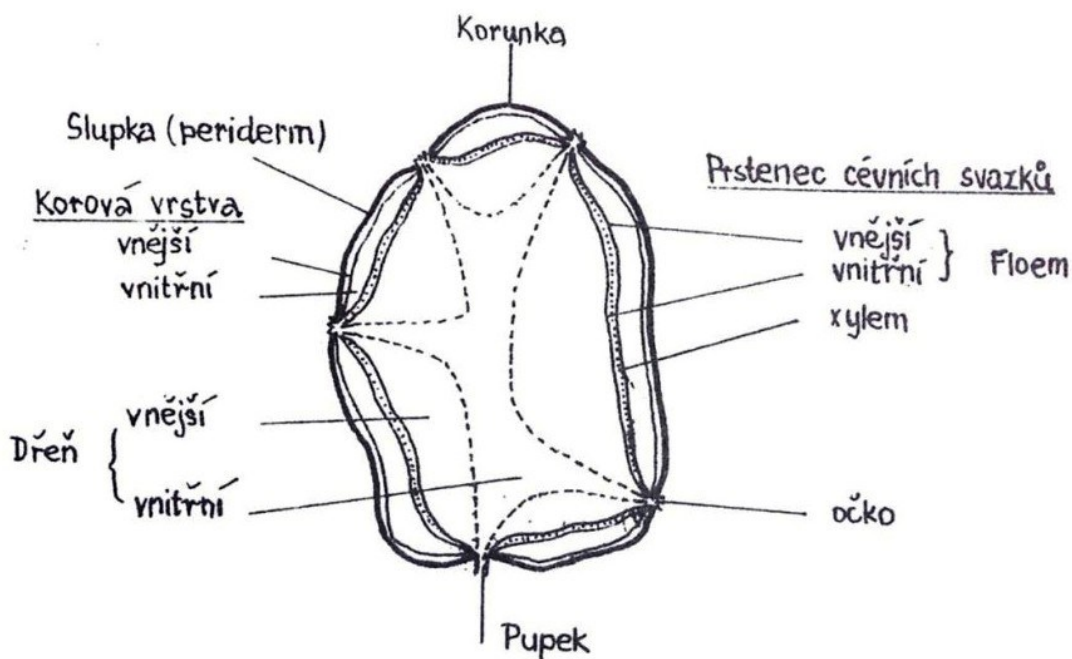
Lilek brambor (*Solanum tuberosum*) patří do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*). Rod *Solanum* má přes 400 různých druhů, rostoucích převážně v subtropických a tropických částech světa. Lilek brambor, který se rovněž nazývá brambor obecný nebo brambor hlíznatý je víceletá hlíznatá rostlina pěstovaná právě pro své jedlé hlízy. Mimo hlízy je zbytek rostliny jedovatý, protože obsahuje solanin a chakonin, příbuzné glykoalkaloidy, které slouží jako obranný mechanismus rostliny. V následujícím obrázku je popsána stavba rostliny [1, 7, 9, 19, 26, 27].



**Obr. 1 Lilek brambor - anatomická stavba [7]**

Brambory patří k nejdůležitějším základním potravinám a jen těžko si lze náš jídelníček bez nich představit. Sledujeme u nich vnější a vnitřní kvalitu. Vnější kvalitu udává velikost a tvar hlíz, jemnost slupky, hloubka oček, mechanické poškození a choroby hlízy. Vnitřní kvalita je dána zpracovatelskou a nutriční hodnotou. Zpracovatelská hodnota bramborových hlíz je závislá na chemickém složení a současně i na fyzikálně-chemických projevech sloučenin obsažených v hlíze. Nutriční hodnota brambor bývá vysoká a je dána kombinací nutričně významných látek (polysacharidy, bílkoviny, vitamíny a minerální látky – draslík) a jejich dobrou stravitelností [2, 4, 9].

Bramborová hlíza je zkrácený metamorfovaný stonk (oddenek) v němž rostlina ukládá zásobní látky. Na hlíze je část pupková, která souvisí se stolonem a na protější straně hlízy je část korunková. Jak je patrné v následujícím obrázku, bramborovou hlízu můžeme rozdělit do několika navzájem odlišných zón [1, 9, 46].



**Obr. 2: Anatomická stavba bramborové hlízy [46]**

Z hlediska spotřebitele jsou u nás brambory členěny na konzumní, sadbové a brambory pro zpracování na škrob [13].

V následující tabulce je uveden další běžně používaný způsob dělení dle délky vegetační doby.

**Tab. 1: Rozdělení brambor podle délky vegetační doby [16]**

Označení brambor	Délka vegetační doby
Velmi rané (VR)	90–100 dní
Rané (R)	100–110 dní
Polorané (PR)	110–120 dní
Polopozdní (PP) až pozdní	nad 120 dní

Ze spotřebitelského hlediska dělíme konzumní brambory na nové, rané a konzumní ostatní. Brambory nové mohou být obchodovány od 1.1 do 15.5. roku sklizně a vyznačují se pevnou, neloupající se slupkou. V ČR se nepěstují, nejedná se o typické rané brambory a dovoz je určen především pro zpestření nabídky na trhu. Do ČR jsou dováženy převážně z Egypta, Izraele a Maroka. Brambory rané jsou sklizeny v rozmezí od 16.5. do 30.6. před ukončením vegetace a mají nedozrálou, loupající se slupku. Jejich obchodování se přípouští ještě v průběhu července. Pro porosty určené k produkci raných brambor je rozhodující schopnost rychlého počátečního růstu a vývoje porostu. Brambory konzumní ostatní jsou označovány všechny, které jsou sklizeny od 1.7. a jsou určené pro letní, podzimní a zimní konzum, resp. pro dlouhodobé skladování. Využívají se i pro zpracování na výrobky a polotovary. Brambory konzumní ostatní jsou na trh dodávány především ve slupce, dále oloupané a po zpracování (lupínky, hranolky, kaše a další) [17].

Dle varného typu jsou brambory děleny na A, AB, B, BC, C a D, který není vhodný pro konzumní účely. Typ A má velmi pevnou konzistenci, jemnou až středně hrubou strukturu, velmi slabou moučnatost, střední vlhkost a je vhodný do salátů i jako příloha. Typ AB se vyznačuje pevnou konzistencí, jemnou až středně hrubou strukturou, velmi slabou moučnatostí, slabou až střední vlhkostí a používá se do salátu nebo jako přílohové brambory. Typ B je středně pevná konzistence, jemná až středně hrubá struktura, slabá moučnatost, slabá až střední vlhkost a použití jako příloha, do polévek, příprava hranolek a lupínků. Pro typ BC je typická kyprá konzistence, jemná až středně hrubá struktura, střední moučnatost, slabá až střední vlhkost, použitelné jako příloha, do polévek, pro přípravu těst a kaší, hranolků a lupínků. Typ C má také kyprou konzistenci, jemnou až hrubou strukturu, silnou moučnatost, slabou až střední vlhkost a je vhodný především pro přípravu těst a kaší [18].

## 1.1 Pěstování

Brambory patří k nejpěstovanějším plodinám na světě. Jsou zemědělskými plodinami s vysokou výnosovou schopností a příznivým působením v osevním postupu [15].

Po rekordním roce 2014 byla sklizeň v evropské osmadvacítce přibližně 60 mil. tun. Za rok 2015 byla očekávána nižší sklizeň brambor, zejména z důvodu horších klimatických podmínek, resp. dlouhotrvajícího sucha. Sklizeň má dosáhnout 52 mil. tun, o 8 mil. méně než v roce 2014. Předpokládá se, že osázené plochy poklesnou o 4 % na celkových 1,65 mil. ha. V EU 15 je pokles nižší (o 2,8 %) a produkce má dosáhnout 42 mil. tun [14].

Z výsledků přesných polních pokusů a následného hodnocení vyplynul seznam doporučených odrůd k pěstování konzumních brambor pro rok 2015, který je uveden v následující tabulce.

**Tab. 2: Seznam doporučených odrůd pro pěstování v roce 2015 [14]**

Odrůdy doporučené pro produkci brambor raných při závlaze	velmi rané	<i>Flavia, Liliana, Magda, Monika, Primarosa, Saline, Suzan, Velox</i>
Odrůdy doporučené pro produkci brambor konzumních ostatních	velmi rané	<i>Flavia, Marketa, Monika, Primarosa, Rosara, Saline, Susan, Velox</i>
	rané	<i>Alice, Barbora, Bohemia, Dagmar, Dali, Jitka, Julinka, Ramos, Secura, Valy, Vendula</i>
	polorané	<i>Bella, Granola, Janet, Linda, Red Anna, Satina, Victoria, Vlasta</i>
	polopozdní až pozdní	<i>Lydia, Mozart</i>
Odrůdy doporučené pro loupání za syrova	velmi rané	<i>Flavia, Marketa, Monika, Primarosa, Rosara, Saline, Susan, Velox</i>
	rané	<i>Alice, Bohemia, Dagmar, Jitka, Julinka, Ramos, Secura, Vendula</i>
	polorané	<i>Red Anna, Vlasta</i>
	polopozdní až pozdní	<i>Lydia, Mozart</i>
Odrůdy doporučené pro dlouhodobé skladování	rané	<i>Alice, Dali, Ramos</i>
	polorané	<i>Bella, Granola, Linda, Victoria</i>
	polopozdní až pozdní	<i>Lydia</i>
Odrůdy doporučené pro mytí	velmi rané	<i>Marketa, Saline</i>
	rané	<i>Dali, Julinka, Valy</i>
Odrůda doporučená pro výrobu lupínků	rané	<i>Bernard</i>
	polorané	<i>Opal, Priamos, Verdi</i> (u odrůd <i>Opal</i> a <i>Verdi</i> je kvalita lupínků udržitelná i při skladování ve 4°C)
	polopozdní až pozdní	<i>Ornella</i> (kvalita lupínků je udržitelná i při skladování ve 4 °C)



Odrůdy doporučené pro výrobu hranolků	rané	<i>Ramos</i>
	polorané	<i>Innovator, Priamos, Victoria</i>
	polopozdní až pozdní	<i>Asterix</i>

## 1.2 Sklizeň a posklizňová úprava

Před sklizní je důležité upravit porost, kde v ideálním případě došlo k ukončení vegetace samovolně, bez chemického nebo mechanického zásahu. Pokud tomu tak není, je třeba porost (nať) odstranit. Tento proces se nazývá desikace. U konzumních odrůd, které nejsou napadené plísní bramborovou, se využívá většinou mechanický způsob, jindy je třeba porost ošetřit chemicky, případně se využívá kombinace obou metod. K chemické desikaci se používají různé chemické přípravky, které zajišťují likvidaci zelených listů i stonků, a přitom neovlivňují negativně hlízy brambor. U nás jsou povolené dva přípravky, a to Reglone (dikvát dibromid 200 g/l) a Basta 15 (Glufosinát amonný 150 g/l). Basta 15 se aplikuje u brambor konzumních a brambor pro výrobu škrobu podle průběhu vegetace, stavu a ohrožení porostu, nejlépe však na počátku přirozeného dozrávání natě, a to v dávce 2,5–3 l/ha. Působí pomaleji než Reglone, desikovaný porost však zpravidla méně obrůstá. Veškeré zásahy je třeba provádět šetrně, aby nedošlo k narušení hlíz a následnému kažení během skladování. Současné stroje, které se při sklizni využívají, jsou většinou velmi šetrné a zároveň provádí i třídění hlíz od nežádoucích příměsí [19, 29].

Pokud jde o technologii skladování, nejčastěji se využívá ohradových systémů volně ložených brambor nebo ohradových palet. Palety nabízejí lepší skladovací podmínky. Hlavním rysem je možnost dobré prostupnosti vzduchu a možnost manipulace s požadovanou částí. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena. Důležité je u obou typů, aby byly hlízy rovnoměrně a s přiměřenou intenzitou provětrávány. Pokud není toto zajištěno, dochází k nežádoucím ztrátám na hmotnosti případně na hodnotě. Ztráty na hmotnosti vznikají nejen výparem a dýcháním, ale často i klíčením a skládkovými chorobami. Kromě hmotnostních úbytků jsou ztráty dané také zhoršením zpracovatelské i stolní jakosti (např. zesládnutí či zezelenání konzumních hlíz apod.) a sadbové hodnoty [20].

Pro zajištění správných skladovacích podmínek a omezení ztrát při skladování je třeba vycházet ze znalostí o vlastnostech bramborových hlíz, jejich chemickém složení, faktorech ovlivňujících skladovatelnost brambor a z teoretických základů větrání brambor.

Z těchto poznatků vychází požadavky na různé fáze skladovacího období brambor jednotlivých užitkových směrů [21].

Běžně lze rozdělit skladování na 3 fáze. První fází je osušování při teplotě 10-20 °C, 24-36 hodin dle stavu hlíz, neměly by se naskladňovat mokré brambory. Druhou fází je suberizace (hojení hlíz) při teplotě 12-18 °C, 2-3 týdny, při relativní vlhkosti 85-95 %. Během tohoto období dojde k zahojení poškozených hlíz vznikem povrchové korkové vrstvy. Nakonec probíhá zchlazování postupně až na 2-8 °C, s použitím větrání vnějším vzduchem. Pokud jsou již mrazy, větráme smíšeným vnějším a vnitřním vzduchem. Teplota vhaněného vzduchu bývá o 2-5 °C nižší než teplota brambor. Při použití nižšího teplotního spádu je zchlazování pomalejší a energeticky náročnější. Použití většího teplotního rozdílu než 5 °C by způsobilo nežádoucí teplotní šok [17,19].

Teplota brambor se upraví na 2–4 °C u sadbových brambor, 4–7 °C u konzumních brambor, 7–10 °C u brambor pro zpracování na lupínky a hranolky. Úprava podmínek ve skladu (skladovací teplota, vlhkost vzduchu, složení atmosféry) podle požadavku jednotlivých užitkových směrů je prováděna provětráváním. U nás je vždy regulována teplota hlíz a relativní vlhkost vzduchu zajišťující, že povrch hlíz zůstane suchý a současně bude minimalizováno vysoušení hlíz. Při skladování za vyšších teplot se musí aplikovat retardační prostředky k zamezení klíčení. Nejčastěji se využívají přípravky s účinnou látkou chlorpropham nebo maleinohydrazid. Po použití přípravků je důležité dbát na ochrannou lhůtu, po kterou nelze brambory konzumovat.

Při skladování se udržuje teplota dosažená v období zchlazování. Větrání se omezuje na 1–2 hodiny denně. Účelem odvětrávání je odvod produktů dýchání z mezihlízového prostoru.

Oteplování probíhá během 10–14 dnů před uvažovaným vyskladněním. Brambory se postupně zahřívají na teplotu 10 °C, aby se zamezilo poškození hlíz při manipulaci za nízkých teplot. Rekondicionování hlíz na výrobky z brambor se provádí 3–4 týdny před vyskladněním při teplotě 15 až 20 °C.

Po dobu uskladnění kontrolujeme teplotu a zdravotní stav hlíz. Odchytky od optimální teploty odstraníme větráním, při silnějším výskytu chorob brambory protřídíme [20, 22].

### 1.2.1 Faktory ovlivňující skladovatelnost brambor

Skladovatelnost brambor je určena již před tím, než jsou hlízy naskladněny, takovými faktory, jakými jsou: odrůda, zralost, agrotechnika, poškození hlíz, infekce skládkovými chorobami (fusariová hniloba, fomová hniloba, měkká hniloba hlíz a další) a průběh počasí během sklizně. Z faktorů, které na brambory působí přímo ve skladu, jsou důležité především světlo a kvalita vzduchu. Ve skladech konzumních brambor je světlo nežádoucí, protože způsobuje zelenání slupky. Zelenání brambor je stresovou reakcí a v zelených částech je prokázán vyšší výskyt jedovatého solaninu. Není na závadu u sadby a v předkličovných brambor, ale brzdí růst klíčků. Pro zamezení zelenání hlíz se ve skladech používá zeleného zářivkového osvětlení.

Dalším důležitým faktorem je kvalita vzduchu, relativní vlhkost a obsah oxidu uhličitého. Požadovaná relativní vlhkost se pohybuje v rozmezí od 87 do 95 %. Při vyšší relativní vlhkosti se vytvářejí podmínky pro mokrou hnilobu, a naopak při nižší (pod 85 %) brambory vysychají a ztrácejí na hmotnosti. V suchém vzduchu je normální obsah oxidu uhličitého asi 0,4 %. Brambory při dýchání produkují oxid uhličitý a jeho obsah je proto potřebné snižovat, maximální přípustný obsah je 900 mg/m<sup>3</sup> vzduchu.

Bez problémů můžeme skladovat v odpovídajícím skladu zralé hlízy se zpevněnou slupkou, které jsou zdravé, nepoškozené a sklizené za dobrého počasí [19, 20, 22].

### 1.3 Vady u konzumních brambor

Dle vyhlášky č. 157/2003 Sb. je přípustné, aby do prodeje šly jen brambory s omezeným výskytem vad. Zdravými hlízami se podle této vyhlášky rozumí hlízy brambor konzumních nevykazující na povrchu nebo v dužnině vady způsobující nevhodnost jejich použití, zejména suchou a mokrou hnilobu, změny barvy nebo konzistence dužniny. Zelenými hlízami jsou hlízy konzumních brambor se zeleným vybarvením, které pokrývá více než 1/8 povrchu hlíz. Strupovitými hlízami jsou hlízy konzumních brambor s obecnou strupovitostí pokrývající více než 1/4 povrchu hlíz. Popraskanými, prasklými nebo pohmožděnými hlízami jsou brány takové, kde poškození hlíz u konzumních brambor raných zasahuje hlouběji než 3,5 mm a u konzumních brambor pozdních zasahuje hlouběji než 5,0 mm do dužniny. Podrobný seznam a rozsah těchto vad je uvedený v následující tabulce [23].

Tab. 3: Přípustný výskyt vad u konzumních brambor [23]

Ukazatel	Brambory konzumní rané	Brambory konzumní
Nárůstky, fyziologické rozprasky, pořezání, omrzliny, otlaky, požerky	nad 3,5 mm	nad 5 mm
Čerstvé praskliny	nad 3,5 mm	nad 3,5 mm
Zhojené praskliny	-	nad 5 mm
Skvrny pod slupkou	-	nad 5 mm
Deformace	těžké	těžké
Zavadlé hlízy	jakékoliv	jakékoliv
Rzivost, dutost a jiné vnitřní vady	jakékoliv	jakékoliv
Naklíčené hlízy	-	delší než 3 mm
Hnědé skvrny způsobené sluncem	jakékoliv	-
Obecná strupovitost povrchová	nad 1/4 povrchu, ale do 1 % v rámci 4 % tolerance	nad 1/4 povrchu
Zelené hlízy	více než 1/8 povrchu a/nebo po oloupaní u 1 % hlíz v rámci 4% tolerance	více než 1/8 povrchu a/nebo více než 1 vrstva loupání
Suchá hniloba a měkká hniloba	max. 1 % v rámci 4% tolerance	max. 1 % v rámci 6% tolerance
Plíseň bramboru	max. 1 % v rámci 4% tolerance	max. 1 % v rámci 6% tolerance
Mechanické příměsi (nalepená a volná zemina, cizí tělesa)	do 1 % hmotnosti	do 2 % hmotnosti (z toho max. 1 % zeminy nalepené na hlízách)
Jiná odrůda nebo odrůdy, než je deklarováno	do 2 % hmotnosti	do 2 % hmotnosti
Karanténní choroby	nepovoluje se	nepovoluje se

#### 1.4 Chemické složení bramborové hlízy

Hlavní složkou brambor je voda, které obsahují zhruba 75 %, zbytek tvoří sušina. V sušině bramboru tvoří největší podíl škrob, dále bílkoviny, vitamíny, steroidní glykoalkaloidy, redukující cukry a další. Z minerálních látek má velký význam draslík, jehož jsou bohatým zdrojem. Dále obsahují vitamíny C, B, K a E. Obsah sušiny v hlízách je důležitým měřítkem kvality pro posouzení vhodnosti pro účely zpracování, protože ovlivňuje účinnost procesu, výnos produktu a absorpci oleje. Celkový obsah sušiny v hlízách se pohybuje v rozmezí 16-32 % čerstvé hmoty [3, 11, 30, 31].

Mimo vody a škrobu je i obsah dalších látek (cukry, dusíkaté látky, vláknina, tuk, minerální látky, vitamíny, alkaloidy, organické kyseliny, polyfenoly aj.) značně variabilní

a závisí především na podmínkách růstu a odrůdě. Jednotlivé složky nejsou v hlíze rovnoměrně rozloženy. Popeloviny, tuky, organické látky, alkaloidy se nachází hlavně v korové vrstvě, vláknina ve slupce, cukry v oblasti cévních svazků, dusíkaté látky pod slupkou, škrob po obou stranách cévních svazků [11].

Podle obsahu sušiny se dá hodnotit také kvalita brambor. Odrůdy s kratší vegetační dobou se vyznačují nízkým obsahem sušiny. Naopak nejvyšší obsah sušiny mají hlízy sklizené až po dosažení fyziologické zralosti [3].

Příklad obsahů jednotlivých složek v bramborové hlíze je patrný z následující tabulky.

**Tab. 4: Obsah významných látek v bramborové hlíze [12]**

Látka	Obsah	
	v původní hmotě	v sušině
Voda	76,30 %	-
Sušina	23,70 %	-
Škrob	17,50 %	73,80 %
Celkový cukr	0,50 %	2,10 %
Hrubé dusíkaté látky	2,00 %	8,40 %
Celkový tuk	0,10 %	0,40 %
Celkový popel	1,10 %	4,60 %
Vitámín C	15,01 mg ve 100 g	63,60 mg ve 100 g
Thiamin (B <sub>1</sub> )	0,11 mg ve 100 g	0,40 mg ve 100 g
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	0,05 mg ve 100 g	0,20 mg ve 100 g
Solanin	7,50 mg ve 100 g	350 mg ve 100 g

#### 1.4.1 Sacharidy

Škrob je hlavní a nejdůležitější složkou v sušině bramborové hlízy. Tato nehomogenní látka je tvořena z 80 % amylopektinem, který má rozvětvený řetězec a z 20 % amyložou, která je tvořena řetězcem lineárním [3].

Škrob funguje jako hlavní zásobní látka, protože je „pohotovou“ zásobou glukózy. V buňkách bramborových hlíz je uložen v podobě škrobových zrn. Ty mají různou velikost (15–50 μm) a lasturovitý tvar. Rozmístění škrobu v hlíze není rovnoměrné, nejvyšší koncentrace je v oblasti centrálního kruhu cévních svazků. Škrob plní také funkci sytící. Při denním příjmu 300 g kryje energetickou potřebu organismu z 11,5 % (při obsahu škrobu 15 %). V nativním stavu je bramborový škrob prakticky nestravitelný, proto je důležitá tepelná úprava. Je málo přístupný pankreatické amyláze, lehce stravitelným se stává až mazováním. Nejdůležitější činitel pro mazování škrobového zrna je horká

voda. Při mazovatění dochází ke zvětšování objemu škrobových zrn, zvyšuje se tlak na buněčné stěny a může dojít až k jejímu prasknutí. Teplota mazovatění škrobu je charakteristická pro škrob dle původu. Nejedná se o teplotní bod, ale o teplotní rozmezí, které je 58,7 až 62,5 °C [8, 32, 33].

Brambory s nižším obsahem škrobu (13–15 %) jsou určené spíše ke konzumu, se středním obsahem (14–16 %) pro smažené hranolky a brambory s vyšším obsahem pro výrobu smažených lupínků [5].

V hlízách jsou kromě škrobu obsaženy i další polysacharidy – celulóza a hemicelulóza, pektiny, pentosany a hexosany. Tvoří buněčné stěny i mezibuněčné složky. Jsou označovány jako vláknina. Obsah vlákniny na 100 g brambor je přibližně 2,2 g. [9,10]

Další neméně významnou složkou jsou redukující cukry glukosa a fruktosa. Vzhledem k tomu, že patří mezi sensorické látky, jejich vyšší obsah je vnímán negativně, a to jak u brambor pro přímý konzum, tak i u hlíz určených pro výrobu smažených výrobků, kde kvalita smažených výrobků přímo koreluje s jejich množstvím v hlíze. Je také znám úzký vztah mezi koncentrací redukujících cukrů a tvorbou akrylamidu [40, 41, 42].

Obsah redukujících cukrů je ovlivňován zejména odrůdou, stanovištěm, zralostí a podmínkami skladování, naopak hnojení má jen minimální vliv. Důležitá je zejména skladovací teplota. Možnost snížení redukujících cukrů v hlízách z chladného skladování je možné také pomocí rekondicionování, ale i toto je velice závislé na odrůdě [43].

#### 1.4.2 Dusíkaté látky

Bramborová hlíza obsahuje 2 % dusíkatých látek, tedy kolem 10 % v sušině. Nejdůležitější z nich jsou bílkoviny – v průměru 58 % z celkového množství dusíkatých látek. Zbytek tvoří amidy a volné aminokyseliny. Brambory jsou ceněny zejména pro vysoké zastoupení lysinu, kterého je obvykle v rostlinných bílkovinách nedostatek. Limitujícími aminokyselinami jsou cystein a methionin [18].

V dřívější literatuře bylo rozdělení bílkovin postaveno na základě rozpustnosti jednotlivých frakcí na globuliny, albuminy a prolaminy. Dnes bílkoviny brambor rozdělujeme nejčastěji do třech skupin podle jejich molekulové hmotnosti [34, 35, 36].

Patatinová frakce (patatin) je složena z glykoproteinů o molekulové hmotnosti 40-43 kDa. a představuje 20-40 % všech extrahovatelných bílkovin bramboru. Frakce zahrnující inhibitory proteáz tvoří 20–30 % bílkovin bramboru. Molekulární hmotnosti heterogenní

skupiny bílkovin se pohybují mezi 8,1 – 25 kDa. Ostatní proteiny představují z celkového obsahu bílkovin 20–30 %. Tyto proteiny jsou charakteristické vysokou molekulovou hmotností a do skupiny patří enzymy jako je syntáza škrobu, hlízový lektin, nebo fosforyláza [35].

### 1.4.3 Vitamíny

Bramborové hlízy jsou zdrojem vitamínů skupiny B a zejména kyseliny askorbové (vitamín C), která je řazena mezi významné antioxidanty. Koncentrace vitamínu C v hlíze brambor je poměrně vysoká (až 990 mg/kg) a vzhledem ke konzumovanému množství, představují hlízy v lidské výživě významný zdroj tohoto vitamínu. [37, 38]

Při skladovacích pokusech bylo zjištěno, že během prvních třech měsíců skladování došlo až k 45% ztrátám kyseliny askorbové, přitom vyšší ztráty byly zjištěny u odrůd s vyšší počáteční koncentrací [39].

### 1.4.4 Minerální látky

Průměrný obsah popelovin v bramborových hlízách je 1,1 %, ale jejich obsah silně závisí na jejich obsahu v půdě a prostředí, kde je rostlina pěstována. Minerální látky v hlíze představují komplex mnoha prvků (K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn a další). V posledních letech se výzkumníci snaží zvýšit přirozený obsah vitamínů a minerálů, a to výběrem vhodných pěstitelských opatření (výběr pozemků, volba technologie pěstování) nebo přímo dotací vybraných prvků rostlinám v hnojení (selen, jód) [44, 45].

Nejvýznamnějším prvkem obsaženým v bramborách je draslík, jeho obsah v sušině se pohybuje obvykle mezi 1,7 – 2,0 %, což je asi polovina všech minerálních látek v hlíze. Draslík má pozitivní vliv nejen z dietetického hlediska, ale jeho přítomnost v hlíze také snižuje tmavnutí po uvaření i enzymatické zbarvení, ke kterému dochází po mechanickém poškození hlízy [17, 25].

### 1.4.5 Glykoalkaloidy

Brambory obsahují kromě látek prospěšných pro lidskou výživu také tzv. antinutriční látky, které lidské výživě neprospívají. Mezi tyto antinutriční látky můžeme zařadit glykoalkaloidy a kalysteginy. Nejvýznamější z glykoalkaloidů jsou  $\alpha$ -chaconin a  $\alpha$ -solanin které tvoří 90–95 % glykoalkaloidů v hlíze. V nízké koncentraci nepoškozují zdraví, vyskytují se ve všech hlízách a dodávají jim typickou nahořklou chuť. Jejich běžná

koncentrace se pohybuje v rozmezí 2–10 mg/100 g čerstvé hmoty. Nejvíce glykoalkaloidů je obsaženo těsně pod slupkou, v zelených částech hlíz a v klíčcích. Zelenání je způsobeno přístupem světla přímo na hlízy a zelené brambory by se neměly vůbec konzumovat, právě kvůli zvýšenému obsahu rizikového solaninu. Již množství nad 20 mg/100 g působí toxicky a může vyvolat neklid, tachykardii, zvracení, křeče, průjem, krvácení do gastrointestinálního traktu až ztráty vědomí. Při vysokých hladinách kolem 40 mg/100 g solaninu dochází k závažným orgánovým poškozením, která mohou způsobit smrt. Tyto látky negativně ovlivňují jakost brambor a je nutné, aby jejich obsah byl co nejnižší [17, 18].

Dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 305/2004 Sb. je nejvyšší povolené množství glykoalkaloidů v bramborových hlízách stanoveno na 200 mg/kg [23].

### **1.5 Nutriční hodnota brambor a bramborových výrobků**

Nutriční hodnotu brambor vytváří řada vysokoenergetických i nízkoenergetických látek. Mezi vysokoenergetické látky řadíme škrob, dusíkaté látky a tuk. Nízkoenergetické látky je možno dělit na látky pochutinové, které mohou mít vedle svého vlivu na vůni a chuť i další význam, a látky balastní. Nutriční hodnotu brambor vytváří řada kalorických i nekalorických látek. Jako balastní můžeme označit polysacharidy (mimo škrobu), vitamíny, enzymy a barviva, do skupiny pochutinových látek se pak řadí cukry, minerální látky, organické kyseliny, aromatické látky, fenoly a glykosidy. Obecně lze říci, že hranice mezi jednotlivými látkami nebo jejich skupinami je velmi těžko rozlišitelná [18].

Nutriční hodnota brambor je ovlivňována mnoha faktory, zejména odrůdou, stupněm zralosti, dobou sklizně, podmínkami růstu a délkou a podmínkami skladování. Neméně významně závisí nutriční hodnota na zpracování a tepelném ošetření brambor. Příklady energetické hodnoty brambor a bramborových výrobků jsou znázorněny v následující tabulce, kde jsou patrné mezi jednotlivými výrobky značné rozdíly. Nejvyšší energetickou hodnotu mají samozřejmě smažené výrobky [4, 5].



**Tab. 5: Energetická hodnota brambor a bramborových výrobků v porovnání s jinými přílohami (ve 100 g využitelného podílu potravin) [5]**

Potravina	Energetická hodnota [kJ]
Bramborové lupínky	2 147
Předsmažené hranolky	921
Bramborové knedlíky	431
Bramborová kaše	398
Brambory	293

## 1.6 Výrobky z brambor

Brambory jsou v našich podmínkách důležitou a zároveň běžnou surovinou pro výrobu různých potravinářských i nepotravinářských výrobků. Jelikož tato práce pojednává především o výrobě hranolek, nepotravinářské výrobky z ní úplně vynechám.

Dle vyhlášky č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování, se bramborové výrobky dělí takto:

- brambory konzumní syrové loupané
- brambory konzumní loupané předvařené, vařené nebo jinak konzervované
- brambory konzumní sušené
- bramborová mouka
- bramborová kaše sušená
- bramborové lupínky smažené
- bramborové hranolky předsmažené\*
- bramborové plátky předsmažené\*
- bramborové krokety předsmažené\*
- bramborová kaše vařená

\* připouští se název dle dalších tvarů

Výrobky z brambor jsou tedy výrobky z brambor konzumních upravené technologickým procesem, zejména loupáním, konzervací, smažením, vařením, drcením a sušením, pro přímou spotřebu nebo další kuchyňskou úpravu [23].

### 1.6.1 Změny v hlíze při technologických úpravách brambor

Brambory podáváme zásadně jako tepelně opracované, ale již při předběžných úpravách dochází ke změnám a ztrátě některých nutričních látek. K nejvýznamnějším ztrátám živin dochází vylouhováním, oxidací a působením světla a týkají se především vitamínů rozpustných ve vodě, tj. vitamínu C a většiny vitamínů skupiny B, dále některých minerálních látek (zejména draslíku) a chuťových látek a cukrů. Vyšší ztráty jsou při použití většího množství vody, při větším povrchu potraviny i při delším setrvání v tekutině. Z toho důvodu je lepší brambory oplachovat vcelku, ještě před nakrájením na kousky a omezit dobu mytí i louhování na minimum. Při působení světla dochází k rozkladu fotosenzibilních vitamínů C, B<sub>2</sub> a karotenů, proto by se brambory měly tepelně zpracovat co nejrychleji a neměly by zůstat delší dobu na světle ani v průhledných nádobách. K oxidaci dochází v důsledku krájení brambor, kdy se k nim dostává vzdušný kyslík. Nejvíce náchylné jsou vitamíny C a B<sub>1</sub>, karoteny a nenasycené MK. Toto je možné zmírnit použitím nerezového náčiní a vkládáním do vařící vody [24].

Při tepelné úpravě je důležitá především zvolená technologie, teplota a délka úpravy. Docházím jak k pozitivním změnám, které vedou k vyšší stravitelnosti, tak ke ztrátám nutričních hodnot. Zejména vitamín C je citlivý na působení vysokých teplot a jejich vlivem dochází k jeho značným ztrátám. Při běžném vaření loupáných brambor ve vodě se úbytek vit. C pohybuje kolem 30 % a smažením se ničí až 50 %. Při domácí přípravě hranolků jsou ztráty přibližně dvakrát vyšší než při průmyslové výrobě, což je dáno především lepší technologií výroby. U vařených brambor je lepší stravitelnost a nižší výskyt sensoricky aktivních látek. Smažené a pečené výrobky jsou naopak hůře stravitelné, ale pro konzumenta často atraktivnější právě kvůli vyššímu obsahu aromatických a jiných sensoricky aktivních látek. Významnou složkou vůně vařených brambor jsou těkavé sirné sloučeniny, zatímco aroma hranolků je podmíněno vznikajícími alkoholy. Rozkladem tuků při teplotách nad 200 °C vznikají toxické nepříjemně páchnoucí PAU, z nichž některé jsou karcinogenní [24, 25].

Během smažení, fritování, pečení a grilování brambor, zejména při nedodržení správné technologie, se vytváří toxický akrylamid, který se řadí do skupiny pravděpodobných

lidských karcinogenů. Akrylamid vzniká jako vedlejší produkt reakce sacharidů (cukrů) s aminokyselinou asparaginem Maillardovou reakcí již při zahřívání nad 120 °C. Vytvořené množství závisí na obsahu cukrů, výši teploty a délce jejího působení. S rostoucí teplotou a délkou tepelné úpravy roste jeho obsah. Významně vyšší riziko je při použití nezralých nebo nasládlých brambor, které mají vysoký obsah cukrů. Akrylamid podmiňuje vznik hnědého zbarvení na povrchu brambor, jež byly upravovány při nadměrných teplotách. Ideální je, když smažíme pouze „dozlatova“, hnědé zbarvení už je nejen z hlediska obsahu akrylamidu nebezpečné. Nejvyšší koncentrace akrylamidu najdeme v pečených bramborách, smažených hranolkách a chipsech. Jeho průměrný obsah v pečených bramborách je 1,135 mg/kg, 0,067–2,713 mg/kg v bramborových lupíncích, v hranolcích průměrně 0,055 mg/kg [18, 24, 25].

## 2 BRAMBOROVÉ HRANOLKY A JEJICH VÝROBA

Bramborové hranolky jsou jednou z nejoblíbenějších příloh na světě, ale konzumují se i samotné s různými dresinky. Jejich historie je opředena mnoha příběhy. Jisté je, že vznikly v Evropě zhruba v 18. století. Zda to bylo ve Francii, Španělsku nebo v Belgii, kde se jich konzumuje kolem 75 kg na osobu, se dnes už může jen spekulovat. Jedná se tedy o smažené nebo pečené hranolky nařezané z brambor, kterým se také říká „*Pommes frites*“ nebo anglicky „*French fries*“ [47].

Většina hranolek se do České republiky dováží. Z českých výrobců jsou nejvýznamější Friall, s.r.o. z Tábora, Fritago Nížkov s.r.o. a Mrazírny Brtnice. Průmyslově se před smažením bramborové hranolky vyrábí tak, že se vytříděné hlízy po oloupaní krájí na požadované tvary, třídí, blanšírují, fritují a mrazí. Takové výrobky mají asi 10 % tuku a před podáváním je stačí krátce dosmažit nebo dopéct v troubě [1].

Mezi smyslové, fyzikální a chemické požadavky na jakost před smažených bramborových hranolek patří vlhkost, která by měla být nejvýše 76 %, obsah volných mastných kyselin v tuku nejvýše 1,5 %, příčný řez o hranách nejméně 5 mm. Mezi bramborové hranolky s dobrými smyslovými vlastnostmi patří výrobky čisté, s hladkým či vlnitým řezem, se stejným příčným řezem v jednom obalu, nepolámané, barva by měla být stejnoměrná bez přílišných vzhledových vad. Mezi tyto vady se řadí zejména skvrny, očka, spálení a úlomky. Výrobky by měli být bez cizích pachů a příchutí, kdy konzistence by měla být křehká, netvrdá a uvnitř kašovitá [58].

### 2.1 Faktory ovlivňující kvalitu hranolek

Kvalitu hranolek ovlivňuje mnoho faktorů. Tato práce se podrobněji věnuje zejména technologickým parametrům během přípravy ze zakoupených brambor, proto se faktorům během pěstování, které ovlivňují kvalitu samotných brambor, již nebude věnovat.

#### 2.1.1 Brambory pro výrobu hranolek

Pro výrobu hranolek je důležitý výběr brambor. Jsou dostupná doporučení na konkrétní odrůdy pro výrobu hranolek, které byly uvedeny v tabulce č. 2. U nás se nejvíce využívá k výrobě hranolek odrůd Asterix a Agria (Friall, s.r.o., Tábor, Česká republika). Obecně lze říci, že se spíše doporučují odrůdy varného typu B, BC nebo C, se středním až vyšším

obsahem škrobu. Důležitý je samozřejmě tvar a velikost hlízy, aby bylo možné ji řezat na hranolky potřebné délky [5, 14, 18, 20].

Pro brambory určené ke zpracování na bramborové hranolky se používá vyšší skladovací teplota 7–9 °C. Při teplotě nad 7 °C dochází u běžných odrůd k rovnováze mezi prodýcháváním cukrů a jejich tvorbou, takže se nehromadí. To omezuje následnou tvorbu rizikového akrylamidu během vysokých teplot při smažení. Tato skladovací teplota je žádoucí také pro zabránění klíčení a tím i vysokých skladovacích ztrát [20].

### 2.1.2 Blanšírování

Blanšírování je metoda, která probíhá ve vodě při teplotě 60–95 °C po dobu několika minut do zesklivatění, což je ovlivňováno obsahem sušiny a vlastnostmi brambor. Důvodem, proč provádíme blanšírování je, že se na povrchové vrstvě hranolků vytvoří zmazovatěný povrch a tím se sníží spotřeba tuku, zkrátí se doba smažení a zlepší se konzistence konečného vyráběného výrobku. Dalším důvodem je také deaktivace enzymu polyfenoloxidázy, který způsobuje nežádoucí enzymatické hnědnutí. Toto hnědnutí není spojené s tvorbou akrylamidu, protože toto hnědnutí není zprostředkované Maillardovými reakcemi. K deaktivaci polyfenoloxidázy stačí působení teploty 60–80 °C po dobu 2–3 minut. Mimo to dochází k vymývání redukujících cukrů, čímž se výrazně omezí Maillardovy reakce a tím i tvorba akrylamidu a neenzymatické hnědnutí. Největší vliv na kvalitu hranolek má samozřejmě teplota vody při blanšírování a doba, po kterou jsou hranolky této teplotě vystaveny [48, 59].

### 2.1.3 Smažení

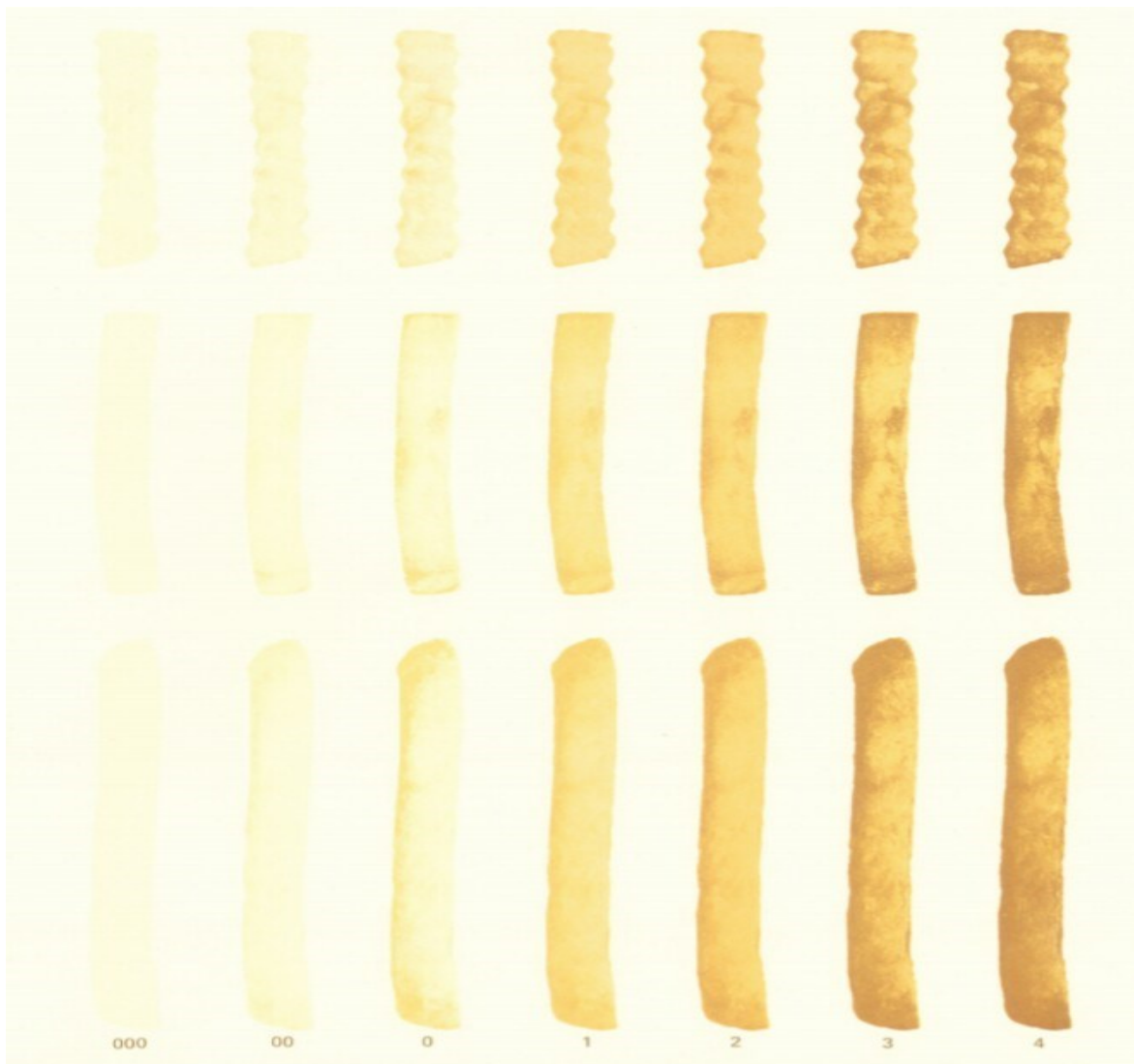
Smažení je dalším klíčovým procesem, který ovlivňuje kvalitu hranolek. V průmyslové výrobě se provádí pouze předsmažení, protože po něm se hranolky zamrazí a zabalí pro konečného spotřebitele.

Hluboké smažení při předsmažení bramborových hranolek je důležitým krokem i z hlediska bezpečnosti produktů. Změny tuků vzniklé smažením musí být monitorovány. Během průmyslového smažení je používána teplota až 204 °C, protože doba smažení v olejové lázni musí být co nejkratší, obvykle 1–2 minuty. Nejvíce škodlivými sloučeninami, které vznikají během smažení, jsou *trans* nenasycené mastné kyseliny a akrylamid [49, 50, 54].

Optimální teplota pro smažení je v rozmezí 160–180 °C. Při nižších teplotách by hrozilo, že se výrobek bude spíše vařit než smažit. To může nastat například, pokud dáme příliš velké množství mražených nebo i jen chlazených hranolek do olejové lázně. Olejová lázeň se příliš ochladí a výsledný produkt ztrácí na kvalitě. Při teplotách nad 180 °C naopak prokazatelně roste riziko vzniku karcinogenních látek jako např. již zmiňovaného akrylamidu. Dále vznikají při delším vystavení těmto teplotám rychleji i nežádoucí barevné vady a nepříjemné změny chuti a vůně [24, 57, 59].

## 2.2 Technologie výroby hranolek

Technologie výroby bramborových hranolek začíná přejímkou brambor. Brambory přijíždějí do výroby většinou netříděné. Standardně jsou dodávány ve velikosti o průměru minimálně 35 mm. Před přijetím brambor se kontroluje jejich velikost, barva, tvar, poškození a sušina. Pro přijetí by měla být sušina 20–24 %. Dá se říci, že čím je sušina vyšší, tím je struktura hranolky lepší, proto je žádoucí vyšší obsah sušiny. Proběhne i zkouška smažením, která ukáže dle barevnosti usmaženého produktu, jestli brambory obsahují přijatelné množství cukrů. Způsob kontroly vhodnosti brambor pro výrobu bramborových hranolek spočívá ve smažení vyřiznutých hranolků z hodnocených brambor. Vyřeže se 20 kusů z 20 brambor a ty se smaží za dané teploty po danou dobu. Po usmažení se hranolky porovnávají s Barevným standardem United States Department of Agriculture (USDA). Výsledky tohoto hodnocení musí odpovídat kritériím, pokud jsou výsledky v tmavších odstínech než doporučuje kvalitativní standard, jsou brambory označeny jako nevyhovující. Na následujícím obrázku (obr. 3) je vidět Standard USDA, který se používá prioritně pro hodnocení smažených hranolků, a to ve všech stupních výroby, kde je použito tepelné zpracování. Podle tohoto standardu jsou vyhovující hranolky v barevnosti od stupně 000 až po stupeň 2. Hranolky, které mají po usmažení barvu srovnatelnou se stupněm 3 nebo 4, jsou příliš tmavé a poukazuje to většinou na špatné skladování brambor, kdy brambory projdou mrazem nebo obecně skladováním za příliš nízké teploty. Tvar je ideální oválný a podlouhlý. Pokud brambory projdou, pokračují na omytí do pračky [48, 57].



**Obr. 3 Barevný standard dle USDA pro smažené bramborové hranolky [55]**

K praní brambor se používají bubnové tryskové pračky, kartáčové pračky, hřeblové pračky a pračky vibrační. Vibrační pračka pracuje s malou spotřebou vody a vysokým pracím efektem. V České republice se nejčastěji používá hřeblová pračka též nazývaná „*Weisnerova pračka*“ nebo bubnová pračka (Friall, s.r.o., Tábor). V místech použití praček je umístěno strojní zařízení, které se nazývá odlučovač kamenů, který má za úkol odstranit veškeré kamínky, které by následně mohly poškodit další stroje (např. řezačku) během zpracování brambor [48, 51, 57].

Po praní brambor přijde na řadu loupání, kde je důležité, aby byla slupka co nejdokonaleji odstraněna, ale zároveň, aby se minimalizovaly ztráty a zachovaly se maximálně nutriční hodnoty brambor. Teoreticky by ke správnému oloupaní stačilo odstranit pokožku a pod ní

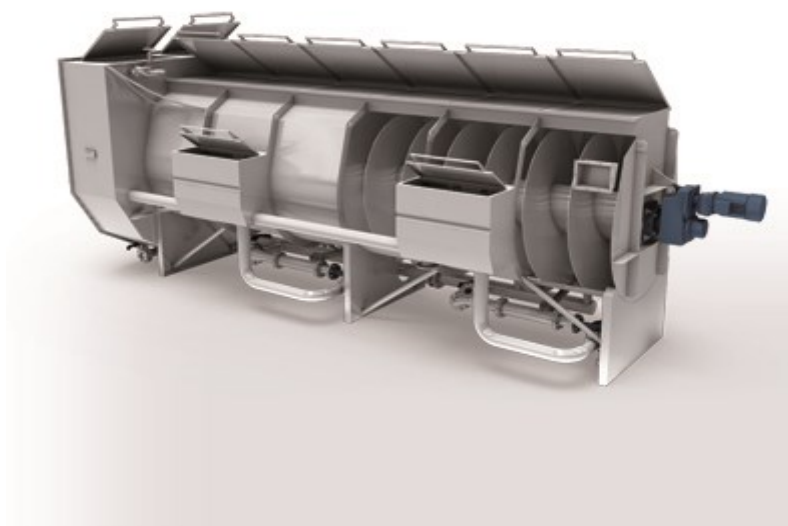
ležící vrstvu korkovitých buněk, tedy cca 0,5 mm. Ve skutečnosti dochází k odstranění silnější vrstvy do 4 mm. Průmyslové loupání probíhá podle způsobu narušení slupky třemi způsoby. V České republice se nejčastěji používá mechanické loupání a z části také loupání termické (parní). U mechanického loupání se slupka odírá ostrým zrnem karborundového kotouče (abrazivní způsob), drsnou plochou bubnu (struhadlový způsob) nebo rotujícími noži. Ztráty činí 15–40 % a nevýhodou je také drsný povrch hlíz po abrazivním loupání. U termického loupání dochází k napaření hlíz předehřátou parou nebo horkou olejovou lázní. Ztráty u této metody činí pouze 10–15 %, ale nevýhodou může být varný kroužek a nedokonalé oloupaní strupovitých hlíz. V zahraničí bývá často využíván i termochemický způsob loupání, u kterého se slupka předem naruší chemicky za různé vysoké teploty (NaOH, KOH) a pak se mechanicky odstraní. Nevýhodou je, že odpad se obvykle nedá využít pro krmné účely. Často se také používá kombinace těchto metod, kdy cílem je získání co největší výtěžnosti oloupaných brambor. Po oloupaní bramborových hlíz je zapotřebí hlízy dokonale vychladit. Dále proběhne kontrola hlíz jako je zbavení oček, které se vykrojí ručně nebo pomocí menších strojních zařízení s rotující frézku, kdy tato frézka je poháněna tlakem vody a vykrojené části jsou odplaveny [48, 51, 52].

Oloupané a zkontrolované brambory přecházejí do předehřívací nádrže, kde se předehřejí v lázni, která může obsahovat přísadu škrobu, na teplotu kolem 50 °C. Tento krok se provádí pro zlepšení kluzných vlastností a bez něj by docházelo k potrhání v řezací hlavě, kam předehřáté brambory putují kónickou trubkou. V kónické trubce dojde k jejich mírnému protažení, což je pro hranolky žádoucí. V řezací hlavě se brambory rozřežou na požadovanou velikost hranolek. Obvykle se řeže na velikost o hraně 6–10 mm s délkou hranolky 60–70 mm. Řezání může být rovné nebo vlnkové, to se řídí podle požadovaného koncového tvaru. Brambory procházejí řeznou mřížkou rychlostí 10–14 m/s a díky jejich optimálnímu natočení se minimalizuje odpad, tedy příliš malé hranolky a ořezy [53, 54, 57].

Nařezané hranolky odnáší pás na optickou třídičku, kde se selektují odřezky a kousky hranolek, které velikostně neodpovídají požadavkům výrobce. Tento odpad se může využít např. k výrobě krocket nebo jiných tvarovaných výrobků. V některých provozech je využíváno i bubnových nebo válcových třídících strojů. Vybrané hranolky pokračují dále na tepelné zpracování, kde je na prvním místě blanšírování v blancheru. Na následujícím obrázku (obr. 4) je ukázaný šroubový blancher. Šrouby blancheru jsou dodávány v různých



velikostech a typech a díky intenzivnímu čerpání dochází k rovnoměrnému rozdělení teploty. Dalším typem může být pásový blancher [48, 54, 57].



**Obr. 4 Kiremko - šroubovací blancher [55]**

Blanšírování probíhá ve vodní lázni o teplotě 65–95 °C po dobu několika minut (maximálně 20 minut). Jelikož jedním z důvodů blanšírování je odstranění škrobu a jednoduchých cukrů z povrchu hranolek, doba blanšírování se řídí právě jeho obsahem v bramborách. Pokud by neproběhlo blanšírování před prvním smažením, docházelo by k nežádoucímu vyššímu hnědnutí hranolek. Během blanšírování dochází k mazovatění škrobu na povrchu hranolek, což jednak sníží spotřebu tuku, zkrátí dobu smažení, ale zároveň i zlepší konzistenci konečného produktu. Dále je možné hranolky nechat před smažením okapat na pletivovém pásu nebo použít i sušení proudem suchého teplého vzduchu. Sušení se provádí u výrobků, kde je potřeba zvýšit sušinu výrobku oproti bramborám, tedy např. u hranolek do trouby [48, 51, 54, 57].

Předsmažení se provádí ve velkých kontinuálních fritézách. Jedná se o kontinuální smažicí tunel, kde jsou hranolky umístěny na pletivovém pásu a jsou osmaženy pomocí tuku o teplotě 160–180 °C. Podle nastavení teploty smažicího oleje a rychlosti pásu procházejícího tunelem, dosáhneme hranolek o požadovaných vlastnostech. Nejčastěji se pro smažení používá palmový olej, případně pro dražší výrobky řepkový nebo slunečnicový olej. Doporučované množství oleje v poměru k množství hranolek je 10:1,

tedy na 1 litr oleje 100 gramů hranolek. Princip ohřevu zvoleného tuku, probíhá přes tepelné médium v nerezovém výměníku. Rozpálený tuk se přečerpává z výměníku do smažicího tunelu, kde probíhá ohřev a před smažení hranolků a hned poté se olej vrací do výměníku přes filtrační zařízení. Touto metodou se zamezuje jakémukoliv připalování úlomků bramborových hranolků, ke kterému může dojít na dně smažicího tunelu. Doba smažení se v praxi používá 1–5 minut, kdy je důležité opět sledovat barvu hranolek. Jestliže, dojde ke změně barvy při smažení na sytě zlatou barvu, jsou již hranolky dosmaženy. Zde je důležitý již zmiňovaný obsah cukrů, kde u brambor s vyšším obsahem cukrů dochází více k Maillardovým reakcím a cukr na povrchu hranolek karamelizuje a způsobuje tak nežádoucí hnědnutí smažených hranolek. Dále se sleduje kyselost smažicího oleje, která je ukazatelem další použitelnosti (stupně oxidace) pro smažení bramborových hranolek. Pokud kyselost dosáhne zvýšení na stanovenou hodnotu, dochází k výměně oleje v lázni [48, 56, 57].

Po usmažení následuje okapaní přebytečného tuku a chlazení na teplotu 3–5 °C. Proces zchlazování probíhá proudem vzduchu v chladičím tunelu. Po zchlazení bramborových hranolků nastává proces zmrazení, které probíhá při teplotě až –20 °C. Tyto zmrazené hranolky se navažují dle spotřebitelského balení a to po 500 g, 750 g, 1000 g nebo 2500 g. Bramborové hranolky se naplní do spotřebitelských polyethylenových obalů, kdy toto balení probíhá na automatických hmotnostních plničkách. Takto zabalené hranolky se skladují v kartónových krabicích v mrazničkách při teplotě – 18 °C [48, 57].

V případě, že hranolky nejsou určeny k uskladnění, je možné vynechat mražení a rovnou po chlazení hranolky dosmažit a podávat spotřebiteli. Důležité je podávat hranolky vždy čerstvě osmažené, protože poté mají tendenci pohlcovat vlhkost a ztrácejí své optimální vlastnosti.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce bylo sledování vybraných faktorů ovlivňujících kvalitu bramborových hranolek. Z faktorů, které kvalitu ovlivňují, bylo vybráno blanšírování a smažení, které patří v technologickém postupu k základním operacím. Dalším cílem této práce bylo vytvoření návodů pro laboratorní cvičení z Technologie potravin rostlinného původu.

Cílem teoretické části diplomové práce bylo:

- zpracování literární rešerše, zaměřené na charakteristiku brambor a bramborových výrobků
- popis technologického postupu průmyslové výroby před smažených bramborových hranolek.

Cílem praktické části diplomové práce bylo:

- vyrobit modelové vzorky dle navržených výrobních postupů s uplatněním různé teploty blanšírování a různé teploty a doby smažení
- analýza vyrobených vzorků
- vytvoření návodů pro laboratorní cvičení z Technologie potravin rostlinného původu.

## 4 MATERIÁL A METODIKA

Praktická část této práce je zaměřena na sledování vybraných faktorů ovlivňujících kvalitu bramborových hranolek. Byl porovnáván vliv různých teplot blanšírování a různých teplot a délky smažení na výslednou kvalitu výrobků. Samotná výroba hranolek byla realizována na Ústavu technologie potravin ve Zlíně. Pro výrobu vzorků bylo využito brambor z běžné obchodní sítě (*Marena* původem z České republiky, varný typ C). Celý experiment byl proveden dvakrát a bylo vyrobeno celkem 32 vzorků ( $n = 32$ ), které byly dále podrobeny analýze.

### 4.1 Optimalizace postupu výroby bramborových hranolek

Vzhledem k tomu, že tato práce byla prováděna v laboratorním prostředí, bylo třeba optimalizovat postup.

Před začátkem samotného krájení na hranolky byl navážen 1 kg umytých a osušených bramborových hlíz, které byly následně oloupany a vážily se zvlášť slupky a zvlášť brambory zbavené slupky. Z toho bylo poté možno spočítat, jaké jsou potenciální ztráty. Vzorky suroviny byly před oloupaním použity k měření specifické hmotnosti.

Z oloupaných brambor byly ručním kráječem krájeny hranolky o délce 6–9 cm a hraně přibližně 8,6 mm. Před zahájením další úpravy bylo na začátku provedeno měření vlhkosti a textury.

Vždy byl navážen vzorek o hmotnosti  $100 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ . Následovala tepelná úprava, kde byly vzorky po různou dobu blanšírovány ve 2 litrech vody. V této práci bylo použito teplot  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $75 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  vždy  $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 5 minut. Po prvním blanšírování následovalo ihned druhé při teplotě  $95 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 1 minuty. Druhé blanšírování tedy probíhalo u všech vzorků stejně. Blanšírované vzorky byly přesunuty na podložku, kde okapaly a byly lehce osušeny papírovým ubrouskem. Následně byly všechny vzorky před smažením při  $160 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 3 minut. K před smažení i smažení byl využit fritovací hrnec (model: ETA 1172 90000, Hlinsko, Česká republika) kde byly 2 litry Fritovacího oleje Lukana (Glencore Agriculture Czech s.r.o., Ústí nad Labem, Česká republika). U smažení na pánvi byl použit stejný olej v množství  $90 \pm 1 \text{ g}$ .

Po před smažení byly vzorky vždy okapány a osušeny od přebytečného oleje papírovým ubrouskem a následně 20 minut sušeny při teplotě  $75 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  v elektrické horkovzdušné

troubě (Mora, Hlubočky, Česká republika) a následně probíhalo 20 minut chlazení při teplotě  $5 \pm 2$  °C.

Smažení probíhalo vždy při teplotě  $175 \pm 2$  °C a měnila se postupně jeho délka. Doba smažení byla 3, 4 a 5 minut. Usmažené vzorky se nechaly lehce okapat, byly osušeny papírovým ubrouskem a následovala jejich analýza. Každý vzorek o daných parametrech byl připraven dvakrát. Ke každé době smažení byl vytvořen i kontrolní vzorek, který prošel stejným technologickým procesem mimo blanšírování. Celkem byly připraveny 3 kontrolní vzorky a 9 různých vzorků smažených ve fritovacím hrnci.

U dalších vzorků byla zvolena možnost smažení na pánvi. Byl použit stejný technologický postup jako v případě smažení ve fritovacím hrnci, jen fritovací hrnec byl nahrazen teflonovou pánví o průměru 22 cm. Na pánvi byl zvolen optimální poměr vzorku a oleje (100 g vzorku a 90 g oleje). Při předsmažení byla opět teplota  $160 \pm 2$  °C po dobu 3 minut, na dosmažení teplota  $175 \pm 1$  °C na 3, 4 a 5 minut. Byl připraven jeden kontrolní vzorek a 3 další vzorky dle zadaných parametrů.

## 4.2 Analýzy vzorků

U připravených vzorků bylo provedeno mnoho analýz, které poukazují na celkovou kvalitu výrobků. Jednalo se o chemické a fyzikální analýzy, kdy byla měřena vlhkost, specifická hmotnost, texturní analýzy a computer image analysis (CIA).

### 4.2.1 Vlhkost

Stanovení obsahu vlhkosti bylo prováděno gravimetricky dle normy AOAC 984.25 sušením při teplotě  $105 \pm 2$  °C do konstantního úbytku hmotnosti. [56]

### 4.2.2 Specifická hmotnost

Specifická hmotnost je výrazem hustoty a je nejrozšířenějším měřítkem kvality brambor. Je vysoká korelace mezi specifickou hmotností hlíz, obsahem škrobu a celkovou sušinou bramborových hlíz [66]. Tento parametr je velice důležitý i pro kvalitu výsledného produktu a ovlivňuje mnoho technologických procesů včetně smažení a množství absorbovaného oleje během něj.

Výpočet specifické hmotnosti probíhá podle vzorce:

$$\text{specifická hmotnost} = \frac{\text{hmotnost hlízy ve vzduchu}}{(\text{hmotnost ve vzduchu}) - (\text{hmotnost ve vodě})}$$

Výsledek je následně srovnáván s hodnotami v tabulce (tab. 6) a tím se zjistí obsah celkové sušiny a škrobu u syrových brambor.

**Tab. 6: Převodní tabulka pro specifickou hmotnost, obsah škrobu a sušiny [66]**

Specifická hmotnost (N/m <sup>3</sup> )	Sušina (%)	Škrob (%)
1,086	20,5	14,5
1,087	20,6	14,5
1,087	20,6	14,6
1,087	20,7	14,7
1,087	20,7	14,7
1,088	20,8	14,8
1,088	20,9	14,8
1,088	20,9	14,9
1,088	21,0	15,0
1,089	21,0	15,0
1,089	21,1	15,1
1,089	21,1	15,1
1,089	21,2	15,2
1,089	21,2	15,3
1,090	21,3	15,3
1,090	21,4	15,4
1,090	21,4	15,4
1,090	21,5	15,5
1,091	21,5	15,6
1,091	21,6	15,6
1,091	21,6	15,7

Během experimentu byla použita surovina, která se neoloupaná vážila nejdříve ve vzduchu a poté ponořena v kádince s vodou [66].

#### 4.2.3 Hmotnostní a objemové změny

Hmotnost a objem byl měřen nejdříve u neosmažených vzorků, poté u každého osmaženého vzorku včetně kontrolních. Objem byl měřen ponořením vzorku do kádinky

plné vody a následně měřením objemu vytlačené vody z kádinky. Z naměřených hodnot je možné vypočítat procentuální ztráty hmotnosti i objemu (následující vzorec).

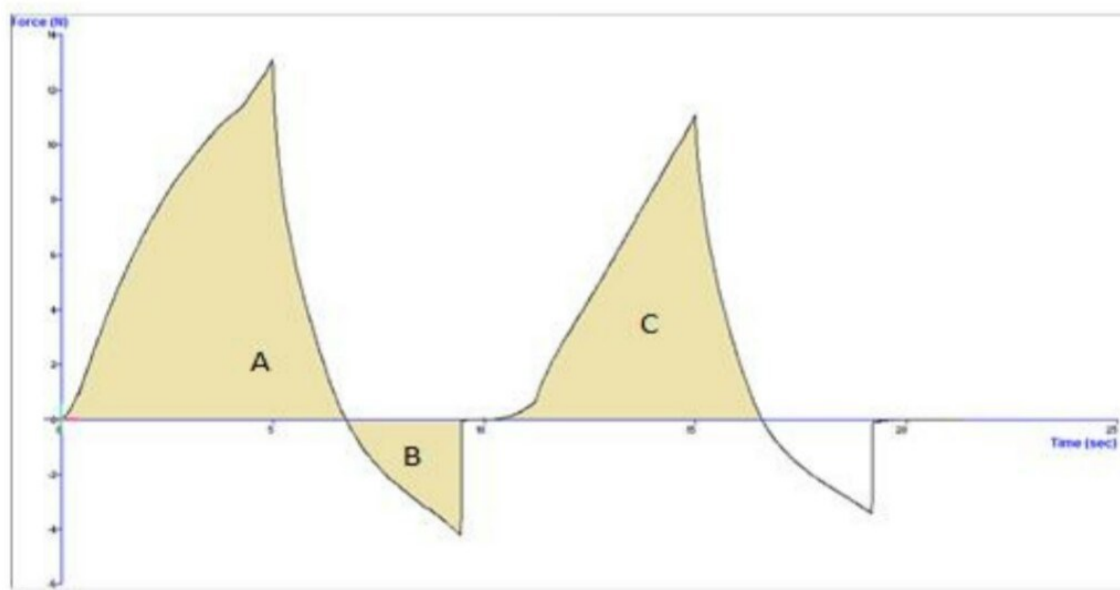
$$S_v = \frac{V_0 - V_f}{V_0} * 100 \%$$

$V_0$  je původní objem vzorku ( $\text{cm}^3$ ) a  $V_f$  je finální objem vzorku [63].

#### 4.2.4 Texturní profilová analýza

Pro texturní profilovou analýzu byl použit texturní profilový analyzátor TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie). Analýza textury byla provedena dvojnásobnou penetrací vzorku válcovou sondou P70 o průměru 70 mm. Rychlost této sondy činila 0,83 mm/s, deformance 10 % [65].

Na následujícím obrázku (obr. 5) je vidět zátěžové křivky, popisující závislosti síly použité k deformaci (N) na čase (s), ze kterých byly stanoveny vlastnosti tvrdost, lepivost, kohezivnost (soudržnost) a gumovitost.



**Obr. 5 Zátěžová křivka popisující závislosti síly deformace (N) na čase (s), upraveno dle [60]**

Tvrdost (pevnost) vzorku je definována jako síla potřebná k dosažení deformace vzorku nebo také jako maximální síla dosažená během prvního stlačovacího cyklu. Čím vyšších hodnot dosahuje pík křivky A, tím tvrdší je výrobek a tím více síly je potřeba k jeho deformaci [61, 62].



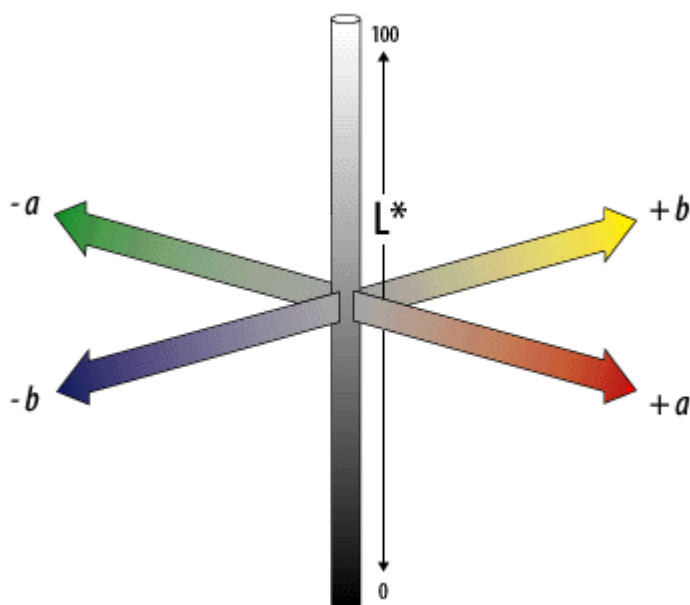
Relativní lepkavost byla stanovena jako poměr absolutní hodnoty záporného píku B k ploše kladného píku A. Relativní lepkavost je dána prací potřebnou k překonání přitažlivých sil mezi povrchem sondy a bramborové hranolky [61, 62].

Kohezivnost je definována jako síla vnitřních vazeb, které tvoří potravinu. Při vyhodnocení je dána poměrem ploch C:A [61, 62].

Gumovitost je definována jako velikost síly vynaložené na rozkousání polotuhé stravy na stravu vhodnou k polykání nebo je možné ji definovat jako  $G_u = H_a \times C_o$  (gumovitost = tvrdost x kohezivnost). Je charakteristická pro polotuhé potraviny s nízkým stupněm tvrdosti a vysokým stupněm soudržnosti [61, 62].

#### 4.2.5 Počítačová analýza obrazu

K analýze barevnosti, kde byly sledovány parametry  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , byl využit fotoaparát (Nikon COOLPIX P6000, Tokio, Japonsko) a foceno bylo na standardním bílém pozadí. Parametry  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  vyjadřují intenzitu světlosti, poměr červená – zelená a žlutá - modrá v daném pořadí. V následujícím obrázku jsou tyto parametry přesněji popsány [63, 64].



Obr. 6 Model barevnosti CIELAB [80]

Analýza byla dělána pomocí aplikace na internetové stránce (<http://mkweb.bcgsc.ca/color-summarizer/?analyze>).

### 4.3 Statistické vyhodnocení dat

Získaná data byla podrobena analýze rozptylu s použitím statistického softwaru Minitab 17 (Minitab, Coventry, Velká Británie). Tam, kde bylo zaznamenáno statisticky významného rozdílu, rozdíly mezi daty byly stanoveny pomocí Turkey testu. Významnost byla stanovena na  $p < 0,05$ .

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 5.1 Bramborové hranolky smažené ve fritovacím hrnci

#### Vlhkost

V následující tabulce (tab. 7) jsou zobrazeny výsledky měření vlhkosti vzorků, které byly blanširované při teplotě 70, 75, 80 °C, předsmažené při 160 °C po dobu 3 minut a smažené po dobu 3, 4, 5 minut ve fritovacím hrnci. Uvedené výsledky jsou v hmotnostních procentech se směrodatnou odchylkou.

**Tab. 7: Srovnání vlhkosti vzorků po smažení v olejové lázni**

Vlhkost (%)			
Teplota blanširování (° C)	Čas smažení (min)		
	3	4	5
Kontrola	63,05 ± 1,19	57,62 ± 1,21	56,13 ± 1,28
70	47,25 ± 1,03	38,46 ± 1,31	39,42 ± 0,66
75	43,31 ± 1,49	54,78 ± 1,36	42,61 ± 0,64
80	40,12 ± 1,34	50,88 ± 0,47	38,44 ± 0,56

Z výsledků je patrné, že vzorky, které byly blanširované, obsahovaly ve finálním produktu výrazně nižší procento vody. Tento jev byl dán také tím, že vzorky během předsmažení absorbovaly viditelně větší množství oleje, který následně bránil vysoušení. [56]

Ve srovnání s podobnou prací, kde byl hodnocen vliv různých teplot blanširování a smažení (hranolky byly smaženy při teplotě 180 °C po dobu 1 minuty), vykazovaly vzorky spíše vyšší pokles vlhkosti, což mohlo být dáno i delší dobou smažení. V jiných pracích, kde bylo použito více odrůd, vykazovaly jednotlivé odrůdy různé výsledky při použití stejných podmínek zpracování, je tedy pravděpodobné, že námi zvolená odrůda také velmi ovlivnila výsledek měření. Jak bylo také zjištěno, ztráty vlhkosti jsou úměrné k použité vstupní surovině. Dále se i v jiných pracích potvrzuje, že obvykle s použitím vyšších teplot blanširování a smažení se zvyšují ztráty vlhkosti, což se v této práci u většiny vzorků také potvrdilo [56, 67, 68, 70].

#### Specifická hmotnost

Specifická hmotnost hlízy byla dle výpočtu 1,088 N/m<sup>3</sup>, což odpovídá obsahu škrobu 14,8–15 % a celkovému obsahu sušiny 20,8 - 21 % [66].

Jelikož se jednalo o brambory varného typu C, tak se podobný výsledek dal očekávat a odpovídá varnému typu a doporučení pro užití k výrobě hranolek [5].

### Hmotnostní a objemové změny

V následující tabulce (tab. 8) jsou popsány výsledky měření hmotnostních a objemových změn během technologické úpravy u kontrolních vzorků, kde nebylo použito blanšírování a vzorků, které byly blanšírovány 5 minut při 70, 75 a 80 °C. Zároveň jsou vidět i rozdíly u vzorků s různou délkou smažení (3, 4, 5 minut).

**Tab. 8: Porovnání změn hmotnosti a objemu vzorků před smažením a po smažení**

Vzorek	Ztráta hmotnosti (%)	Ztráta objemu (%)
C_F_3	48,05 ± 0,21	36,99 ± 0,36
BL_70_F_3	61,92 ± 0,84	46,84 ± 0,82
BL_75_F_3	60,54 ± 0,92	51,58 ± 0,74
BL_80_F_3	64,00 ± 0,44	56,38 ± 0,81
C_F_4	44,70 ± 0,75	40,22 ± 0,22
BL_70_F_4	67,71 ± 0,33	60,00 ± 0,89
BL_75_F_4	64,33 ± 1,02	53,19 ± 0,44
BL_80_F_4	65,04 ± 0,25	57,22 ± 0,98
C_F_5	48,20 ± 1,12	38,46 ± 0,53
BL_70_F_5	63,46 ± 0,63	42,86 ± 0,21
BL_75_F_5	66,04 ± 0,98	45,65 ± 0,68
BL_80_F_5	64,55 ± 0,47	44,39 ± 0,84

C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanšírovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanšírováno při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanšírováno při 80°C a smaženo 3 minuty, C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanšírováno při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanšírováno při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanšírováno při 80 °C a smaženo 4 minuty, C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanšírováno při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanšírováno při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanšírováno při 80 °C a smaženo 5 minut.

Dle těchto výsledků je patrný významný vliv blanšírování na hmotnostní i objemové ztráty. V souvislosti s výsledky měření vlhkosti je zde patrné, že hmotnostní ztráty nejsou dány jen ztrátou vody, ale je zde pravděpodobně velký vliv nasáknutí oleje do hranolek. U blanšírovaných vzorků, které obsahovaly menší procento vody, jsou vždy významně větší hmotnostní ztráty, než u kontrolních vzorků. Potvrzuje se tak teorie i praxe z jiných studií, že blanšírování nejen zlepšuje kvalitu hranolek, ale zároveň snižuje spotřebu oleje, což je dáno také tím, že olej vstupuje do hranolek během smažení jako náhrada vody, která během smažení uniká z pozměněných buněčných struktur, kde se po odpařené vodě tvoří

póry, které jsou částečně vyplňovány právě olejem. Blanšírováním dojde ke zmazování škrobu na povrchu hranolek a tím se omezí možnost vstupu oleje do hranolky [56, 69].

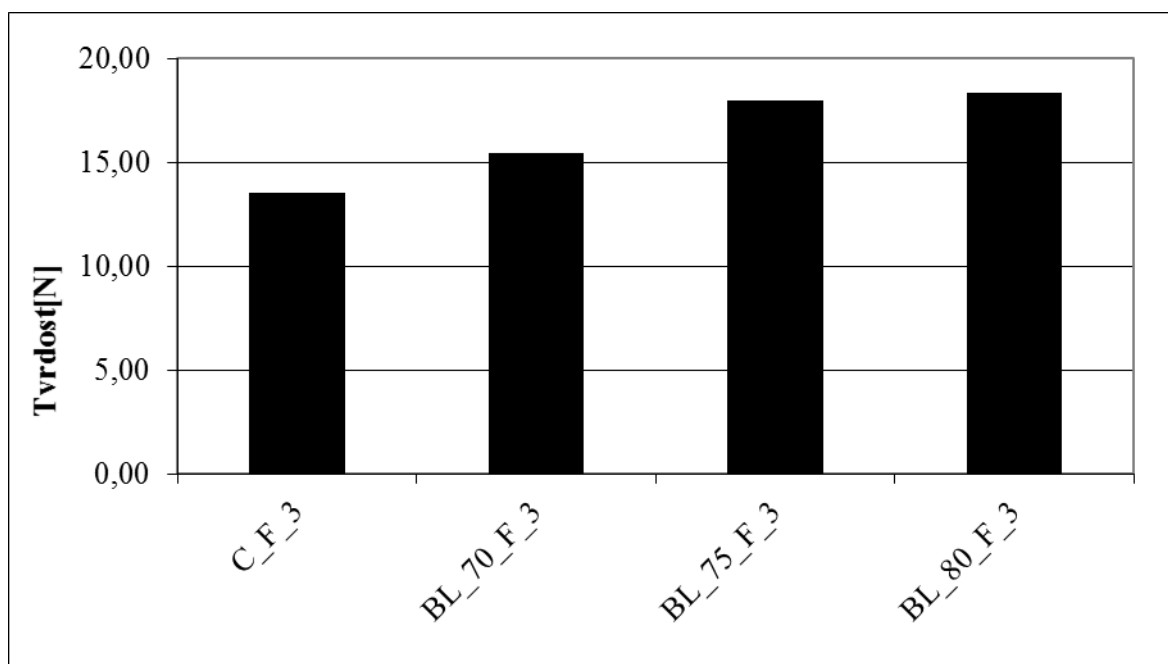
Objemové ztráty jsou také větší u blanšírovaných vzorků, kde je navíc mírně vzrůstající trend zvyšování ztrát při rostoucí teplotě blanšírování. S rostoucí dobou smažení rostly hmotnostní i objemové ztráty.

Ztráty objemu nejsou tak významné v porovnání s kontrolními vzorky jako u hmotnostních ztrát.

### Texturní profilová analýza

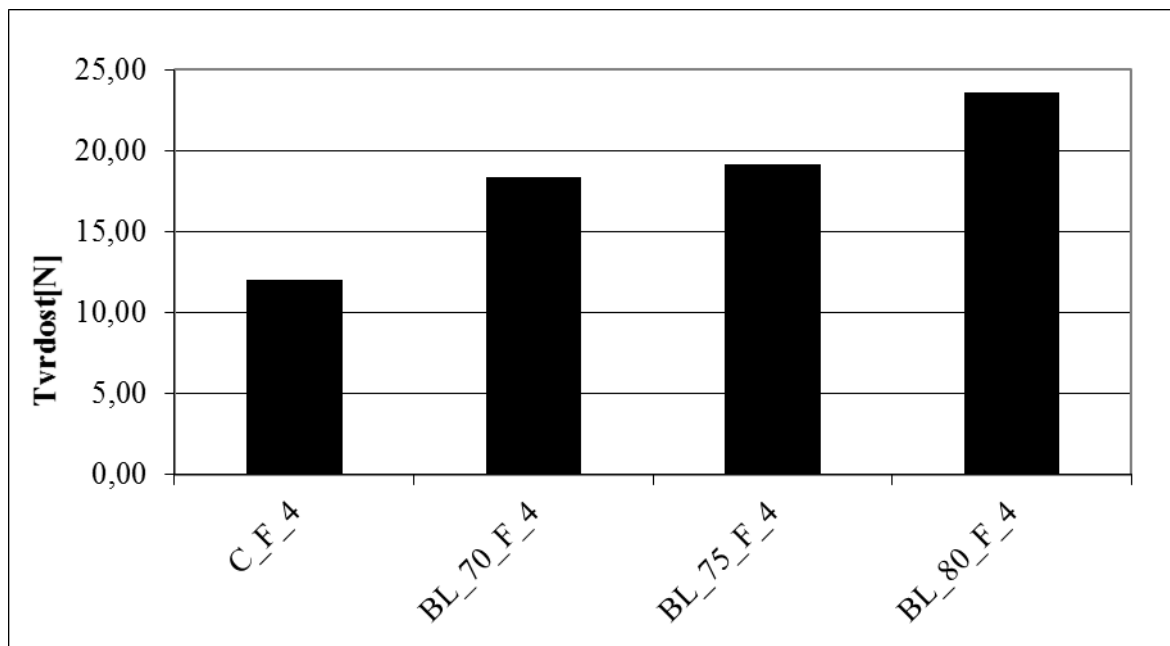
#### *Tvrдость*

Výsledky měření tvrdosti jsou uvedené v následujících grafech (obr. 7, 8, 9, 10), kde je nejdříve znázorněn vliv různých dob blanšírování při jednotné době smažení a v posledním grafu je souhrn všech vzorků.



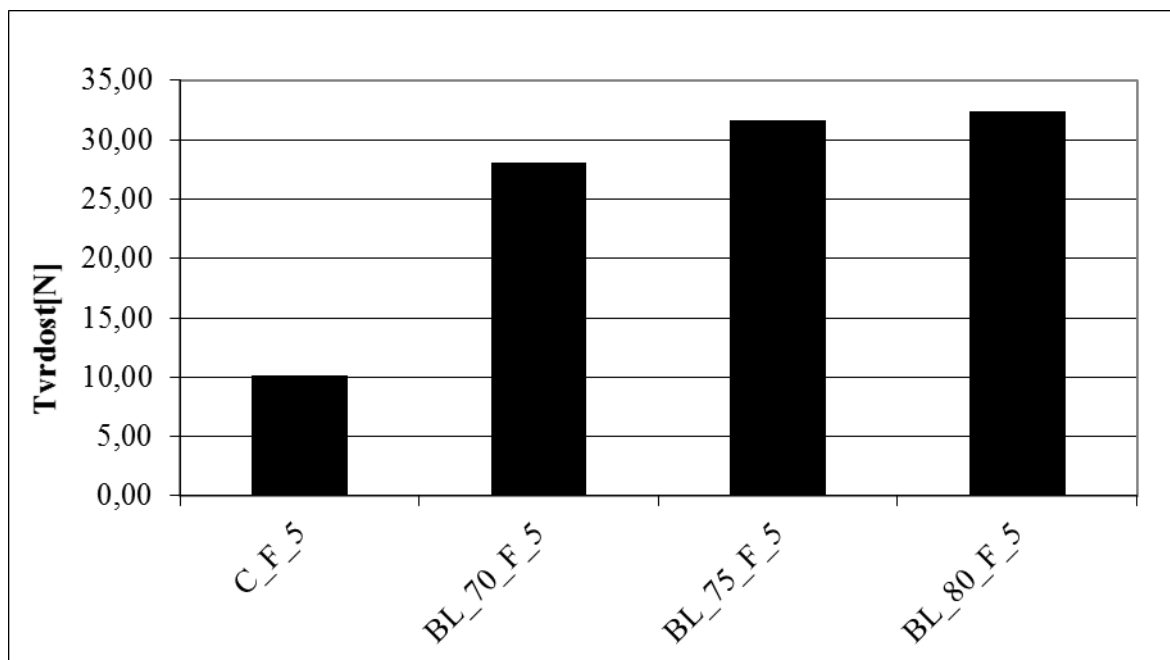
**Obr. 7 Tvrдость vzorků smažených 3 minuty dle použité teploty blanšírování**

C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanšírovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanšírováno při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanšírováno při 80°C a smaženo 3 minuty.



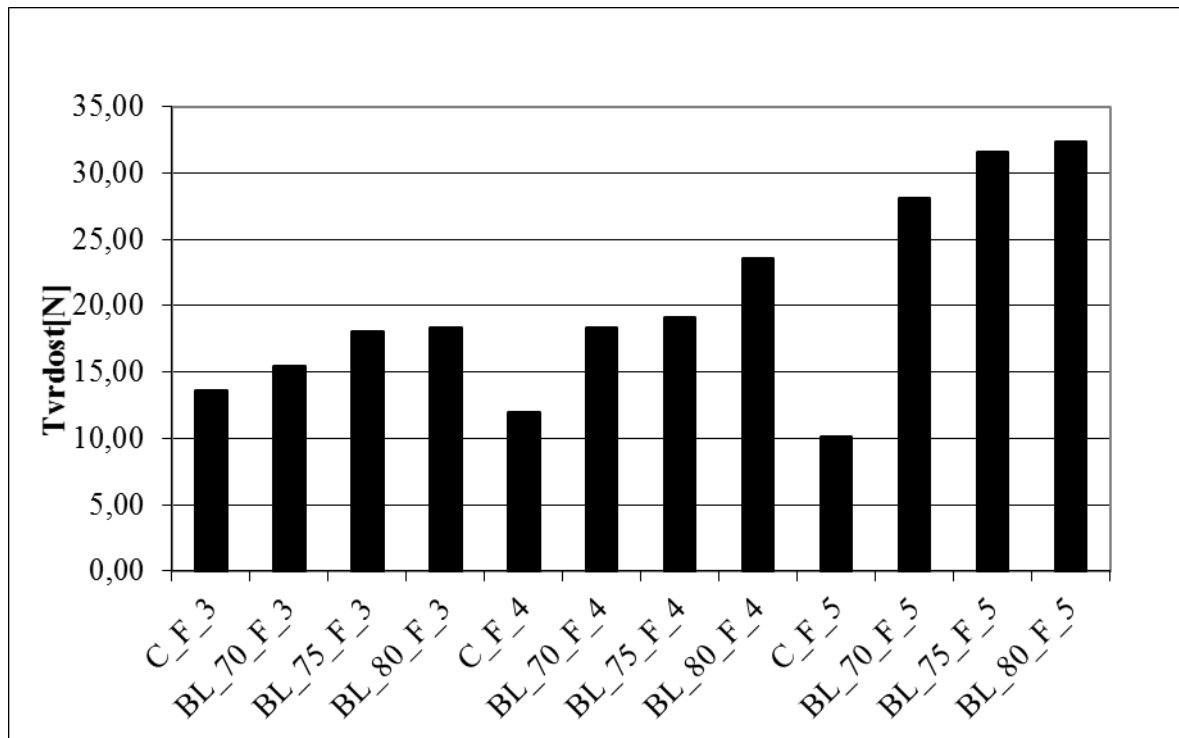
**Obr. 8 Tvrdość vzorků smažených 4 minuty dle použité teploty blanširování**

C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanširováno při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanširováno při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanširováno při 80 °C a smaženo 4 minuty



**Obr. 9 Tvrdość vzorků smažených 5 minut dle použité teploty blanširování**

C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanširováno při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanširováno při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanširováno při 80 °C a smaženo 5 minut.



**Obr. 10 Tvrdość vzorků bramborových hranolek v závislosti na době blanširování a času smažení ve fritovacím hrnci**

C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanširovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanširovaný při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanširovaný při 80°C a smaženo 3 minuty, C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanširovaný při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanširovaný při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanširovaný při 80 °C a smaženo 4 minuty, C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanširovaný při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanširovaný při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanširovaný při 80 °C a smaženo 5 minut.

Jak je patrné z grafů znázorňujících tvrdost jednotlivých vzorků dle použitého tepelného ošetření, tvrdost se zvyšující se teplotou blanširování mírně zvyšuje a s prodloužením doby smažení je zvýšení tvrdosti ještě vyšší, tyto rozdíly nebyly ovšem výnamné. Síla potřebná k proniknutí kůrkou hranolek byla ještě více odlišná u kontrolních vzorků, kde nebylo použito blanširování oproti blanširovaným hranolkám. Tento signifikantní rozdíl se prokázal i v jiných podobných pracích [56, 71, 72].

Tvrdość kůrky je také ovlivněna mazovatěním škrobu během blanširování a karamelizací cukrů během smažení, jak bylo popsáno v jiných pracích [72, 73, 74].

**Lepivost**

V následující tabulce (tab. 9) jsou znázorněny výsledky měření lepivosti dle vybraných parametrů, kde je patrné, že čím vyšší teplota blanširování a čím delší doba smažení, tím se relativní lepivost vzorků snižovala.

**Tab. 9: Relativní lepivost dle způsobu tepelného opracování**

Vzorek	Relativní lepivost	SD
C_F_3	0,15	0,10
BL_70_F_3	0,11	0,22
BL_75_F_3	0,11	0,11
BL_80_F_3	0,08	0,08
C_F_4	0,11	0,19
BL_70_F_4	0,09	0,10
BL_75_F_4	0,04	0,08
BL_80_F_4	0,02	0,26
C_F_5	0,07	0,15
BL_70_F_5	0,05	0,22
BL_75_F_5	0,02	0,31
BL_80_F_5	0,02	0,15

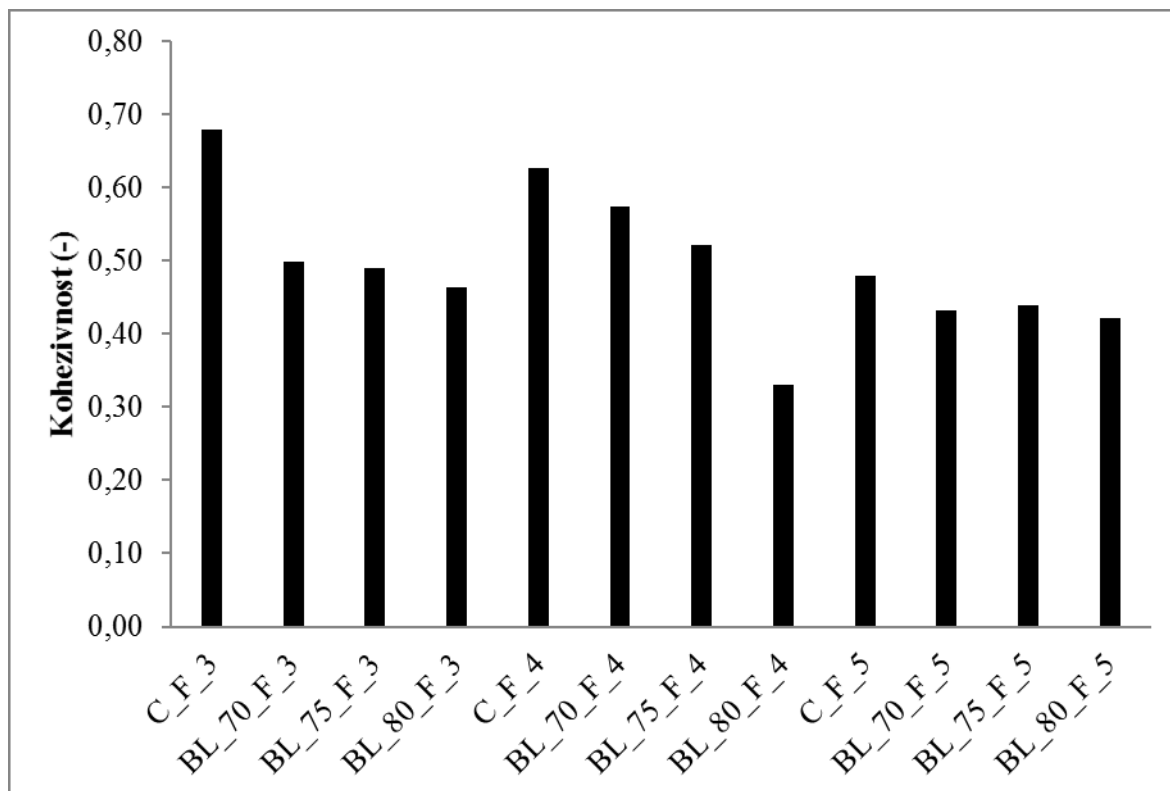
C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanširovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanširováno při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanširováno při 80°C a smaženo 3 minuty, C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanširováno při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanširováno při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanširováno při 80 °C a smaženo 4 minuty, C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanširováno při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanširováno při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanširováno při 80 °C a smaženo 5 minut.

Dle jiných prací je zřejmé, jak se s použitím vyšších teplot blanširování lepivost nejprve zvyšuje díky vyššímu mazovatění škrobu, ale po usmažení lepivost prudce klesne [70, 75].

**Kohezivnost**

Na obrázku číslo 11 je graficky znázorněna kohezivnost podle použitých tepelných ošetření u jednotlivých vzorků. Z grafu je patrné, že blanširování významně snižuje kohezivnost vzorků, ale délka smažení neměla prokazatelný vliv.





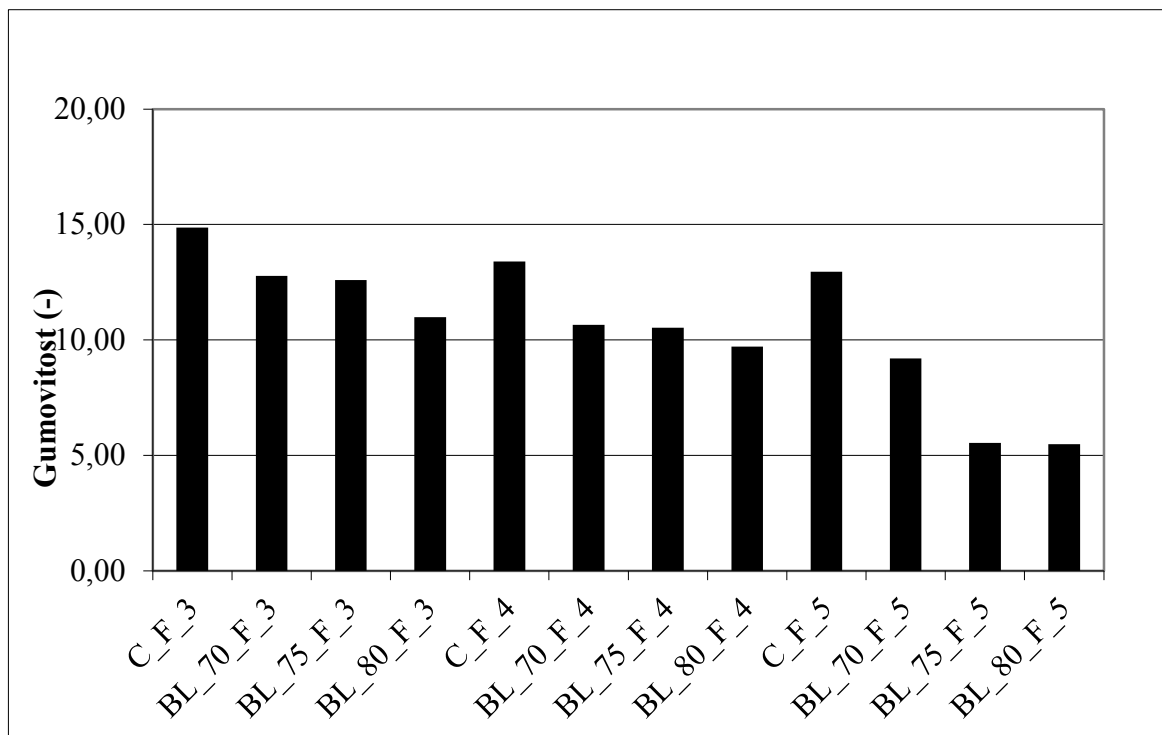
**Obr. 11 Kohezivnost bramborových hranolek dle tepelného opracování**

C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanšírovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanšírováno při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanšírováno při 80°C a smaženo 3 minuty, C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanšírováno při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanšírováno při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanšírováno při 80 °C a smaženo 4 minuty, C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanšírováno při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanšírováno při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanšírováno při 80 °C a smaženo 5 minut.

Dle jiných prací, kde docházelo k tepelnému opracování brambor se ukazuje, že kohezivnost obvykle s tepelným opracováním klesá, čímž se vysvětluje i vyšší pokles při použití blanšírování, kdy dochází k částečnému předvaření hranolek [76, 77].

### ***Gumovitost***

Na následujícím grafu (obr. 12) jsou znázorněny výsledky měření gumovitosti. Ukázalo se, že gumovitost postupně klesá s použitím vyšší teploty blanšírování a zároveň klesá s prodloužením doby smažení. Tento výsledek se dal předpokládat, jelikož gumovitost je přímo úměrná tvrdosti, která se zvyšující se teplotou a dobou smažení také rostla a kohezivnost, která je druhým parametrem ovlivňujícím gumovitost, se nijak významně u blanšírovaných vzorků neměnila.



**Obr. 12 Gumovitost vzorků dle použitého tepelného ošetření.**

C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanšírovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanšírováno při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanšírováno při 80°C a smaženo 3 minuty, C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanšírováno při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanšírováno při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanšírováno při 80 °C a smaženo 4 minuty, C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanšírováno při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanšírováno při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanšírováno při 80 °C a smaženo 5 minut.

### Počítačová analýza obrazu

Po zadání fotografií jednotlivých vzorků na internetových stránkách (<http://mkweb.bcgsc.ca/color-summarizer/?analyze>), byly vyhodnoceny parametry  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Tyto parametry jsou porovnané v následující tabulce (tab. 10).

**Tab. 10: Parametry barevnosti vzorků dle tepelného ošetření**

Vzorek	$L^*$	$a^*$	$b^*$
syrový vzorek	60	-6	57
C_F_3	37	21	45
BL_70_F_3	46	13	53
BL_75_F_3	49	7	52
BL_80_F_3	48	7	51

C_F_4	35	20	37
BL_70_F_4	48	14	54
BL_75_F_4	46	13	50
BL_80_F_4	50	7	51
C_F_5	41	15	45
BL_70_F_5	45	17	49
BL_75_F_5	46	14	50
BL_80_F_5	48	9	47

C\_F\_3 kontrolní vzorek smažený 3 minuty, BL\_70\_F\_3 vzorek blanširovaný při 70 °C a smaženo 3 minuty, BL\_75\_F\_3 blanširováno při 75 °C a smaženo 3 minuty, BL\_80\_F\_3 blanširováno při 80°C a smaženo 3 minuty, C\_F\_4 kontrolní vzorek smažený 4 minuty, BL\_70\_F\_4 blanširováno při 70 °C a smaženo 4 minuty, BL\_75\_F\_4 blanširováno při 75 °C a smaženo 4 minuty, BL\_80\_F\_4 blanširováno při 80 °C a smaženo 4 minuty, C\_F\_5 kontrolní vzorek smažený 5 minut, BL\_70\_F\_5 blanširováno při 70 °C a smaženo 5 minut, BL\_75\_F\_5 blanširováno při 75 °C a smaženo 5 minut, BL\_80\_F\_5 blanširováno při 80 °C a smaženo 5 minut, L\* - intenzita světle, a\* - červenání, b\* - žlutost.

Z tabulky je patrné, že vzorky, které nebyly blanširované, byly výrazně tmavší, než vzorky, kde bylo aplikováno blanširování. Tento barevný rozdíl se postupně zmenšoval s prodlužováním doby smažení. Je zde také patrný vyšší podíl červené barvy a naopak nižší podíl žluté u hranolek bez blanširování. Navíc dle jiných prací bylo prokázáno, že zarudnutí koreluje s obsahem nežádoucího akrylamidu. Co se tedy týče vzhledu hranolek, dá se říci, že hranolky, které byly blanširované, měly atraktivnější zlatavý vzhled a zároveň byly zdravější [56, 78, 79].

Tento jev je dán tím, že blanširováním se vymyje část redukujících cukrů z povrchu a škrob zmazovává, čímž dojde k podstatně nižší karamelizaci na povrchu hranolek a v menší míře probíhají Maillardovy reakce, než je tomu u hranolek bez blanširování. [56, 57, 72, 79].

## 5.2 Srovnání vybraných parametrů při smažení ve fritovacím hrnci a na pánvi

### Vlhkost

V následující tabulce (tab. 11) jsou zobrazeny výsledky měření vlhkosti usmažených vzorků, uvedené v hmotnostních procentech se směrodatnou odchylkou.

**Tab. 11: Vlhkost vzorků smažených na pánvi dle použité teploty blanširování**

Teplota blanširování (° C)	Smažení 5 minut
Kontrola	62,01 ± 0,40
70	55,46 ± 0,26
75	52,89 ± 0,37
80	54,11 ± 0,39

Ve výsledcích je signifikantní rozdíl mezi hranolkami smaženými ve fritovacím hrnci a na pánvi. V následující tabulce (tab.12) je srovnání hranolek smažených 5 minut ve fritovacím hrnci a na pánvi. Dle výsledků v této tabulce není významný rozdíl u kontrolních vzorků, ale u vzorků, které byly blanširované a smažené ve fritovacím hrnci, byl zaznamenán signifikantně vyšší pokles vlhkosti. Jelikož nejsou k dispozici jiné práce, kde by bylo takto smaženo na pánvi, nelze tyto výsledky s ničím porovnat. Důvodem menšího poklesu vlhkosti může být nerovnoměrné smažení na pánvi, kdy hranolky nejsou zcela ponořené v oleji jako ve fritovacím hrnci.

**Tab. 12: Porovnání vlhkosti hranolek smažených ve fritovacím hrnci a na pánvi po dobu 5 minut**

Teplota blanširování (° C)	Vlhkost (%)	
	Smažení v olejové lázni	Smažení na pánvi
Kontrola	53,13 ± 1,28	54,22 ± 1,03
70	39,42 ± 0,66	55,46 ± 0,21
75	42,61 ± 0,64	52,89 ± 0,34
80	38,44 ± 0,56	54,12 ± 0,56

### Hmotnostní a objemové změny

Následující tabulka (tab. 13) zobrazuje hmotnostní a objemové ztráty při různých teplotách blanširování a během smažení po dobu 5 minut. Stejně jako u vzorků smažených ve fritovacím hrnci zde docházelo k postupnému zvyšování se zvyšující se teplotou blanširování. Ztráty ovšem nebyly tak výrazné, což může být opět dáno nižší hladinou oleje, kde nejsou hranolky celé ponořené a smažení tak není rovnoměrné.

**Tab. 13: Hmotnostní a objemové ztráty hranolek smažených na pánvi dle teploty blanšírování**

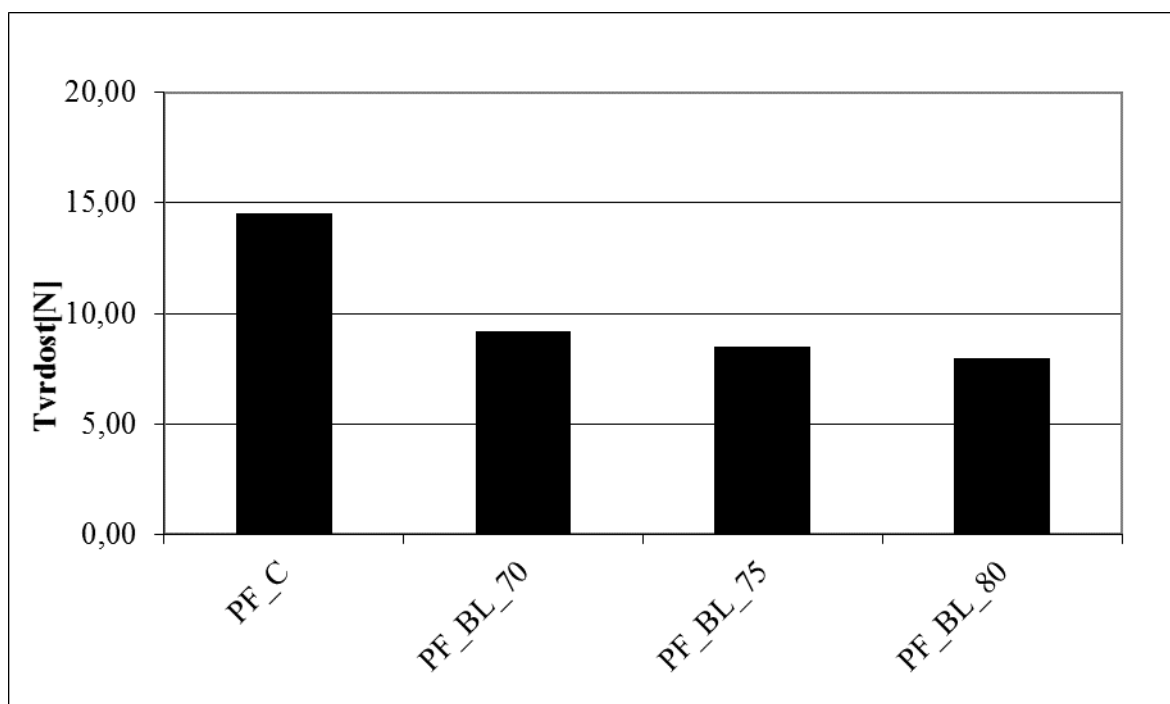
Vzorek	Ztráta hmotnosti (%)	Ztráta objemu (%)
PF_C	40,00 ± 0,28	34,69 ± 0,86
PF_BL_70	53,93 ± 0,51	37,14 ± 0,54
PF_BL_75	60,23 ± 0,19	42,27 ± 0,36
PF_BL_80	59,46 ± 0,79	45,83 ± 0,71

PF\_C kontrolní vzorek smažený na pánvi, PF\_BL\_70 blanšírováno při teplotě 70 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_75 blanšírováno při 75 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_80 blanšírováno při 80 °C a smaženo na pánvi

### Texturní profilová analýza

#### *Tvrdość*

Na následujícím grafu (obr. 13) je zobrazena tvrdost hranolek smažených na pánvi po dobu 5 minut. U vzorků bylo použito různých teplot blanšírování. Vliv blanšírování byl stejně jako u vzorků smažených ve fritovacím hrnci významný, ale ukázalo se, že při smažení na pánvi tvrdost vzorků naopak klesala a pokles byl patrný i s rostoucí teplotou blanšírování. Pokles vlivem rostoucí teploty blanšírování nebyl významný. Jelikož v jiných pracích bylo vždy využito smažení ve fritovacím hrnci nebo vakuové smažení, nelze tento výsledek s ničím porovnat [56, 71].



**Obr. 13 Tvrдость vzorků smažených na pánvi dle teploty blanšírování**

PF\_C kontrolní vzorek smažený na pánvi, PF\_BL\_70 blanšírováno při teplotě 70 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_75 blanšírováno při 75 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_80 blanšírováno při 80 °C a smaženo na pánvi

***Lepivost***

V následující tabulce je zobrazena lepivost vzorků smažených na pánvi dle různých teplot blanšírování. Z tabulky je opět patrný významný rozdíl mezi kontrolním vzorkem, který nebyl blanšírován a ostatními vzorky. Stejně jako v případě tvrdosti se zde měření neshodují s výsledky vzorků smažených ve fritovacím hrnci. Zde vykazoval oproti blanšírovaným vzorkům kontrolní vzorek nižší lepivost.

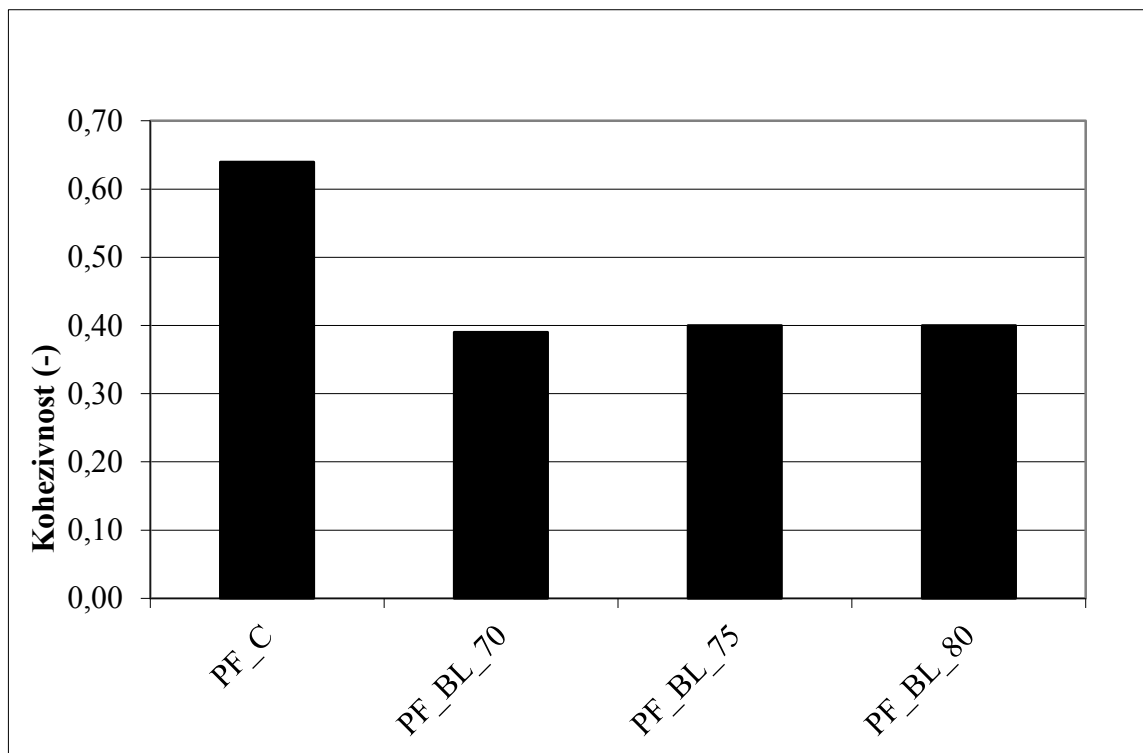
**Tab. 14: Lepivost vzorků smažených na pánvi v závislosti na teplotě blanšírování**

Vzorek	Relativní lepivost	SD
PF_C	-0,27	0,06
PF_BL_70	0,37	0,09
PF_BL_75	0,29	0,06
PF_BL_80	0,56	0,14

PF\_C kontrolní vzorek smažený na pánvi, PF\_BL\_70 blanšírováno při teplotě 70 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_75 blanšírováno při 75 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_80 blanšírováno při 80 °C a smaženo na pánvi

***Kohezivnost***

Z obrázku číslo 14 je patrné, že blanšírování významně ovlivňuje kohezivnost hranolek. Zde byly výsledky v souladu s ostatními pracemi i s výsledky vzorků smažených ve fritovacím hrnci [76, 77]

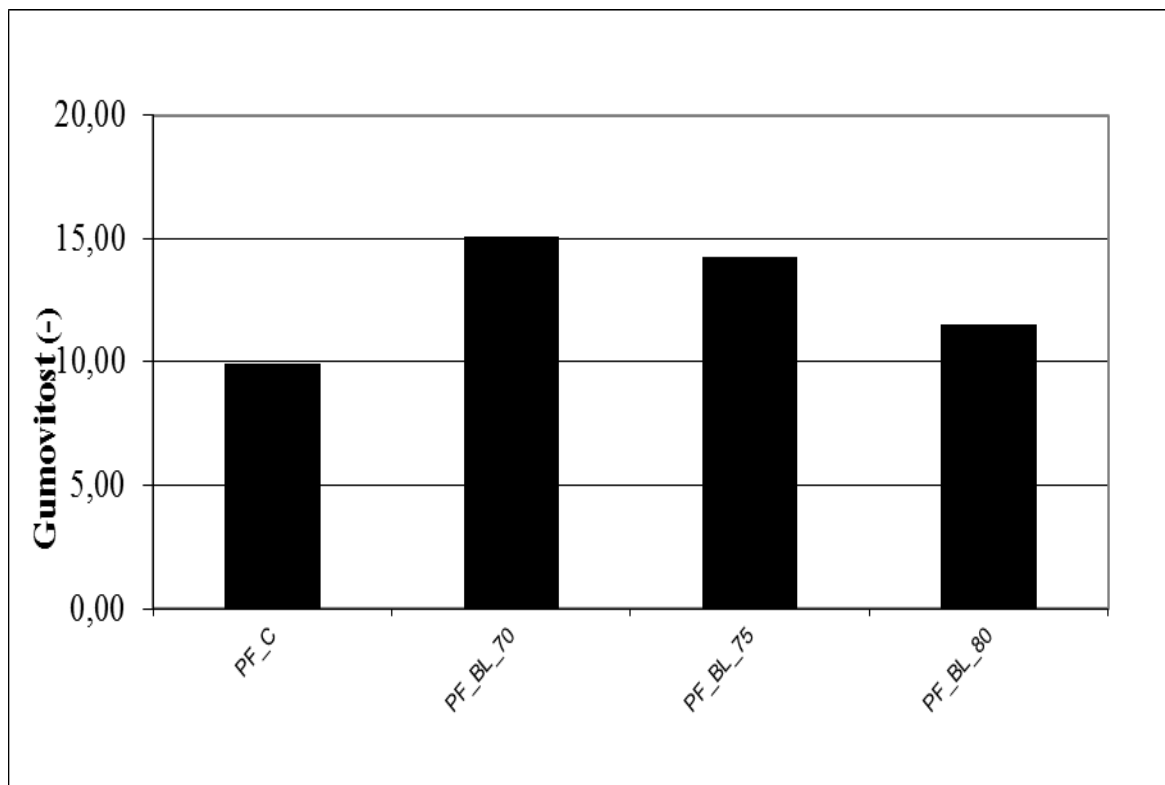


**Obr. 14 Kohezivnost vzorků smažených na pánvi dle teploty blanširování**

PF\_C kontrolní vzorek smažený na pánvi, PF\_BL\_70 blanširováno při teplotě 70 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_75 blanširováno při 75 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_80 blanširováno při 80 °C a smaženo na pánvi

### ***Gumovitost***

V následujícím grafu (obr. 15) je znázorněna gumovitost hranolek, které byly blanširované za různých teplot a smažené na pánvi po dobu 5 minut. Stejně jako u hranolek smažených ve fritovacím hrnci docházelo k poklesu gumovitosti s použitím vyšší blanširovací teploty. Dá se tedy říci, že v rozsahu teplot využitých v této práci platilo, že čím vyšší teplota blanširování, tím nižší gumovitost.



**Obr. 15 Gumovitost vzorků smažených na pánvi dle teploty blanširování**

PF\_C kontrolní vzorek smažený na pánvi, PF\_BL\_70 blanširováno při teplotě 70 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_75 blanširováno při 75 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_80 blanširováno při 80 °C a smaženo na pánvi

Gumovitost hranolek smažených na pánvi také vykazovala opačný výsledek vlivu blanširování na gumovitost hranolek. To se dá opět vysvětlit vlivem tvrdosti vzorů, která měla také opačný výsledek měření, než u hranolek smažených ve fritovacím hrnci.

#### **Počítačová analýza barevnosti**

Po zadání fotografií jednotlivých vzorků na internetových stránkách (<http://mkweb.bcgsc.ca/color-summarizer/?analyze>), byly vyhodnoceny parametry  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . V následující tabulce jsou porovnané parametry jednotlivých vzorků smažených na pánvi.



**Tab. 15: Parametry barevnosti vzorků smažených na pánvi dle tepelného ošetření**

Vzorek	L*	a*	b*
syrový vzorek	60	-6	57
PF_C	42	16	45
PF_BL_70	50	6	51
PF_BL_75	47	11	47
PF_BL_80	43	14	43

PF\_C kontrolní vzorek smažený na pánvi, PF\_BL\_70 blanširováno při teplotě 70 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_75 blanširováno při 75 °C a smaženo na pánvi, PF\_BL\_80 blanširováno při 80 °C a smaženo na pánvi

Stejně jako u vzorků smažených ve fritovacím hrnci a u výsledků jiných prací, vykazovaly vzorky smažené na pánvi obdobné výsledky. Se zvyšující se teplotou blanširování se zvyšovala tmavost vzorků i jejich červenost a zároveň klesala žlutost. Nebyl významný rozdíl mezi vzorky blanširovanými při teplotách 75 a 80 °C a kontrolním vzorkem. Blanširování mělo významný vliv při teplotě 70 °C a lze ho tedy jednoznačně doporučit i u hranolek smažených na pánvi, aby se předcházelo vzniku nežádoucího akrylamidu a docílilo se pro konzumenta příjemné zlatavé barvy [56, 78, 79].

## 6 SESTAVENÍ KONEČNÉ VERZE POSTUPU LABORATORNÍCH ÚLOH

### Úloha 1: Výroba bramborových hranolek

#### Princip

Mezi hlavní faktory ovlivňující kvalitu hranolek patří blanšírování a smažení.

Blanšírování je prováděno ve vodě o teplotě 65–95 °C po dobu několika minut. Následkem blanšírování je inaktivace enzymů, vymývání redukcujících cukrů a mazovatění škrobu na povrchu hranolek. Doba blanšírování se řídí právě jeho obsahem v bramborách. Pokud by neproběhlo blanšírování před prvním smažením, docházelo by k nežádoucímu vyššímu hnědnutí hranolek následkem Maillardových reakcí a zvýšené tvorbě nebezpečného akrylamidu. Během blanšírování dochází k mazovatění škrobu na povrchu hranolek, což jednak sníží spotřebu tuku, zkrátí dobu smažení, ale zároveň i zlepší konzistenci konečného produktu. U hranolek obvykle používáme dvojí blanšírování, kdy právě první blanšírování při nižší teplotě slouží k inaktivaci enzymů a druhé blanšírování při vyšší teplotě podpoří tvorbu kůrky (křupavost) konečného produktu.

Smažení je tepelná úprava, při které je potravina (polotovar) vložen do většího množství tuku rozehrátého obvykle na teplotu 150–190 °C. Během smažení dojde k dostatečnému tepelnému opracování, aby mohly být hranolky konzumovány. Dochází ke změně buněčných struktur, kdy z hranolek uniká pára, a naopak hranolky částečně nasáknou smažicí olej. Pokud vložíme do rozpálené olejové lázně potravinu s příliš vysokým obsahem vody, bude docházet k prudšímu uvolňování vodní páry a většímu bublání nebo i prskání. Hranolky získávají vyšší tvrdost tím, že na povrchu vzniká kůrka. Smažení musí být co nejkratší jen do zlatavé barvy, opět aby se redukoval vznik nežádoucích produktů Maillardových reakcí a tvorba různých rizikových látek.

#### Materiál a pomůcky

Brambory – varný typ C

Olej na smažení

Pitná voda

Nůž nebo škrabka na brambory

Kráječ na hranolky

Fritovací hrnec

Pánev na smažení

Hrnc na blanšírování o objemu minimálně 2,5 l

Váhy s přesností na 0,01 g

Vpichový teploměr

Navážovací nádoby a obracečka

Papírové utěrky

### Postup

1. Před začátkem samotného krájení na hranolky, navažte 1 kg umytých a osušených bramborových hlíz, které následně oloupejte a zvažte zvlášť slupky a zvlášť brambory zbavené slupky. Z toho je poté možno spočítat, jaké jsou potenciální ztráty.
2. Odeberte jednu neoloupanou bramboru a tu zvažte nejprve ve vzduchu na vahách a poté ponořenou v kádince s vodou tak, aby se nedotýkala dna a byla celá ponořená. Z těchto dvou vážení je možno spočítat specifickou hmotnost brambor.
3. Z oloupaných brambor krájejte ručním kráječem hranolky o délce 6–9 cm a hraně přibližně 8 - 9 mm. Proveďte měření vlhkosti a textury.
4. Navažte vzorek o hmotnosti  $100 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ . U naváženého vzorku změřte objem.
5. Vzorek blanšírujte při teplotě  $70, 75$  nebo  $80 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  ve 2 l vody po dobu 5 minut.
6. Následně proveďte ihned druhé blanšírování při teplotě  $95 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 1 minuty.
7. Blanšírovaný vzorek přendejte na podložku, nechte okapat a lehce ho osušte papírovým ubrouskem.
8. Vzorek vložte do fritovacího hrnce s 2 litry fritovacího oleje předeřátého na  $160 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  a smažte po dobu 3 minut. U smažení na pánvi vložte na pánev s  $90 \pm 1 \text{ g}$  oleje.
9. Po předsmažení vzorky vždy nechte okapat a osušte od přebytečného oleje papírovým ubrouskem.
10. Vložte na 20 minut do předeřáté trouby a sušte při teplotě  $75 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
11. Přendejte vzorek do chladničky a chlaďte při teplotě  $5 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 20 minut.

12. Vychlazený vzorek vložte do fritovacího hrnce předehřátého na  $175 \pm 2$  °C a smažte 3, 4 nebo 5 minut. Vzorek smažený na pánvi smažte při  $175 \pm 2$  °C po dobu 5 minut.

13. Po smažení vzorek nechte okapat a lehce osušte papírovou utěrkou.

### Výstupy

Vypracovaný protokol.

## Úloha 2: Analýza vzorků bramborových hranolek

### Princip

Specifická hmotnost je výrazem hustoty a je nejrozšířenějším měřítkem kvality brambor. Je vysoká korelace mezi specifickou hmotností hlíz, obsahem škrobu a celkovou sušinou bramborových hlíz. Tento parametr je velice důležitý i pro kvalitu výsledného produktu a ovlivňuje mnoho technologických procesů včetně smažení a množství absorbovaného oleje během něj. Během experimentu je použita surovina, která se neoloupaná váží nejdříve ve vzduchu a poté ponořena v kádince s vodou.

Výpočet specifické hmotnosti probíhá podle vzorce:

$$\text{specifická hmotnost} = \frac{\text{hmotnost hlízy ve vzduchu}}{(\text{hmotnost ve vzduchu}) - (\text{hmotnost ve vodě})}$$

Výsledek je následně srovnáván s hodnotami v tabulce (tab. 16) a tím se zjistí obsah celkové sušiny a škrobu u syrových brambor.

Stanovení obsahu vlhkosti se provádí gravimetricky dle normy AOAC 984.25 sušením při teplotě  $105 \pm 2$  °C do konstantního úbytku hmotnosti.

Hmotnost a objem je měřen nejdříve u neosmažených vzorků, poté u každého osmaženého vzorku včetně kontrolních. Objem je měřen ponořením vzorku do kádinky plné vody a následně měřením objemu vytlačené vody z kádinky. Z naměřených hodnot je možné vypočítat procentuální ztráty hmotnosti i objemu (následující vzorec).

$$S_v = \frac{V_0 - V_f}{V_0} * 100 \%$$

$V_0$  je původní objem vzorku ( $\text{cm}^3$ ) a  $V_f$  je finální objem vzorku.

Tab. 16

### **Materiál a pomůcky**

Voda

Váhy s přesností na 0,01 g

Odměrný válec

Kádinka na měření specifické hmotnosti a objemu vzorků

Stojan

Provázek

Sušárna

Nůž nebo škrabka na brambory

### **Postup**

Specifická hmotnost

1. Nejdříve zvážíme jednu bramborovou hlízu ve vzduchu (suchou).
2. Tu stejnou hlízu přivážeme na provázek, zavěsíme na stojan a ponoříme do kádinky s vodou umístěné na váze.
3. Z navážených hodnot vypočítáme specifickou hmotnost.

Hmotnostní a objemové změny

1. Hmotnost změříme nejdříve před smažením a poté u smaženého vzorku.
2. Z navážených hodnot spočítáme ztrátu v procentech.
3. Objem změříme ponořením celého vzorku do kádinky, která je až po okraj naplněna vodou.
4. Vodu, která přeteče, slijeme do odměrného válce a tím zjistíme objem.
5. Opět měříme před a po smažení a z naměřených hodnot vypočítáme ztrátu.

Vlhkost

1. Předehřejeme sušárnu na 105 °C a zvážený vzorek sušíme do konstantní hmotnosti.
2. Z hmotnostní ztráty spočítáme procentuální vlhkost.

### **Výstupy**

Vypočítaná specifická hmotnost, vlhkost vzorku a hmotnostní a objemové ztráty.

### Úloha 3: Texturní analýza

#### Princip

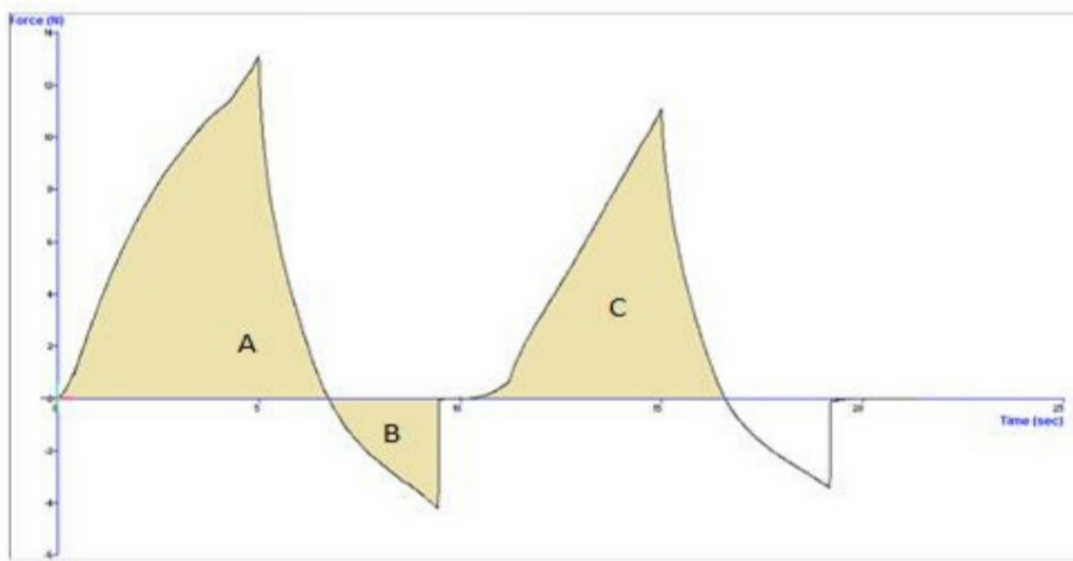
Tvrдость (pevnost) vzorku je definována jako síla potřebná k dosažení deformace vzorku nebo také jako maximální síla dosažená během prvního stlačovacího cyklu. Čím vyšších hodnot dosahuje pík křivky A, tím tvrdší je výrobek a tím více síly je potřeba k jeho deformaci.

Relativní lepivost je stanovena jako poměr absolutní hodnoty záporného píku B k ploše kladného píku A. Relativní lepivost je dána prací potřebnou k překonání přitažlivých sil mezi povrchem sondy a bramborové hranolky.

Kohezivnost je definována jako síla vnitřních vazeb, které tvoří potravinu. Při vyhodnocení je dána poměrem ploch C:A.

Gumovitost je definována jako velikost síly vynaložené na rozkousání polotuhé stravy na stravu vhodnou k polykání nebo je možné ji definovat jako  $G_u = H_a \times C_o$  (gumovitost = tvrdost x kohezivnost). Je charakteristická pro polotuhé potraviny s nízkým stupněm tvrdosti a vysokým stupněm soudržnosti

Na následujícím obrázku je vidět zátěžové křivky, popisující závislosti síly použité k deformaci (N) na čase (s), ze kterých jsou stanoveny tvrdost, lepivost, kohezivnost (soudržnost) a gumovitost.



Tab. 16: Převodní tabulka pro specifickou hmotnost, obsah škrobu a sušiny [66]

Specifická hmotnost (N/m <sup>3</sup> )	Sušina (%)	Škrob (%)
1,084	20,0	13,9
1,085	20,1	14,0
1,085	20,1	14,1
1,085	20,2	14,1
1,085	20,2	14,2
1,085	20,3	14,2
1,086	20,4	14,3
1,086	20,4	14,4
1,086	20,5	14,4
1,086	20,5	14,5
1,087	20,6	14,5
1,087	20,6	14,6
1,087	20,7	14,7
1,087	20,7	14,7
1,088	20,8	14,8
1,088	20,9	14,8
1,088	20,9	14,9
1,088	21,0	15,0
1,089	21,0	15,0
1,089	21,1	15,1
1,089	21,1	15,1
1,089	21,2	15,2
1,089	21,2	15,3
1,090	21,3	15,3
1,090	21,4	15,4
1,090	21,4	15,4
1,090	21,5	15,5
1,091	21,5	15,6
1,091	21,6	15,6
1,091	21,6	15,7
1,091	21,7	15,7
1,092	21,7	15,8
1,092	21,8	15,9
1,092	21,9	15,9
1,092	21,9	16,0
1,092	22,0	16,0

## Materiál a pomůcky

Hotové vzorky hranolek

Texturní profilový analyzátor

Papírové ubrousky

## Postup

1. Z každého vzorku vezmeme 5 kusů hranolek a podrobíme analýze na texturním profilovém analyzátoru TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie). Analýza textury bude provedena dvojnásobnou penetrací vzorku válcovou sondou P70 o průměru 70 mm. Rychlost této sondy činí 0,83 mm/s, deformance 10 %.
2. Srovnáme naměřené hodnoty jednotlivých vzorků.

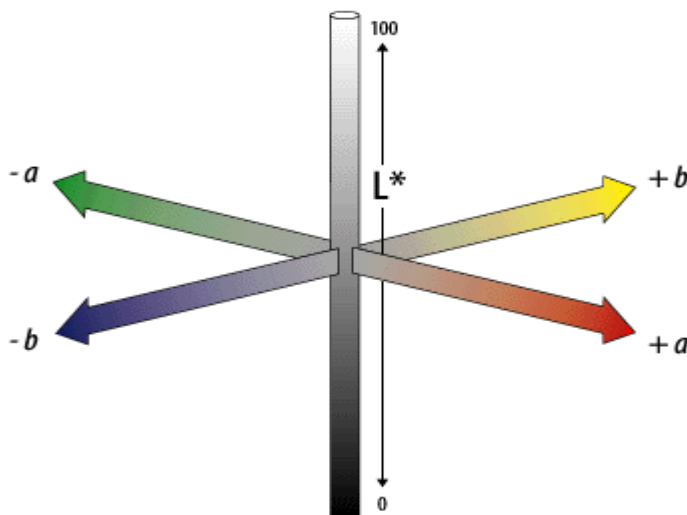
## Výstup

Vypracování grafu z vybraného parametru (tvrdost, relativní lepivost, kohezivnost, gumovitost).

## Úloha 4: Analýza barevnosti pomocí počítačového softwaru

### Princip

Parametry  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  vyjadřují intenzitu světlosti, poměr červená – zelená a žlutá - modrá v daném pořadí. V následujícím obrázku (model barevnosti CIELAB) jsou tyto parametry přesněji popsány.





**Materiál a pomůcky**

Fotoaparát

Bílé pozadí

Počítač s internetovým připojením k analýze fotografií

**Postup**

1. Připravíme si fotoaparát na stativ k bílému pozadí.
2. Každý vzorek vyfotíme a podrobíme analýze pomocí internetové stránky  
<http://mkweb.bcgsc.ca/color-summarizer/?analyze>

**Výstupy**

Tabulka srovnávající jednotlivé vzorky v parametrech  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .

## ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na zkoumání vlivu blanširování při teplotách 70, 75, 80 ± 1 °C po dobu 5 minut a smažení při teplotě 175 ± 2 °C po dobu 3, 4, 5 minut. Byly vyrobeny vzorky dle jednotlivých parametrů, které byly podrobeny analýze fyzikálních parametrů, texturní analýze i počítačové analýze barevnosti z pořízených fotografií.

Na základě naměřených výsledků lze říci, že:

- vzorky, které byly blanširované, obsahovaly ve finálním produktu výrazně nižší procento vody,
- mezi vzorky blanširovanými při různých teplotách nebyl významný rozdíl ve ztrátě vody,
- blanširované vzorky vykazovaly až o 20 % vyšší ztráty hmotnosti oproti kontrolním vzorkům smaženým za stejných podmínek,
- rozdíl ztrát hmotnosti mezi vzorky blanširovanými při různých teplotách nebyl významný,
- délka smažení neovlivnila významně hmotnostní ztráty,
- objem hranolek se s délkou smažení a zvyšující se teplotou blanširování zmenšoval
- ztráty objemu nejsou tak významné v porovnání s kontrolními vzorky jako u hmotnostních ztrát,
- tvrdost se se zvyšující se teplotou blanširování mírně zvyšuje a s prodloužením doby smažení je zvýšení tvrdosti ještě vyšší, tyto rozdíly nebyly ovšem významné,
- kontrolní vzorky vykazovaly významně nižší tvrdost, než blanširované vzorky, což neplatilo u vzorků smažených na pánvi, kde to bylo naopak,
- čím vyšší teplota blanširování a čím delší doba smažení, tím se relativní lepivost vzorků snižovala,
- kontrolní vzorky měly relativní lepivost výrazně vyšší, než vzorky blanširované,
- blanširování významně snižuje kohezivnost vzorků, ale délka smažení neměla prokazatelný vliv,
- gumovitost postupně klesá s použitím vyšší teploty blanširování a zároveň klesá s prodlužováním doby smažení,
- vzorky smažené na pánvi se v texturních vlastnostech často lišily od vzorků z fritovacího hrnce, což bylo dáno tím, že smažení neprobíhalo rovnoměrně,

- neblanširované vzorky vykazovaly tmavší barvu a zároveň větší podíl červené a nižší podíl žluté barvy, což je známkou většího množství redukujících cukrů, které reagovaly během smažení a způsobily nežádoucí hnědnutí.

Závěrem diplomové práce lze s jistotou říci, že vliv blanširování na kvalitu hranolek je nezpochybnitelný. Blanširování zlepšuje jak texturní vlastnosti, tak i vzhled hranolek, který je pro spotřebitele klíčový. Vliv různých teplot použitých při blanširování je také patrný a dá se říci, že s rostoucí teplotou blanširování rostla i kvalita hranolek. Doba smažení je také klíčová, ale je to spíše o preferencích jednotlivých spotřebitelů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] HOUBA, M. et al.. *Poznejte, Pěstujte, Používejte Brambory: Poděkování Albertu Offereinsovi*. 2007. Praha: Europlant šlechtitelská spol. s.r.o..s. 13-16. ISBN 978-80-239-9419-3
- [2] VALENTOVÁ, M.. *Využití produkce brambor*. 1998. Úroda. 46 (11): s. 8
- [3] PRUGAR, J., et al.. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 2008. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s.. s. 70 a 327. ISBN 80-86576-26-4
- [4] HORAN, P.. *Ochrana nutriční hodnoty brambor*. 1988. Výživa lidu. roč. 43. č. 1. s. 9-10.
- [5] MÍČA, B.. *Energetická hodnota brambor*. *Výživa a potraviny*. 1995. roč. 50, č. 1, s. 13-14.
- [6] [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/okopaniny/brambory.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/okopaniny/brambory.htm)
- [7] [http://www.voderek.cz/prirodopis/prirodopis7/dvoud2\\_soubory/image016.gif](http://www.voderek.cz/prirodopis/prirodopis7/dvoud2_soubory/image016.gif)
- [8] CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ, B., HRUDOVÁ, E.. *Pěstování a kvalita rostlin*. Brno: MZLU, 2005, 178 s.
- [9] ČEPL, J.. *Brambory – zdravá potravina*. 2005. Bramborářství. roč. 13. č. 6. s. 20-21.
- [10] MÍČA, B.. *Neenergetické a sensoricky a aktivní látky v hlízách brambor*. 1995. *Výživa a potraviny*. roč. 50, č. 5, s. 130-131.
- [11] PELIKÁN, M., SÁKOVÁ, L.. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 2001. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. 235 s.. ISBN 80-7040-502-3.
- [12] DIVIŠ, J., JŮZA, J., MOUDRÝ, J., VONRYS, J.. *Pěstování rostlin*. 2000. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. 258 s.. ISBN 80-7040-456-6.
- [13] DIVIŠ, J., JŮZA, J., MOUDRÝ, J., VONRYS, J., BÁRTA, J., ŠTĚRBA, Z.. *Pěstování rostlin*. 2010. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. 260 s.. ISBN 978-80-7394-216-8.

- [14] ŽIŽKA, J.. *Situační a výhledová zpráva brambory* [online]. 2015. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky. [cit. 2016-11-13]. ISBN 978-80-7434-267-7. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/437279/SVZ\\_Brambory\\_11\\_2015.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/437279/SVZ_Brambory_11_2015.pdf)
- [15] HONSOVÁ, H.. *Bramborářské dny, 2009*. Zemědělský týdeník. XII. ročník. str. 6–7.
- [16] HOUBA, M.. *Sadba Brambor*. 2003. 1. vyd.. MH Beroun. ISBN 8086720-10-1.
- [17] ČEPL, J.. *Konzumní brambory na poli, zahradě a v kuchyni*. 2009. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský. ISBN 978-80-86940-23-6.
- [18] ČEPL, J.. *Máme rádi brambory: proč jsou brambory zdravé, jak je správně nakupovat i pěstovat, úspěšné projekty PRV a několik osvědčených receptů*. 2012. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky. ISBN 978-80-7434-060-4.
- [19] VOKÁL, B., ČEPL, J., HAUSVATER, E., RASOCHA, V.. *Pěstujeme brambory*. 2003. 1. vyd.. Praha: Grada. Česká zahrada. ISBN 80-2470567-2.
- [20] VACEK, J., BARTÁČKOVÁ, V.. *Skladování brambor: skladování konzumních hlíz pro zpracování na smažené výrobky z brambor*. 2012. Vyd. 1.. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský. Praktické informace. ISBN 978-8086940-39-7.
- [21] AGROEL. *Skladování brambor* [online]. 2007. [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://www.agroel.cz/?go=skladovani-brambor&lang=cs>
- [22] MAYER, V.. *Technologické systémy skladování brambor: metodická příručka*. 2008. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky. ISBN 978-80-86884-39-4.
- [23] Vyhláška č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování
- [23] Vyhláška č. 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách
- [24] DOSTÁLOVÁ, J.. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. 2008. Praha: Forsapi. Stručné informace pro pacienty. ISBN 978-80-903820-8-4.
- [25] BULKOVÁ, V.. *Rostlinné potraviny*. 2011. 1. vyd.. Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. Brno. 162 s.. ISBN 978-80-7013-532-7.

- [26] BRUSH, S.. *Potato. Encyclopedia of Latin American History and Culture*. 2008. vol. 5. s. 326-328.
- [27] KITTIPADAKUL, P., JAIPENG, B., SLATER, A., STEVENSON, W., JANSKY, S.. *Potato Production in Thailand*. 2016. American Journal of Potato Research. vol. 93, no. 4 s. 380-385. ISSN:1099-209X.
- [28] HE, Z., LARKIN, R., HONEYCUTT, W.. *Sustainable Potato Production: Global Case Studies*. 2012. ISBN: 9789400741034
- [29] KŘEPELKA, J.. *Délka vegetace u brambor*. 2011. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/delka-vegetace-u-brambor/>
- [30] ASMAMAW, Y., TEKALIGN, T., & WORKNEH, T. S.. *Specific gravity, dry matter concentration, pH, and crisp-making potential of ethiopian potato (solanum tuberosum L.) cultivars as influenced by growing environment and length of storage under ambient conditions*. 2010. Potato Research. 53(2). 95-109. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s11540-010-9154-1>
- [31] BÁRTA, J., ČEPL, J., DIVIŠ, J., HAMOUZ, K., JŮZL, M., VACEK, J.. *Brambory*. 2008. In: PRUGAR J. (ed.): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Kvasný průmysl. Praha. s. 241 - 261. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [32] ALVANI, K., QI, X., TESTER, R. F., SNAPE, C. E.. *Physico-chemical Properties of Potato Starches*. 2011. Food Chemistry. vol. 125. no. 3 s. 958-965. ISSN:0308-8146.
- [33] KEOGH, J; CLIFTON, P.. *Starch*. 2016. Encyclopedia of Food and Health: Smo-Z, Index. s. 146-152.
- [34] WAGLAY, A., KARBOUNE, S., ALLI, I.. *Potato Protein Isolates: Recovery and Characterization of Their Properties*. 2014. Food Chemistry. vol. 142. s. 373-382. ISSN:0308-8146.
- [35] BÁRTA J., BÁRTOVÁ V.. *Bílkoviny hlíz bramboru (Solanum tuberosum L.)*. 2007. vědecká monografie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. 116 s.. ISBN-978-80-7394-036-2.

- [36] WAGLAY A., KARBOUNE S.. *Potato Proteins: Functional Food Ingredients*. 2016. In: Singh J., Kaur L. (Eds.): *Advances in Potato Chemistry and Technology*. 2. vyd.. Elsevier. London. s. 75 –105.
- [37] DUKE, J. A.. *Handbook of Phytochemical Constituents of GRASS Herbs and Other Economic Plants*. 2001. Boca Raton: FL. CTS Press. 654 s. ISBN 0-8493-3865-4.
- [38] DAVEY, M. W., VAN MONTAGU, M., INZÉ, D., SANMARTIN, M., KANELIS, A., SMIRNOFF, N., BENZIE, I. J. J., STRAIN, J. J., FAVELL, D., FLETCHER, J.. *Plant L-ascorbic acids: chemistry, function, metabolism, bioavailability end effects of processing*. 2000. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 80. s. 825–860.
- [39] ČÍŽEK, M. a kol.. *Možnosti zvýšení obsahu nutričně významných látek v hlízách brambor*. 2007. *Agrochémia*. 51. s. 6–8.
- [40] SCHIEBER, A., STINTZING, F. C., CARLE, R.. *By-products of plant food processing as a source of functional compounds-recent developments*. 2001. *Trend in Food Science and Technology*. 12. s. 401–413.
- [41] POPPR, J.. *Redukující cukry a vztah ke kvalitě lupínků. In Kvalita konzumních brambor. Vliv chemického složení na užité vlastnosti brambor*. 1996. Sborník přednášek. VÚB. Havlíčkův Brod. 11 s.
- [42] PIIKKI, K., VORNE, V., OJANPERÄ, K., PLEIJEL, H.. *Potato tuber sugars, starch and organic acids in relation to ozone exposure*. 2003. *Potato Research*. 46. s. 67–79.
- [43] ČERNÁ, M.. *Nutriční hodnota bramborových hlíz a vlivy působící na její změny*. 2010. Zlín. disertační práce (Ph.D.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [44] RIVERO, R. C., HERNÁNDEZ, P. S., RODRÍGUEZ, E. M. R., MARTÍN, J. D., ROMERO, C. D.. *Mineral Concentrations in Cultivars of Potatoes*. 2003. *Food Chemistry*. vol. 83. no. 2. s. 247-253. ISSN:0308-8146.
- [45] KRÁLÍČEK, J., CHLAN, M.. *Nové technologie a odrůdová agrotechnika – základ konkurenceschopnosti a stability produkce brambor*. 2013. In: MATERIÁL PRO BLOK

ODBORNÝCH SEMINÁŘŮ A POLNÍCH EXKURZÍ [online]., [cit. 2016-12-12],  
Dostupné z: [www.ubscr.cz](http://www.ubscr.cz)

[46] *Technologie zpracování brambor a výroba škrobu*, Anatomická stavba bramborové hlízy [online]., [cit. 2017-02-05], Dostupné z:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=6888&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=6888&typ=html)

[47] *L'histoire de la frite*, online, [cit. 2017-02-07], Dostupné z:  
<http://www.frietmuseum.be/fr/histoire.htm>

[48] HRUBÝ, J.. *Technologie a technika výroby zmrazených potravin*. 1986. Praha: Státní nakladatelství technické literatury

[49] SERPEN, A. GÖKMEN, V.. *Modeling of acrylamide formation and browning ratio in potato chips by artificial neural network*, 2007. Molecular Nutrition Food Research. roč.51. s. 383-389

[50] VORRIA, E. GIANNOU, V. TZIA, C.. *Hazard analysis and critical control point of frying - safety assurance of fried foods*. 2004. European Journal of Lipid Science and Technology. č. 106. s. 759-765

[51] HRABĚ, J., R. GÁL, F. BUŇKA, O. ROP a J. RŮŽIČKOVÁ.. *Základy zbožiznalství potravin*. 2011. Zlín. UTB. ISBN 978-80-7454-118-6.

[52] *Technologie zpracování brambor a výroba škrobu*. Potravinářské výrobky z brambor. [online]., [cit. 2017-02-22]. Dostupné z:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=6892&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=6892&typ=html)

[53] KIREMKO. *Processes. Cutting*. [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:  
[http://www.kiremko.com/en\\_US/processes/procesitem/4-cutting.html](http://www.kiremko.com/en_US/processes/procesitem/4-cutting.html)

[54] KIREMKO. *Bring out the best in your proces*. [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:  
[http://www.kiremko.com/2/entity-file/entity/downloads/field/download/instance/2/download/0/category/1-general-brochures/KIREMKO\\_General\\_Brochure\\_English.pdf](http://www.kiremko.com/2/entity-file/entity/downloads/field/download/instance/2/download/0/category/1-general-brochures/KIREMKO_General_Brochure_English.pdf)

[54] KIREMKO. *Blanching, cooling & cooking. Screw type blancher*. [online]. [cit. 2017-02-28], Dostupné z:



[http://www.kiremko.com/en\\_US/subprocessinglines/subprocessitem/32-screw-type-blancher.html](http://www.kiremko.com/en_US/subprocessinglines/subprocessitem/32-screw-type-blancher.html)

[55] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Color standards for frozen french fried potatoes*. 1988. Fourth edition. [online]. [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <http://www.kingstonfresh.com/img/C-USDA%20Fry%20Color%20Chart.pdf>

[56] NGOBESE, N.Z., WORKNEH, T.S. & SIWELA, M. J.. *Effect of low-temperature long-time and high-temperature short-time blanching and frying treatments on the French fry quality of six Irish potato cultivars*. 2017. *Journal of Food Science and Technology*. vol. 54. s. 507-517

[57] *Téma: Technologie výroby bramborových hranolek*. Informace poskytl Ing. Josef Hlavinka, ředitel firmy Friall s.r.o.. Tábor 22.2.2017

[58] PEŠEK, M.. *Potravinářské zboží*. 2000. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta. ISBN 80-7040-399-3.

[59] PAUL, V., EZEKIEL, R. & PANDEY, R.. *Acrylamide in processed potato products: progress made and present status*. 2016. *Acta Physiologiae Plantarum*. vol. 38. s. 276.

[60] ANONYM. *Křivka texturní profilové analýzy*. Software Texture Exponent Lite (Stable Micro Systéme, Ltd.).

[61] SZCZESNIAK, A. S.. *Texture is a sensory property*. 2002. *Food Quality and Preference*. vol. 13. issue 4. s. 215-225. DOI: 10.1016/S0950-3293(01)00039-8.

[62] ANONYM. *Stanovení texturních parametrů masa a masných výrobků*. 2011. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. [online]., [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: [http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/vy\\_01\\_49.pdf](http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/vy_01_49.pdf)

[63] XIAOJIAN, Q., MIN, Z., ZHONGXIANG, F., HUIHUA, L., QIAOSHENG, S., ZHONGXUE, G.. *Low oil French fries produced by combined pre-frying and pulsed – spouted microwavevacuum drying method*. 2016. *Food and Bioproducts Processing*. vol. 99. s. 109-115.

- [64] TRONCOSO, E., PEDRESCHI, F., ZÚÑIGA, R. N.. *Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying*. 2009. Food science and Technology. vol. 42. s. 187-195.
- [65] YANG, Y., ACHAERANDIO, I., PULOJÀ, M.. *Influence of the frying proces and potato cultivar on acrylamideformation in French fries*. 2016. Food Control. vol. 62. s. 216-223.
- [66] KUMAR, D., EZEKIEL, R., SINGH, B., AHMED, I.. *Conversion table for specific gravity, dry matter and starch content from under water weight of potatoes grown in north-indian plains*. 2005. Potato. s. 79-84.
- [67] BINGOL, G., ZHANG, A., PAN, Z., MCHUGH, T.H.. *Producing lowercalorie deep fat fried French fries using infrared dry-blanching as pretreatment*. 2012. Food Chemistry. 132:686–692.
- [68] PEDRESCHI, F., MOYANO, P.C.. *Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips*. 2005. Lebensmittelwissenschaft und Technologie 38:599–604.
- [69] SAGUY, I., DANA, D.. *Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects*. 2003. Journal of Food Engineering 56:143–152.
- [70] JIMENEZ, M.E., ROSSI, A.M., SAMMÁN, N.C.. *Changes during Cooking Processes in 6 Varieties of Andean Potatoes (Solanum tuberosum ssp. Andinum)*. 2015. American Journal of Plant Sciences. 6. 725-736. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.65078>.
- [71] AGBLOR, A., SCANLON, M.G.. *Processing conditions influencing the physical properties of French fries potatoes*. 2000. Potato Res 43:163–178.
- [72] KITA, A., LISIŃSKA, G.. *The influence of oil type and frying temperatures on the texture and oil content of French fries*. 2005. Journal of Scientific Food Agriculture. 85:2600–2604.

- [73] AGUILERA, J.M., CADOCHÉ, L., LÓPEZ, C., GUTIERREZ, G.. *Microstructural changes of potato cells and starch granules heated in oil*. 2001. Food Research International. 34:939–947.
- [74] LIU, E.Z., SCANLON, M.G.. *Modelling the effect of blanching conditions on the texture of potato strips*. 2007. Journal of Food Engineering. 81:292–297.
- [75] GARCÍA-SEGOVIA, P., ANDRES-BELLO, A., MARTÍNEZ-MONZO, J.. *Textural Properties of Potatoes (*Solanum tuberosum* L., cv. *Monalisa*) as Affected by Different Cooking Processes*. 2008. Journal of Food Engineering, 88, 28-35. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.001>.
- [76] SINGH, J., KAUR, L., MCCARTHY, O.J., MOUGHAN, P.J., SINHG, H.. *Rheological and textural characteristics of raw and par-cooked Taewa (Maori potatoes) of New Zealand*. 2008. Journal of Texture Studies. 39, 210–230.
- [77] SINGH, J., KAUR, L., RAO, M.A.. *Textural Characteristics of Raw and Cooked Potatoes*. 2016. Advances in Potato Chemistry and Technology. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800002-1.00016-9>.
- [78] PEDRESCHI, F., MOYANO, P., KAACK, K., GRANBY, K.. *Color changes and acrylamide formation in fried potato slices*. 2005. Food Research International. 38:1–9.
- [79] PEDRESCHI, F.. *Acrylamide Formation and Reduction in Fried Potatoes*. 2009. Processing Effects on Safety and Quality of Foods. Pages 231–251. ISBN: 978-1-4200-6115-4. DOI: 10.1201/9781420061154-c9.
- [80] ADOBE. *Technical guides - Color model CIELAB*. 2000. Dostupné z: [http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe\\_tg/models/cielab.html](http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Lilek brambor – anatomická stavba.....	13
Obrázek 2: Anatomická stavba bramborové hlízy.....	14
Obrázek 3: Barevný standard dle USDA pro smažené bramborové hranolky.....	31
Obrázek 4: Kiremko – šroubovací blancher.....	33
Obrázek 5: Zátěžová křivka popisující závislosti síly deformace (N) na čase (s).....	40
Obrázek 6: Model barevnosti CIELAB.....	41
Obrázek 7: Tvrdost vzorků smažených 3 minuty dle použité teploty blanšírování.....	45
Obrázek 8: Tvrdost vzorků smažených 4 minuty dle použité teploty blanšírování.....	46
Obrázek 9: Tvrdost vzorků smažených 5 minut dle použité teploty blanšírování.....	46
Obrázek 10: Tvrdost vzorků bramborových hranolek v závislosti na době blanšírování a času smažení ve fritovacím hrnci.....	47
Obrázek 11: Kohezivnost bramborových hranolek dle použitého tepelného ošetření..	49
Obrázek 12: Gumovitost vzorků dle použitého tepelného ošetření.....	50
Obrázek 13: Tvrdost vzorků smažených na pánvi dle teploty blanšírování .....	53
Obrázek 14: Kohezivnost vzorků smažených na pánvi dle teploty blanšírování .....	55
Obrázek 15: Gumovitost vzorků smažených na pánvi dle teploty blanšírování.....	56

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Rozdělení brambor podle délky vegetační doby.....	14
Tabulka 2: Seznam doporučených odrůd pro pěstování v roce 2015.....	15
Tabulka 3: Přípustný výskyt vad u konzumních brambor.....	20
Tabulka 4: Obsah významných látek v bramborové hlíze.....	21
Tabulka 5: Energetická hodnota brambor a bramborových výrobků (ve 100 g využitelného podílu potravin).....	25
Tabulka 6: Převodní tabulka pro specifickou hmotnost, obsah škrobu a sušiny.....	39
Tabulka 7: Srovnání vlhkosti vzorků po smažení v olejové lázni.....	43
Tabulka 8: Porovnání změn hmotnosti a objemu vzorků před smažením a po smažení...	44
Tabulka 9: Relativní lepivost dle způsobu tepelného opracování.....	48
Tabulka 10: Parametry barevnosti vzorků dle tepelného ošetření.....	50
Tabulka 11: Vlhkost vzorků smažených na pánvi dle použité teploty blanšírování.....	52
Tabulka 12: Porovnání vlhkosti hranolek smažených ve fritovacím hrnci a na pánvi po dobu 5 minut.....	53
Tabulka 13: Hmotnostní a objemové ztráty hranolek smažených na pánvi dle teploty blanšírování.....	54
Tabulka 15: Parametry barevnosti vzorků smažených na pánvi dle tepelného ošetření....	56
Tabulka 16: Převodní tabulka pro specifickou hmotnost, obsah škrobu a sušiny.....	63