

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

TEREZA PICKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav technologie potravin



Zpracování brambor na bramborové lupínky

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jindřiška Kučerová, Ph.D.

Vypracovala:

Tereza Picková

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Zpracování brambor na bramborové lupínky

vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. Ing. Jindřišce Kučerové, Ph.D. za cenné rady, ochotu, trpělivost a za čas věnovaný odbornému vedení této bakalářské práce. Dále bych poděkovala Ing. Jitce Mošničkové za poskytnutí informací týkajících se přímo výroby. Také děkuji své rodině a příteli, kteří mi byli při psaní velkou oporou.

ABSTRAKT

Bakalářskou práci na téma „Zpracování brambor na výrobu bramborových lupínků“ jsem zaměřila na technologii výroby chipsů.

V literární části jsem se zaměřila na odrůdy brambor vhodné pro tento výrobek. Dále jsem pokračovala uskladněním a kroky ke vstupu suroviny do výroby. Jednotlivými úseky výroby jsou loupání a odstraňování nečistot z brambor, dále řezání na plátky, blanširování, smažení na rostlinném oleji, solení a nanášení koření v rotujících bubnových strojích až po balení hotového výrobku.

V praktické části jsem popsala laboratorní kvalitativní hodnocení výrobku v závodu Choustník, kde mi byla poskytnuta odborná praxe. V závěru praktické části jsem pomocí dotazníku zjistila preference konzumentů lupínků v ČR.

Závěrečným hodnocením bylo porovnání konzumace chipsů u nás a ve světě.

Klíčová slova: odrůdy brambor, zpracování brambor, chipsy, kvalita

ABSTRACT

Bachelor thesis on the topic „Potatoes processing for the production of chips“ I focused on the production technology of chips.

In the literary section, I focused on potato varieties suitable for production. I continued with storage and processing of raw material inputs into production. Production stages are peeling and removing dirt from potatoes, cutting into slices, blanching, frying on vegetable oil, salting and application of spices in the rotating drum machines followed by packaging and distribution.

In the practical part, I described laboratory of qualitative chips evaluation in the plant Choustník. There I obtained professional experience. At the end of the practical part, I present results of questionnaire, which I used to determine preferences of consumers in Czech Republic.

In the conclusion I compared chips consumption in our country (Czech Republic) with consumption elsewhere in the world.

Key words: potato varieties, potatoes procesing, chips, quality

Obsah

1 ÚVOD.....	8
2 CÍL PRÁCE.....	9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
3.1 Počátek výroby chipsů.....	10
3.1.1 Počátek výroby chipsů u nás.....	10
3.2 Odrůdy vhodné pro výrobu bramborových lupínků.....	11
3.2.1 Odrůdy obecně.....	11
3.2.2 Popis odrůd používaných pro výrobu.....	11
3.3 Definice bramborových lupínků.....	17
3.4 Příjem brambor a jejich uskladnění.....	17
3.5 Laboratorní zkoušky.....	17
3.5.1 Stanovení škrobu podle Ewarse.....	17
3.5.2 Stanovení redukujících cukrů.....	17
3.5.3 Stanovení aminokyselin (asparaginu).....	18
3.5.4 Zbarvení syrových kaší.....	18
3.6 Uskladnění.....	18
3.7 Odstranění hrubých nečistot.....	19
3.8 Loupání brambor.....	20
3.9 Dočištění.....	21
3.10 Výroba bramborových lupínků.....	21
3.10.1 Řezání brambor na plátky.....	21
3.10.2 Blanšírování.....	22
3.10.3 Osušení povrchu plátků.....	23
3.10.4 Smažení.....	23
3.10.5 Přenos tepla v hmotě.....	23
3.10.6 Příjem oleje surovinou.....	24
3.10.7 Vliv surovin a technologických faktorů na strukturu produktů.....	26
3.10.8 Chemické a fyzikální změny v mediu na smažení.....	27
3.10.9 Smažení za atmosférického tlaku a za vakua.....	29
3.10.10 Vakuové smažení.....	29
3.10.11 Systém vakuového smažení.....	29
3.10.12 Smažení za atmosférického tlaku.....	33

3.10.13 Optický třídič.....	34
3.10.14 Solení lupínků a nanášení kořenících směsí.....	34
3.10.15 Balení a skladování lupínků.....	35
3.11 Akrylamid.....	36
4 PRAKTICKÁ ČÁST.....	38
4.1 Kontrola kvality výrobku.....	38
4.2 Dotazníkové šetření o chipsech.....	40
4.2.1 Výsledky šetření.....	41
4.2.2 Zhodnocení výsledků dotazníku.....	43
4.2.3 Konzumace chipsů v jiných zemích světa.....	44
5 ZÁVĚR.....	45
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	46
7 INTERNETOVÉ ZDROJE.....	47
8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	61
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	62

1 ÚVOD

V dnešní moderní době nás obklopuje spousta snackových výrobků na každém rohu – v reklamních spotech nebo v obchodních řetězcích. Mezi nabídku výrobků rychlého občerstvení se řadí bramborové lupínky. Už od počátku vzniku této pochoutky se staly chipsy velmi populární. Nejprve se vyráběly jen jako solené, později s různými a neobvyklými příchutěmi. Sortiment nabízí různé variace, takže si každý konzument vybere produkt, který mu nejvíce vyhovuje. Mezi ty zajímavější můžeme zařadit chili s limetkou, ocet se solí nebo wasabi. Nabídka je dnes obecně velmi bohatá. Nejnovějšími trendy mezi snacky jsou lupínky vyrobené ze zeleniny, jako je mrkev, celer, řepa a jiné. Vyrábí se výhradně vakuovým způsobem, zajišťujícím nižší obsah tuku ve finálním výrobku.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo prostudovat dostupnou literaturu a vypracovat literární přehled, který se zabývá zpracováním brambor na bramborové lupínky.

V úvodní části shrnout informace týkající se příjmu brambor od prvovýrobců, uskladnění a provedení dalších operací potřebným před vlastní výrobou.

V další části popsat jednotlivé fáze vlastní výroby až po balení a skladování výrobků. Popsat problematiku procesu smažení.

V závěru této práce zhodnotit preference dotazovaných spotřebitelů a poskytnout náhled na konzumaci v jiných zemích světa.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Počátek výroby chipsů

První zmínky o výrobě chipsů pochází z roku 1853 ze Saratoga Springs, kde je začal připravovat místní kuchař, původem napůl Indián a napůl černoš, Georg Crumm.

V článku se píše o zákazníkovi, kterého uspokojil šéfkuchař přípravou co nejtenčích smažených bramborových plátek ochucených solí.

Další alternativní vysvětlení vzniku chipsů se datuje roku 1845, kdy byl v knize receptů „*Shilling Cookery for the People*“ uvedený návod na přípravu smažených bramborových plátek nebo hoblinek. Recept naváděl čtenáře k oloupaní velkých brambor, nakrájení na plátky o tloušťce čtvrt palce nebo vytvoření hoblinek loupáním dokola hlízy jako když se loupe citron. Dalším krokem bylo osušit plátky nebo hoblinky čistou látkou a následně smažit na sádle (Wikipedia, 2014).

3.1.1 Počátek výroby chipsů u nás

Počátek výroby chipsů v České republice sahá do roku 1982. V té době začalo spolupracovat JZD Choustník s národním podnikem Zelenina. Díky tomu vznikla první linka na výrobu bramborových lupínků. V roce 1992 došlo k odkupu značného podílu akcií firmou Convent což je dnešní Intersnack. Kupující firma měla v té době bohaté zkušenosti s výrobou slaných snacků v Německu. V roce 1997 Intersnack odkoupil celý závod v Choustníku a následující rok nechal zmodernizovat výrobu.

Produkce chipsů se zvýšila na 25–30. tis tun za rok. Začala se rozvíjet spolupráce asi s 40 dodavateli z území České republiky (Jechoutek, 2011).

3.2 Odrůdy vhodné pro výrobu bramborových lupínků

3.2.1 Odrůdy obecně

Kvalita brambor je znak, který se dá geneticky ovlivnit. Při procesu šlechtění se dbá na to, v jakém průmyslovém odvětví bude hlíza zpracována.

Odrůdy můžeme rozdělit podle délky vegetační doby do čtyř skupin. A to na velmi rané, jejichž délka vegetace je 90–100 dní, rané 100–110 dní, polorané 110 – 130 dní a s dobou nad 130 dní vegetace polopozdní až pozdní odrůdy (Bárta a kol., 2008).

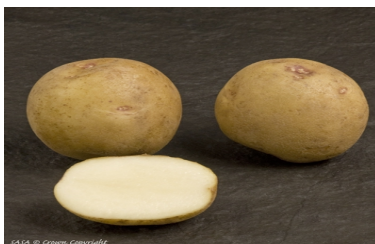
Důležitým kritériem pro odrůdy určené na výrobu smažených bramborových lupínků je obsah redukujících cukrů. Jejich obsah musí být menší než 0,3 %. Obsah sušiny, který zde hraje také důležitou roli, se musí pohybovat v rozmezí 20–26 %. Rozhodujícím ukazatelem jsou podmínky, které si klade zpracovatel. Vhodné je vybírat odrůdy, u kterých nedochází během procesu skladování při 4 °C ke zvýšení redukujících cukrů (Vokál a kol., 2013).

3.2.2 Popis odrůd používaných pro výrobu

Seznam odrůd používaných ve společnosti Intersnack (Jechoutek, 2011).

ATLANTIC

Krátce oválné hlízy s krémovou barvou dužniny i slupky. Povrch slupky se dá popsat jako středně hladký (obr.1). Odrůda je zralá brzy z jara (The British Potato Variety Database, 2014).



Obr. 1 *Atlantic* (Potato council variety database)

LADY ROSETTE

Odrůdu řadíme podle délky vegetační doby jako poloranou až polopozdní (obr. 2). Hlízy jsou střední až menší kulovitěho tvaru s červenou slupkou na povrchu. Barva dužniny je světle žlutá (Katalog odrůd brambor, 1998).



Obr. 2 *Lady Rosette* (Pootgoed)

MUSTANG

Poloraná odrůda, jejíž hlízy mají kulovitooválný tvar, jsou pokryté červenou slupkou (obr. 3). Barva dužniny je světle žlutá (Agrico bohemia s. r. o., 2014).



Obr. 3 *Mustang* (Agrico)

COURAGE

Hlízy polorané odrůdy se světle žlutou dužninou a červenou slupkou (obr. 4), jejich tvar je krátce oválný (Čermák a kol., 2012).



Obr. 4 *Courage (Medipo agras)*

SINORA

Kulovito-oválný tvar hlízy se žlutou barvou dužniny i slupky (obr. 5). Polopozdní odrůda (Agrico bohemia s. r. o., 2014).



Obr. 5 *Sinora (Bruwier potatoes)*

EUOPRIMA

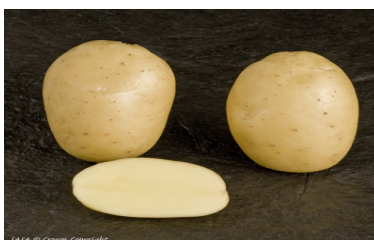
Hlízy kulatého tvaru, s bílou barvou dužniny a světle žlutou, trochu síťovanou slupkou (obr. 6). Odrůda má brzkou zralost a velkou výnosnost. Vhodná ke skladování (Eurogrow suppliers of quality a seed potato, 2014).



Obr. 6 *Europrima* (*Eurogrow suppliers of quality a seed potato*)

LADY CLAIRE

Raná odrůda s krátce oválným tvarem hlízy (obr. 7) a žlutou barvou slupky (Vokál a kol., 2013).



Obr. 7 *Lady Claire* (*Potato council variety database*)

SATURNA

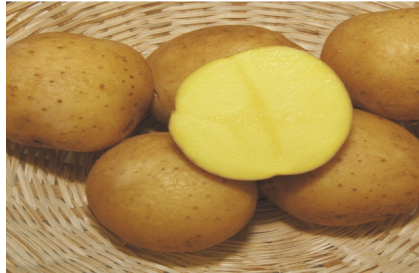
Vegetační doba odrůdy je polopozdní až pozdní (obr. 8). Barva slupky je krémová a tvar hlízy krátce oválný (Vokál a kol., 2013).



Obr. 8 *Saturna* (*Pootgoed*)

KIEBITZ

Hlízy kulovitě oválného tvaru, s žlutou barvou dužniny a žlutou slupkou (obr. 9). Nevýhodou je náchylnost na tvorbu otlaků. Jedná se o brambory s brzkou až střední raností (Norika, 2014).



Obr. 9 *Kiebitz (Norika)*

MARLEN

Odrůda se žlutou slupkou a světle žlutou dužninou (obr. 10) polorané vegetační doby (Katalog odrůd registrovaných v ČR, 2014).



Obr. 10 *Marlen (Agrico)*

OPAL

Kulovité až krátce oválné hlízy s krémovou dužninou (obr. 11). Odrůda se řadí mezi polorané (Čermák a kol., 2013).



Obr. 11 *Opal (Medipo agras)*

OPERA

Poloraná odrůda se žlutou barvou slupky i dužniny (obr. 12). Tvar hlíz je kulovitý až oválný (Medipo agras, 2014).



Obr. 12 *Opera (Medipo agras)*

VERDI

Odrůda brambor poloraného typu (obr. 13). Hlízy mají světle žlutou až bílou dužninu a krátce oválný tvar (Čermák a kol., 2013).



Obr. 13 *Verdi (Medipo agras)*

3.3 Definice bramborových lupínků

Podle vyhlášky 157/2003 Sb. se rozumí výrobkem z brambor, výrobek z brambor konzumních upravených technologickým procesem, zejména loupáním, konzervací, smažením, vařením, drcením, sušením, pro přímou spotřebu nebo další kuchyňskou úpravu.

Smažené bramborové lupínky se vyrobí nakrájením brambor na plátky o tloušťce 1,2–2,0 mm a následně se smaží v rozpáleném oleji na konečný obsah vody ve výrobku 2–3 % (Hřivna, 2014).

3.4 Příjem brambor a jejich uskladnění

Při příjmu dodávek brambor dochází k několika organizovaným hodnocením jako je zjištění čisté hmotnosti, srážek na hmotnosti za nečistoty popřípadě za zhoršenou kvalitu brambor a nejdůležitější zjištění obsahu škrobu (Ružbarský, 2005) a obsahu redukujících cukrů.

Podle výsledků laboratorních zkoušek se brambory uskladní v bramborárně nebo se brambory přímo zpracovávají.

3.5 Laboratorní zkoušky

3.5.1 Stanovení škrobu podle Ewerse

Škrob se převede na opticky aktivní roztok čehož se docílí v zředěném roztoku kyseliny chlorovodíkové ve vodní lázni. Úhel otočení roviny polarizovaného světla se zjistí polarimetrem (ČSN 462200).

3.5.2 Stanovení redukujících cukrů

Při tomto stanovení dochází k redukci roztoku měďnaté soli redukujícími cukry

a přebytek nezreagované mědi se stanoví jodometricky. V kyselém prostředí reaguje měď s jodidem draselným, ze kterého se uvolní jod. Ten se titruje thiosíranem sodným (ČSN 462200).

3.5.3 Stanovení aminokyselin (asparaginu)

Ke stanovení aminokyselin je jako první krok velice důležité hydrolyzovat bílkoviny obsažené ve vzorku a následně jednotlivé aminokyseliny rozdělit. Další stanovení jednotlivých aminokyselin probíhá pomocí plynové chromatografie. Ty se převedou na těkavé estery. Detekce probíhá na plamenovém ionizačním detektoru, kdy nosný plyn je dusík. Díky retenčnímu času a velikosti píku se zjistí koncentrace dané aminokyseliny (Hálková a kol., 2001).

3.5.4 Zbarvení syrových kaší

Hodnocení se provádí pomocí smyslů, tedy vizuálně. Zbarvení syrových brambor po oloupání, strouhání, krájení a jiných zákrocích, kde dochází k enzymovému hnědnutí (Bárta a kol., 2008).

3.6 Uskladnění

Brambory jsou zemědělské plodiny, jejichž převažující složkou je voda, která tvoří asi 70–80 % čerstvé hmoty a škrob s obsahem až 30 %. Vysoký obsah vody způsobuje omezenou skladovatelnost za náročnějších podmínek (Bárta a kol., 2008).

Důležité při skladování je udržet jakost, hmotnost a biologické hodnoty hlíz v co největší míře. Při řízeném skladování se může stát, že vzniknou ztráty okolo 10–20 % v důsledku vnějších i vnitřních vlivů (Buklová, 2011).

Při skladování dochází k přeměně škrobu za pomoci amylolytických enzymů na cukr. Pokud uskladnění probíhá při podmínkách snížené teploty, brzdí se dýchání, ale rozpad škrobu stále probíhá. Neprodýchaný cukr omezením konverze cukru na škrob se v hlíze hromadí při 0–4 °C (Špaldon a kol., 1986).

Používají se nejčastěji dva typy skladování, a to jako volně ložené nebo v ohradových paletách. Sklad musí splňovat dvě podmínky, musí být tepelně izolovaný s dobře fungujícím větracím systémem. Kvalita provětrávání závisí na konstrukci rozvodu vzduchu ve skladu. V zimním období je nutnost také větrat a je velmi důležité aby došlo ke smíchání vnitřního vzduchu s vnějším. Kombinace relativní vlhkosti vzduchu s regulovatelností teploty hlíz zajišťuje, že jsou hlízy vždy na povrchu suché, ale zároveň nedochází k vysušování.

Pro surovinu na výrobu smažených lupínek je nejvhodnější skladovací teplota v rozmezí 8–10 °C (Vacek, 2012).

3.7 Odstranění hrubých nečistot

Čištěním se rozumí proces, při kterém dochází k odstranění kontaminantů na úroveň vhodnou pro další zpracování. Používají se dva typy čištění – čištění mokré a suché. Pro suroviny s větším obsahem vody je vhodný mokrý způsob (Ružbarský, 2005).

Tento proces se vždy skládá alespoň ze tří operací. Prvním krokem, což je předmáčení dochází k uvolnění nečistot ulpělých na povrchu popřípadě odstranění těch největších nečistot (Dostálová a kol., 2014). Zařízení na předmáčení hlíz je tvořeno kovovou nádrží se zúženým koncem, ten pokračuje do vynášecího dopravníku. Jeho úkolem je dopravit přeprané brambory do bubnové pračky. Součástí je také kalové čerpadlo umístěné za vynášecím dopravníkem, kterým se voda nasává a vhání na začátek nádrže (Jech a kol., 2011). Druhým krokem je vlastní praní – odstranění zbylých nečistot a posledním krokem je osprechování suroviny pitnou vodou.

Při přípravě suroviny pro výrobu smažených bramborových lupínek se používá nejčastěji bubnová pračka. Je vhodná pro mytí surovin, které nejsou náchylné na poškození. Tvoří ji nádrž rozdělená na dvě až tři části. Uvnitř je podobně rozdělený otáčející se buben, který je částečně ponořený ve vodě. Lopatky zabezpečují pohyb opíraného materiálu. Přívod vody je v proti směru pohybu suroviny (Jech a kol., 2011).

3.8 Loupání brambor

Potravinářské suroviny se před zpracováním (vstupem do výroby) musí zbavit nepoživatelných nebo hůře požitelných částí. V tomto případě se jedná o slupku (Kadlec a kol., 2013).

K procesu se používají nejčastěji abrazivní loupače. Jedná se o soustavu válců s drsným povrchem umístěných v komoře. Nad komorou se nachází sprchy, které napomáhají dostat slupku z hlízy na dno komory. Pohyb hlízy zajišťuje závitník (Ružbarský, 2005). Abrazivní válce pohání řemen s tichým chodem. Válce jsou vyměnitelné a spolu se závitníkem se pohybují nezávisle na sobě (obr. 14). Rychlost je regulovatelná a volí se tak, aby hlízy byly dokonale oloupané a omyté (Jech a kol., 2011).



Obr. 14 *Stroj na loupání brambor (Potato peeling machine)*

Doba loupání se pohybuje okolo 6 minut a spotřeba vody asi 1–2 m³/h (Ružbarský, 2005).

Výhodou je jednoduchost a univerzálnost zařízení. Produkce odpadu, vhodného pro krmné účely. Další výhodou jsou nízké investiční a provozní náklady. Ale zařízení má i několik nevýhod a to jsou velká spotřeba vody a celkem velké hmotnostní ztráty v porovnání s jinými způsoby loupání (Kadlec a kol., 2013).

3.9 Dočištění

Oloupaná surovina se musí znovu důkladně omýt, prohlédnout a popřípadě odstranit brambory špatné jakosti nebo nedostatky, které nebyly odstraněny v předchozích krocích (Sochor, 1979).

Hlízy se přivádí na inspekční pás, okolo nějž jsou rozmístěny pracovnice popřípadě pracovníci. Kontrolují, vybírají a dočišťují všechny nevyhovující aspekty, které by mohly negativně ovlivnit výsledný produkt (Ružbarský, 2005).

3.10 Výroba bramborových lupínků

3.10.1 Řezání brambor na plátky

Řezání brambor se provádí na tzv. hydrořezačkách. Jsou součástí výrobních linek na zpracování brambor, kde se hlízy krájí na požadovaný tvar. Bramborové hlízy vstupují do výrobních prostor z bramborárny, kde se jako první dostávají do řezaček vstupním otvorem přes spojovací žlab, kuželovitý trychtýř a sacím potrubím jsou čerpadlem a výtlačným potrubím vháněny na nožové bloky. Po vypadnutí na síto, dochází k oddělení vody od plátků (Kadlec a kol., 2013).

Každé zařízení na plátkování má svůj motor, který je ručně říditelný a má měnitelné otáčky. Ve většině provozů se používají rotační řezačky (obr. 15). Pomocí odstředivé síly se přitiskne hlíza na kalibrovací patky. V sekací hlavě se nachází série osmi nožů, na které se brambor tiskne a plátkuje. Plátky putují výsypaným skluzem do oplachovacího zařízení. V oplachovacím zařízení dochází k odstranění uvolněného škrobu na řezných plochách. Pokud by nedošlo k omytí, plátky by při smažení k sobě přilnuly (Sochor, 1979). Tloušťka řezu a ostrost nožů je kontrolována každou půl hodinu. Nože se nebrousí, vyměňují se za nové (ústní sdělení).



Obr. 15 Hlavice na plátkování brambor (Deoband engineering corporation)

Tab. 1 Typy řezů bramborových plátků (ústní sdělení)

Typ řezačky	Tloušťka řezu (mm)	Výrobek	Opatření před smažením
Hladký řez	1,2	standardní řez (Bohemia chips solené)	blanšírování
	2,0	silný řez (Tradiční české brambůrky)	blanšírování
	1,4	střední řez (Farmářské brambůrky)	blanšírování, solná lázeň
Pilovitý řez		vroubkovaný řez (Bohemia vroubkované)	blanšírování
		vlnkovaný řez – tzv. trapezoid (Chio extra deep)	blanšírování, solná lázeň

Tloušťka řezu se volí s ohledem na obsah škrobu v bramboru. Pokud je obsah škrobu větší, volí se tenčí řez ($-0,1$ mm). Naopak u hlíz s nižším obsahem škrobu se volí tlustší řez ($+0,1$ mm) (ústní sdělení).

3.10.2 Blanšírování

Hlavním cílem tohoto kroku je inaktivace enzymů, která musí proběhnout v celém objemu blanšírované suroviny. Účinkem blanšírování se odstraní přebytečné tkáňové plyny, sníží se kontaminace mikroorganismy, zvýší se propustnost tkání a dojde k odstranění sensoricky nežádoucích aktivních látek. Další pozitivum je předeřtání suroviny a tak sjednocení tuhosti a konzistence suroviny před dalším zpracováním (Dostálová, Kadlec a kol., 2014).

Při procesu blanšírování dochází ke změně fyzikálních a chemických vlastností suroviny. Tkáň buněk měknou, zvětšují se buňky a vytlačují z mezibuněčných prostor

vzduch. Buněčné stěny jsou více propustné pro vodní páru při procesu smažení, protože při blanširování dochází ke koagulaci protoplazmy (Hřivna, 2014).

3.10.3 Osušení povrchu plátků

K osušení dochází před nejdůležitějším procesem výroby – smažením.

Pokud z plátků před smažením odstraníme povrchovou vodu, můžeme zkrátit dobu, kterou stráví plátky ve fritéze, dále se tím ušetří energie potřebná k zahřívání oleje a zvýší se kapacita zařízení. K odstranění vlhkosti se používají například vibrační pletivový pás, dá se jím odstranit 19–20 % vlhkosti (Sochor, 1979).

3.10.4 Smažení

Od nepaměti byly rostliny, živočišné produkty upravovány pečením, vařením, restováním nebo smažením, aby byly chutnější a lépe stravitelné. Teplo může být přiváděno z prostředí jako je vzduch, voda nebo olej prostřednictvím vedení (smažení), konvekce (fritování) nebo záření (mikrovlná trouba) (Vitrac a kol., 2000).

Teploty používané pro smažení se pohybují v rozmezí 150–200 °C. Vysoké teploty podporují reakce mezi složkami jídla, jako jsou proteiny a sacharidy, které dehydratují a přijímají olej. V porovnání s vařením v horké vodě, smažení podporuje vznik odpovídajícího vzhledu, textury a aroma (Perkins a kol., 2014).

3.10.5 Přenos tepla v hmotě

Jídlo je těleso s póry naplněné vodou a vzduchem bezprostředně po ponoření do horkého oleje dojde k odpaření zbytků vody z povrchu suroviny, tím dojde k probublávání oleje a následně sušení povrchu (Costa a kol., 2014).

Teplo je přenášeno konvekcí z oleje na povrch suroviny a následně do jeho středu. Voda uvnitř se zahřeje na bod varu a dochází k zvýšení tlaku. V důsledku toho, voda, která je na povrchu opouští plátek a voda z centrální polohy plátku migruje radiálně směrem ven na stěny plátku (Vitrac a kol., 2000). Transportovaná voda je

zodpovědná za chlazení na vnějším okraji suroviny při první fázi smažení. Zajišťuje, aby nedošlo k spálení výrobku. Vlhkost ve vnitřní části produktu, která má být smažena, se zahřívá a dochází k mazovatění škrobu a denaturaci proteinů.

Poté co je vnější zóna plátku dehydratovaná, vytváří se tzv. kůrka, která rozšiřuje své rozhraní až do středu suroviny. Tato porézní sušší oblast se rozšiřuje tak dlouho, dokud voda ze střední části radiálně migruje směrem ven na povrch.

Tloušťka kůrky roste s časem smažení o 0,3–2 mm (Ngdai a kol., 1997, Moreira a kol., 1999). Při smažení bramborových lupínků se zvětšuje oblast kůrky a mizí oblast jádrové zóny. Malá tloušťka a nedostatek volné vody, která se odpařuje, snižuje tlak a dochází k zvýšení teploty materiálu na 100 °C velmi rychle.

Během smažení dochází k přenosu tepla z kůrky do středu. Volná voda se odpařuje při 100 °C. Rozdíl teplot je hnací silou pro přenos tepla (Gertz, 2014).

3.10.6 Příjem oleje surovinou

Množství absorbovaného tuku závisí na hodně faktorech, které jsou spojené se surovinou (chemické složení brambor, typ a kvalita oleje na smažení) a na technologických faktorech. Analýza vlivu chemického složení bramboru na obsah oleje ve výrobku ukázala, že čím mají hlízy vyšší obsah škrobu a sušiny, tím má výsledný produkt nižší obsah tuku (Lisińska a kol., 1989).

Příjem oleje je závislý na době smažení, ztrátě vlhkosti a struktuře smaženého produktu (Alvarez a kol., 2000, Gamble a kol., 1987).

Počáteční stav vlhkosti může být snížen úpravami vstupní suroviny, jako je předběžné sušení při 70–75 °C vzduchem nebo pomocí vakuového sušení (Mariscal a kol., 2008), osmotickou dehydratací (Bunger a kol., 2003), blanšírováním (Sobukola a kol., 2010) nebo kombinací těchto operací (Mariscal a kol., 2008).

Proces absorpce oleje je popsán pomocí několika mechanismů: kontinuální absorpce oleje při výměně tepla mezi médiem, ve kterém smažíme a odpařováním vody ze suroviny a proces absorpce, který nastává v procesu po smažení (Dana a kol., 2006, Vitrac a kol., 2000). Podle prvního mechanismu, ztráta vlhkosti indikuje změny v buněčné stěně smaženého materiálu, což přispívá k vzniku malých kanálek, které obsadí medium na smažení ihned po odpaření vody. Většina tuku je absorbována hned

při prvních 20 sekundách smažení (Moreira a kol., 1997). Druhý mechanismus popisuje absorpci tuku jako jev, který probíhá při chlazení produktu po smažení (Kita, 2014).

V průběhu smažení některé páry způsobují tlak. Tím se přes síť kanálků a kapilár voda dostane mimo surovinu. Voda by měla mít možnost se přepravovat v celé struktuře stejně jako v síti potrubí. Proto je důležité, aby došlo k prohřátí při ponoření suroviny do oleje. Dobrá struktura kůry napomáhá zpoždění ztráty vlhkosti, jinak by byly póry velké nebo by byly zničeny v důsledku vyššího tlaku par. Když je poréznost materiálu nízká, zvýšením tlaku se může výrazně snížit rychlost sušení. U materiálů s křehkými strukturami v důsledku vysokého obsahu vody anebo z důvodu nepřítomnosti buněčné struktury, může být vodní pára tak intenzivní, že volná voda uniká z povrchu bez odpařování (Gertz a kol., 2014).

Olej, který je na povrchu smaženého produktu a částečně proniká dovnitř, je zároveň pořád tlačěn parami ven. Proces probíhá tak dlouho, dokud se neodstraní všechna pára z materiálu. Během chlazení vnitřní vakuum v produktu klesá v důsledku kondenzace a dochází k tzv. vakuovému účinku. To umožňuje tuku proniknout do produktu do omezené hloubky zhruba 1mm (Kita, 2014).

Během smažení nemůže olej pronikat dále do produktu, protože nepřetržitě odpařování páry a vysoký tlak uvnitř to neumožní. Nicméně po odstranění smažené suroviny z fritézy, olej, který ulpívá na povrchu, proniká do pórů, kdy se výrobek ochlazuje a již nedochází k odpařování (Moreira a kol., 1998, Bouchon a kol., 2005).

Asi 80 % oleje se dostane do suroviny až po vyndání z fritézy a během chlazení (Yamasaengsung a kol., 2002).

Vliv teploty na vstřebané množství tuku není jednoznačný. Někteří vědci dokázali, že čím víc se zvyšuje teplota při smažení, tím více se zvyšuje obsah oleje ve výrobku (Krokida a kol., 2000). V dalších výzkumech byl zjištěn opak. To znamená, že vyšší teplota smažení způsobuje nižší obsah tuku ve výrobku (Kita a kol., 2005, Kita a kol., 2002). Uvedený výzkum byl spojen s viskozitou oleje – zvýšením teploty se rozumí snížení viskozity oleje, což vede k nižší absorpci tuku ve smažených výrobcích. Přesto Guillaumin (1988) nenalezl žádný vztah mezi teplotou smažení (v rozsahu 150–180 °C) a obsahem tuku v získaných produktech. Nedostatek jednoznačné korelace souvisí s rozdílnostmi v průběhu popisovaných experimentů (Kita a kol., 2014).

3.10.7 Vliv surovin a technologických faktorů na strukturu produktů

Mezi nejdůležitější sensorické aspekty smažených bramborových výrobků je textura. Lupínky by měly být křehké a křupavé. Texturní změny během smažení jsou výsledkem mnoha chemických, fyzikálních a strukturních změn, které se vytváří v syrové tkáni. (Kita a kol., 2014).

U bramborových lupínků se ukázalo, že v první fázi smažení došlo k změknutí tkáně, která se následně vařila, v druhé fázi se formovala a vytvrzovala kůrka (Pedreschi a kol., 2005). Ačkoli je struktura tvořena při procesu smažení, závisí na různých faktorech, obou materiálech a technologických postupech. Bylo prokázáno, že struktura bramborových lupínků je podmíněna nejen obsahem sušiny a škrobu v bramborových hlízách, ale i obsahem proteinů, neškrobových polysacharidů a ligninu. Pektinové látky, zejména rozpustné pektiny a protopektiny jsou látky tvořící texturu výrobku. Tyto látky tvořící strukturu buněčné stěny, tvoří strukturu nejen suroviny, ale i hotového produktu (Kita, 2002, Tajner-Czopek, 2003).

Textura je také ovlivněna parametry technologického procesu. Při výrobě lupínků se jedná zejména o řezání a blanšírování (Germakhany a kol., 2008, Krokida a kol., 2001). Bramborové lupínky získané z bramborových hlíz jsou charakteristické svou křehkostí a méně tvrdou texturou v porovnání se silnějšími plátky. Tato korelace je přímo spojena s obsahem tuku. Příliš vysoký obsah tuku (více než 40 %) má za následek zhoršení textury, lupínky se stávají více mastné a sotva křupavé, zatímco nízký obsah tuku je odpovědný za to, že jsou lupínky příliš tuhé (Lisińska a kol., 1989).

V dalších pokusech byl srovnán vliv typu media na smažení a teploty smažení na texturu bramborových lupínků (Kita a kol., 2002). Také v tomto případě méně tvrdou strukturu představovaly výrobky smažené v jedlém řepkovém oleji. Bylo možné prokázat obsah kyseliny olejové v mediu na smažení v korelaci s tvrdostí získaných lupínků. S ohledem na vliv teploty smažení, lze konstatovat, že tvrdost textury lupínků byla v negativní korelaci s teplotou smažení – čím vyšší teplota, tím menší tvrdost. Současně bylo prokázáno, že smažení při teplotě 170° C (tj. doporučená teplota – vznik akrylamidu je v menší míře při této teplotě) umožňuje získat produkty dobrých kvalitativních parametrů (Kita, 2014).

3.10.8 Chemické a fyzikální změny v mediu na smažení

Při smažení dochází k řadě komplexních změn a reakcí. Povaha a míra produktů závisí mimo jiné i na složení oleje, způsobu smažení, teplotě smažení, délce procesu smažení a typu smažené potraviny. Dochází ke zvýšení kyselosti, zvýšení obsahu celkových polárních látek, polymerovaných složek, snížení jodového čísla nebo obsahu polynenasycených mastných kyselin a dále dochází k ztmavnutí barvy oleje. Všechny tyto změny jsou typickým indikátorem degradace oleje při zvýšených teplotách (Recommendation, 2000).

Při smažení je olej vystaven vlhkosti z potravin, vzduchu a vysokým teplotám. Proto se předpokládá, že voda v potravinách způsobuje hydrolytické reakce během smažení a to má za následek zvýšený obsahu volných mastných kyselin (FFA), diacylglycerolů a glycerolů (Marquez – Ruiz, 1995, Tasioula – Margari a kol., 1996). Obsah FFA nekoreluje s dobou smažení (Gertz, 2004, Fritsch, 1981, Mankel, 1986, Gertz, 2000, Wegmuller, 1994). Oxidace nenasycených mastných kyselin vede k vzniku těkavých krátkých fragmentů (C6, C7) a netěkavých oxidovaných monomerních složek (Dobarganes a kol., 2000).

Mnoho reakcí probíhá při teplotě 170–200 °C po dobu smažení. Mohou být klasifikovány jako hydrolýzy, izomerace, oxidace, di a polymerační reakce (Frankel, 1998). Termooxidativní degradace mastných kyselin se vyskytuje během dlouhé doby vytápění oleje a může se projevit špinavou příchutí (Billek, 2000). Tento tuk je těžko stravitelný a způsobuje střevní potíže. Nicméně je částečně stráven a v lidském organismu může vést k některým toxikologickým obavám (Dobarganez, 2003). Během několika desetiletí bylo odbourávání tuků a olejů podrobně prozkoumáno.

Kromě rozkladu mastných kyselin během smažení dochází k degradaci i jiných menších složek jako jsou steroly (Winkler a kol., 2008) a tokoferoly (Rossi a kol., 2007).

Trans mastné kyseliny (TFA) jsou nenasycené mastné kyseliny alespoň s jednou nebo více dvojnými vazbami v poloze trans. Většina přirozeně se vyskytujících mastných kyselin mají dvojnou vazbu v poloze cis nebo v izolované poloze. Nicméně, trans dvojně vazby jsou stabilnější než cis dvojně vazby a vyplývají z reakcí, kde je zajištěna dostatečná aktivační energie. V teplotních experimentech byla izomerace dvojně vazby značně potlačena přidáním různých antioxidantů pod proudem dusíku

(Tsuzuki, 2010). Při teplotách smažení vyšších jak 200 °C může být také dvojná vazba posunuta do sousední polohy, kde mohou být vytvořeny konjugované systémy (Destailats a kol., 2002). Běžný proces smažení při 170–180 °C do značné míry nezvyšuje obsah TFA. Vysoký obsah TFA negativně působí na lidské zdraví, podporuje ukládání LDL cholesterolu a snižuje hladinu HDL cholesterolu, tím dochází k vzniku onemocnění srdce (Mozaffarian a kol., 2009).

Stejným způsobem se chová CLA vytvořená z kyseliny linolenové. CLA obsahuje dvě konjugované vazby, které se nacházejí mezi 8-14 uhlíkem v řetězci v polohách (cis, cis), (cis, trans), (trans, cis), (trans, trans) (Juanéda a kol., 2003). Při smažení o teplotě 180 °C po dobu 10 topných cyklů nedochází k navýšení ani k podstatným změnám. Nicméně při zahřívání na vysoké teploty okolo 220 °C se obsah CLA zvyšuje v rafinovaném slunečnicovém oleji na 1-1,3g/100g oleje a izomery CLA (9-trans, trans-11) a (10-trans, trans-12) s dvěma dvojnými vazbami v poloze trans byly identifikovány jako hlavní (Juanéda a kol., 2003, Sebedio a kol., 1988). Literatura uvádí prospěšnost CLA, jako jsou pozitivní účinky proti obezitě, prevence kardiovaskulárních chorob, prevence rakoviny, příznivé působení na imunitní systém. Nicméně se uvádí i negativní účinky, jako je zvýšení oxidačních markerů, homeostázy glukózy a poškození jaterní funkce (Dilzer a kol., 2012).

Mastné kyseliny s více než jednou dvojnou vazbou v uhlíkovém řetězci mohou tvořit pěti až šesti četné cykly při smažení za použití vysokých teplot okolo 200 °C. Cykly mohou být uzavřeny intermolekulárně nebo intramolekulárně s nebo bez heteroatomů (Sébedio a kol., 1989, Chritie a kol., 2000).

Mastné kyseliny s krátkým řetězcem jsou kyseliny se 7 – 8 atomy uhlíku v řetězci. Jsou tvořeny v malých množstvích v průběhu degradace a oxidací matných kyselin (Peers a kol., 1979). V prvním kroku se kyslík připojí k nenasycené mastné kyselině. Touto reakcí se získá peroxid vodíku, ten se rychle rozloží za podmínek smažení a vytvoří alkoxid. Alkyoxyradikál se může pomocí homolytického štěpení rozdělit a navázat kyslík na každý uhlík. Dodatečně vytvořené aldehydy se částečně odpaří během smažení (Márquez-Ruiz a kol., 1996). Obsah lze snadno analyzovat spolu se složením mastných kyselin což je jedna z metod analýz nejčastěji prováděných v lipidových laboratořích.

3.10.9 Smažení za atmosférického tlaku a za vakua

Smažení se obvykle provádí za atmosférických podmínek, při teplotě 165–190 °C. Problém, který vzniká nejčastěji je nadměrné ztmavnutí u produktu, který není ještě zcela uvařený (Moreira a kol., 1999).

V současné době se spotřebitelé více zajímají o zdravé produkty, které dobře chutnají. Smažené výrobky jsou vyráběny za použití dnes nehydratovaných olejů, které neobsahují žádné nasycené tuky a žádné trans tuky (Da Silva a kol., 2008).

3.10.10 Vakuové smažení

Vakuové smažení je proces, který se provádí za tlaku hluboko pod úrovní atmosférického pokud možno nižší jak 50 torr (6,65 kPa). Navíc vakuově smažené produkty mají více zachovanou nutriční hodnotu, mají lepší barvu (Da Silva a kol., 2008, Shyu a kol., 2001, Fan a kol., 2005, Perez-Ticono, 2008) a degradace oleje je v porovnání se smažením za atmosférického tlaku snížena (Aladedunye a kol., 2009, Shyu a kol., 1998). Nicméně je velmi důležité aplikovat proces odolejování, aby nedocházelo k absorpci oleje na povrchu (Moreira a kol., 2009).

3.10.11 Systém vakuového smažení

Vakuová fritéza je složena ze čtyř částí: 1) nádoba na smažení, 2) vakuové pumpy, 3) mechanismus odolejování, 4) kondenzátory. Nádoba se stává z topného tělesa, termostatu, koše, ve kterém je výrobek umístěn a víkem, kde se nachází měřič vakua. Kapacita oleje je 5 litrů (Moreira, 2014).



Obr. 16 Vakuová fritéza (*Vacuum frying.com*)

Mechanismus odolejování je centrifuga, kde motor připojený tyčí ke koši otáčí produkt při konstantních otáčkách po dobu jedné minuty. Kondenzátor je tepelný výměník spirálovitého tvaru, kde kondenzuje jakákoli pára přicházející z fritézy, než se dostane do čerpadla. Je to nezbytné pro ochranu čerpadla, vodní pára by mohla poškodit mechanismus a nastala by kavitace.

Operace vakuového smažení se skládá ze šesti kroků: 1) vytopení oleje, 2) vložení suroviny do koše a uzavření víka, 3) evakuace nádoby do 10 torrů (1,3 kPa) a vložení suroviny do oleje, 4) smažení produktu do doby, než bude mít požadovanou vlhkost, 5) zvedání koše z oleje a odolejování, 6) natlakování nádoby a otevření víka (Moreira, 2014).

Množství oleje ve výrobku záleží na provozních parametrech odstředivky (rychlost, doba, pozice chipsů v koši). Příliš mnoho oleje je nežádoucí, ale produkt s malým obsahem oleje není chutný a pocit v ústech není takový, jako u vysoce kvalitního smaženého produktu (Nunes a kol., 2009).

Mnoho společností v Asii a Evropě navrhlo různé komerční velikosti vakuových systémů na smažení. Tyto systémy mohou být dávkové nebo kontinuální. Komerční dávkový systém může smažit 50–100 kg bramborových lupínků za hodinu (I-Tung Machinery Industry, 2013).

Jelikož k vakuovému procesu smažení dochází v dutém válci, dá se říci, že vakuové smažení je v podstatě dávkový systém s omezeným výkonem (obr. 16). Dokonce i největší zařízení o rozměrech 12 m na výšku a 3 metry na šířku mohou vyprodukovat pouze 350 kg za hodinu. Dalším aspektem je to, že jsou systémy drahé (Higgins, 2011).

Florigo vakuový systém pracuje nepřetržitě (Flo-mech, 2013). Vakuová pánev na smažení je zavedená v nerezovém vakuovém válci, kam je surovina zavedena pomocí natáčecího zařízení. Dopravník bere hotové smažené produkty z fritézy ven směrem k výstupu. V uzavřené komoře se nachází na výstupu vakuová trubice, která zabraňuje vstupu vzduchu do vakuové zóny. Speciální dopravníkový systém dováží produkt z jedné zóny do druhé. Podtlak je vytvářen vakuovým čerpadlem. Systém na smažení také obsahuje zařízení na cirkulaci oleje a filtrační systém přizpůsobený zvláštním podmínkám vakuového smažení. Tato zařízení jsou vybavena odstředivkami na odolejování po smažení. Odstředivky jsou umístěny ve vakuovém nástavci na vakuové fritéze. Velmi důležitým rysem výrobní linky je kontrolní systém PLC. To

jsou dotykové monitory pro monitorování a řízení výrobní linky. Kapacita tohoto zařízení je asi 350 kg za hodinu bramborových lupínků. Některé aplikace vyžadují dvoufázový systém smažení. V tomto případě je surovina předsmažena za normálního atmosférického tlaku a pak podrobena vakuovému smažení dokud není dosaženo finální vlhkosti výrobku. Při dvoustupňové fázi smažení je kapacita 1 500 kg bramborových lupínků za hodinu (Higgins, 2011).

Během vakuového smažení, mechanismy přenosu hmoty lze rozdělit do pěti období: odtlakové, ponorné smažení, odolejování, přetlakování a chlazení (Yagua a kol., 2011). V období odtakování je výrobek umístěn v prostoru v plynu v nádobě na smažení, dokud hodnota tlaku neklesne a nespustí se druhá etapa. V dalším kroku (ponoření do oleje) dochází k přenosu hmoty a tepla: konvenční teplo je vedeno z oleje na povrch výrobku a z povrchu výrobku do středu výrobku, voda se odpařuje z výrobku, ale množství oleje je absorbováno. Poté co skončí smažení, jsou výrobky vyndány z media a drží se v horní části nádoby. Způsob odolejování se provádí v odstředivce, při kterém dojde k odstranění oleje z povrchu výrobku. Pak se změní vakuum na normální prostředí a v tomto období dochází k chladnutí výrobku. Jakmile se v prostoru pro smažení objeví atmosférický tlak, víko se otevře, výrobek se odstraní z nádoby a nechá vychladnout při normální pokojové teplotě. Výrobek se ochladí v průběhu přetlakového kroku. Dochází k změně tlaku v pórech, které jsou redukovány. Dochází také ke vzniku rozdílných tlaků mezi povrchem výrobku a středem což je hnací síla pro olej, který vniká z povrchu do výrobku (Moreira, 2014).

Jakmile je výrobek odstraněn z olejové lázně, dochází k ulpění oleje na povrchu výrobku. Tento olej stéká do té doby, dokud je výrobek ve vakuu. Olej nemůže vniknout do produktu, protože mu v tom brání tlak uvnitř pórů potraviny. Odstředivka se používá k urychlení doby odolejování. Je-li vakuum přerušeno před procesem odolejování dojde k tomu, že všechny olej bude vtažen do pórů potraviny (Moreira, 2014).

Vyšší hladiny vakua vedou k rychlejšímu vývoji kůrky a tím k rychlejší absorpci oleje v důsledku ztráty hydrofilnosti syrových brambor během procesu. Z tohoto důvodu byla zvýšena absorpce při zvýšeném podtlaku. Počáteční vzrůst oleje (150 s) v bramborových lupíncích byl vyšší při nižším tlaku než při vyšším podtlaku. Nižší podtlak zvýšil rychlost odpařování vody a absorpci oleje (Moreira, 2014).

Další způsob jak snížit obsah oleje ve vakuově smažených chipsech se týká předúpravy před vlastním smažením. Předúprava se používá ke snížení obsahu počáteční vlhkosti a k zachování původní kvality zpracované hlízy. Kim a Moreira (2013) smažili předupravené bramborové lupínky za normálního atmosférického tlaku při teplotě 165 °C po dobu 210 s. Plátky brambor byly blanširovány nebo namáčeny v 3,5% roztoku NaCl při 25 °C po dobu 5 minut. Namáčení bylo účinnější než blanširování, pokud bezprostředně po smažení dojde ke kroku odolejování. Samotné blanširování nemá žádný významný účinek na obsah oleje ve výrobcích. Předopracování plátků z brambor 3% roztokem chloridu sodného mělo za následek 10-54% absorpci oleje za 0-60 s před odolejováním při 350 otáčkách za minutu. Předúprava pomocí NaCl snížila počáteční obsah vlhkosti v průměru o 23 % a tím snížila konečný obsah oleje v chipsech po usmažení. Prodloužení doby chlazení mělo za následek větší absorpci oleje podle očekávání (Kim a kol., 2013).

Pedreschi a kol. (2005) uvedli, že blanširování bramborových plátků způsobuje želatinaci škrobu, což má za následek vznik mikrostruktury s významným vlivem na zvýšení příjmu oleje po smažení. Někteří autoři uvádí, že blanširování při nižších teplotách blanširovací vody (55–70 °C) aktivuje pektin-esterázový enzym a výsledné reakce vedou ke snížení pórovitosti. Tím se sníží i obsah oleje ve výrobku (Aguilar a kol., 1997).

Proces přetlakování hraje významnou roli v absorpci oleje. Moreira a kol. (2009) zjistili, že proces odolejování musí být proveden ve vakuu kde dochází ke smažení. Zjistili, že 14 % oleje bylo lokalizováno v jádru suroviny a zbývajících 86 % obsahu oleje bylo na povrchu suroviny. Mechanismus odstředování se používá k odstranění povrchového oleje a je tak možno snížit obsah oleje až o 80 %. Pokud je použito odolejování ve vakuovacím zařízení, dojde k podstatnému snížení obsahu oleje. Bez mechanismu odolejování by měly vakuově smažené chipsy větší obsah oleje (Da Silva a kol., 2008). Bez procesu odolejování může být obsah tuku ve výrobku až 40 % (Garayo a kol., 2002, Troncoso a kol., 2009). Pokud je použita odstředivá síla k odstranění povrchového oleje za vakua, je možné snížit obsah oleje na 6% (Yagua a kol., 2011). Důležitými aspekty jsou délka doby, kdy se provádí odstředování a poloha lupínků spojená s osou směru odstředování. Odolejování v horizontální poloze lupínků může snížit obsah oleje na 18-28 %. Nicméně při odolejování ve vertikální poloze až na 7 % oleje (Padney, 2010).

Obecně platí, že vakuově smažené výrobky si zanechávají svojí barvu a chuť díky nižším teplotám při smažení a dochází k menší oxidaci oleje během smažení. Nejdůležitější texturní vlastností chipsů je křehkost. Křupavé výrobky by měly být pevné a snadno křupnou při ohybu (Krokida a kol., 2001).

3.10.12 Smažení za atmosférického tlaku

Proces výroby bramborových lupínků popisuje Sochor (1979). Ke smažení dochází v pravoúhlé nádobě, kam je vháněn spolu s bramborovými plátky olej, který neustále cirkuluje. Na druhém konci nádoby na smažení vychází lupínky spolu s použitým olejem. Ten se přečišťuje v nádobě přes filtrační síto z perforovaného kovu nebo přes košové síto. Odstředivkové čerpadlo, které je připojené k čistící nádrži vede olej do trubkového výměníku tepla.

Během smažení dochází k přijmutí oleje plátky a tak i k jeho úbytku, proto musí být vedle fritézy rezervní nádrž s olejem. Při výrobě se udržuje stálá hladina smažícího media, díky regulačnímu panelu. Do fritézy se doplňuje olej z výměníku a přečištěný olej z čistící nádrže.



Obr. 17 *Kontinuální fritéza (potatopro.com)*

Bramborové plátky vstupující do fritézy (obr. 17) plavou na povrchu oleje, zde se udržuje teplota oleje okolo 180 °C (ústní sdělení) a jsou do dalších částí posouvány rotujícím válcem. Následujícím úsekem fritézy je rotující kolo. Jeho úkolem je, aby plátky zůstaly co nejdéle v první části, kde je nejvyšší teplota oleje. Poté je velmi snadné dosmažit produkt na konci nádrže. V konečné fázi na výstupu z nádrže, kde je teplota oleje okolo 150 °C (ústní sdělení), jsou umístěny perforované košíky rozmístěné

na válcové hřídeli horizontálně nad hladinou oleje. Plátky jsou posouvány od druhého kola pod hřebel, která mají na spodní části kovové hroty a dojde k ponoření nebo obrácení plátků. Poslední fází je krátké dosmažení v kotli.

Lupínky jsou dvěma pásy dopravovány do solícího / kořenícího zařízení. První pás je vibrační, díky němu dojde k odstranění přebytečného oleje. Druhý pás je pouze dopravníkový.

3.10.13 Optický třídíč

Přístroj má za úkol vytřídit nevhodně vypadající lupínky z hlediska barvy. Usmažené lupínky prochází po dopravníku třídíčem vybaveným optickým detektorem snímající obraz výrobku a procesorem, v němž se obraz snímáný z dopravníku porovnává se standardem. Pokud by se naskytl nevyhovující částice, vzduchovou tryskou by byla přesunuta do odpadu (Radix systém ltd, 2015).

3.10.14 Solení lupínků a nanášení kořenících směsí

Zařízení k aplikaci soli / koření se skládá z násypky se žlabovým válcem u otvoru spodní části násypky. Množství soli / koření je ovládáno vyměnitelným břitem umístěným na násypce. Z břitu se ochucující směs pohybuje do rotujícího válce, v němž se dostane na povrch lupínků. Díky rotaci a vnitřním zubům válce dojde k rovnoměrnému rozprostření po lupíncích (ústní sdělení). Na každých 100 kg lupínků se aplikuje 1,5-2 kg soli (Sochor, 1979).

Většinou se používá sůl s velmi jemnými krystaly o zvláštní jakosti spojená např. s antioxidanty.

Glutamáty se aplikují spolu s kořením nebo solí. Zintenzivňují chuť a doporučená dávka použití je jeden díl glutamátu sodného na deset dílů soli nebo koření.

3.10.15 Balení a skladování lupínků

Po ochucení v rotačním válci putuje produkt k zabalení. Dobré je, aby lupínky během přepravy k balicímu zařízení vychladly, proto jsou před vážením a samotným balením ponechány maximálně 4 hodiny v úschovných bunkrech. Nemohou zde být déle, došlo by k zhoršení jakosti výrobku. Další výhodou bunkru je, že se při výměně folií a přejezdu na nový výrobek nemusí zastavovat celá výrobní linka (ústní sdělení). Lupínky se pomocí násypek z bunkrů dostávají k vázicímu a balicímu zařízení. Před baličkou jsou umístěna síta na vytrídění zlomků s průměrem oka síta 16 mm (ústní sdělení). K balení se používají průhledné i neprůhledné obaly uzavírané pomocí tepelného automatického zařízení. Balení probíhá pod ochrannou atmosférou dusíku, ten zabraňuje oxidaci tuku v lupíncích, a tím prodlužuje trvanlivost. Dalším důvodem použití ochranné atmosféry je zabránění polámání (ústní sdělení). Dusík se řadí do aditivních látek, nese označení E941 (Velíšek, 2002).

Z hlediska zachování dlouhodobé jakosti výrobku jsou velmi vhodné neprůhledné obaly. Zamezí se prostupu světla, které urychluje destrukci tuku ve výrobku. Infračervené nebo tepelné účinky slunečních paprsků zvyšují teplotu výrobku v obalu a tak jejich stárnutí a žluknutí. Destrukce chipsů způsobená světlem je přímo úměrná průchodnosti světla balicím materiálem.

Nejčastěji se jedná o vrstvené hliníkové folie, které mají spoustu pozitivních vlastností pro ochranu výrobku. Jsou nepropustné pro plyny, zamezují přístup světla k výrobku, nepropouští aromatické látky, zajišťují stálost při nízkých i vysokých teplotách, jsou odolné vůči klimatickým vlivům a mikroorganismům (Keclík, 1974).

Jednotlivé baličky jsou ukládány do kartonových krabic. Jsou skladovány při teplotě 0–40 °C v centrálním skladu v Choustníku, odtud jsou chipsy převáženy do ostatních skladů nebo přímo do prodejen. Společnost Internsnack a. s. má 6 distribučních středisek v ČR. Zahraniční odběratelé převezmou až 3000 palet týdně. Společnost je schopna zajistit zboží, které si zákazník objedná v systému výroby a převoz kamiony na požadované místo (ústní sdělení).

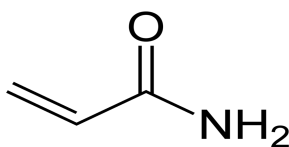
3.11 Akrylamid

Akrylamid (obr. 18) nebo jinak amid kyseliny akrylové dále také prop-2-enamid se vyskytuje v širokém spektru smažených, pečených, a jinak tepelně ošetřených potravin připravených zejména ze surovin rostlinného původu bohatých na škrob.

U akrylamidu bylo prokázáno, že se jedná o potencionální karcinogen (Johnson a kol., 1986, Friedman a kol., 1995) a vykazuje mutagenní účinky (Segeberback a kol., 1995). Po konzumaci se rovnoměrně distribuuje v organismu a zároveň absorbuje (Velíšek a kol., 2009). V současné době je známé, že akrylamid patří mezi tzv. kontaminující látky, které vznikají přítomností vhodných prekurzorů a za vhodných podmínek zpracování (Matthaus a kol., 2014).

Akrylamid je v potravinách tvořen tzv. Maillardovou reakcí asparaginu (aminokyselinou) v přítomnosti s určitými dikarboxylovými sloučeninami různého původu jako jsou redukující cukry (Mottram a kol., 2002, Stadler a kol., 2002), ale také sacharosa může působit jako prekurzor pokud dojde k její hydrolyze (Stadler a kol., 2002, De Vleeschouwer a kol., 2009). Asparagin je aminokyselina důležitá pro růst rostlin, redukující cukry jsou přirozenými metabolity organismu rostlin, jejich obsah je velmi proměnlivý.

K tvorbě akrylamidu je zapotřebí teploty okolo 120 °C a omezené vlhkosti (Granvogl a kol., 2004, Biedermann a kol., 2003, Amrein a kol., 2004). Pokud je výstupní vlhkost produktu nižší, je obsah akrylamidu ve výrobku vyšší. Při vyšší teplotě smažení a nižší vlhkosti je opět zvýšeno riziko vzniku akrylamidu. Vlhkost produktu se udržuje okolo 1,5 % a na základě toho se řídí průtok bramborových plátků výrobní linkou a teplota ve fritéze. Když je vlhkost překročena, klapky za fritézou se otevřou a lupínky nedojdou k ochucení a následnému balení. Vyhazují se jako odpad (ústní sdělení). Při smažení chipsů dochází k významné korelaci teploty a její stálosti se vznikem akrylamidu a současně s barvou výrobku.



Obr. 18 Vzorec akrylamidu (Velíšek, 2009)

Slibným způsobem jak snížit obsah kontaminantu (akrylamidu) je odstranění prekurzorů ze suroviny vhodnou předúpravou brambor před zpracováním s cílem odstranit asparagin a redukující cukry. Jedním ze způsobů je blanšírování a namáčení, ale je důležité při těchto operacích mít na paměti kvalitu výrobku, protože s prekurzory jsou odstraněny i cenné látky rozpustné ve vodě – vitaminy (Matthaus a kol., 2014).

4 PRAKTICKÁ ČÁST

Díky povinným praxím, které byly součástí výuky, jsem měla možnost sledovat technologický proces výroby bramborových lupínků a zúčastnit se kontroly kvality výrobků.

4.1 Kontrola kvality výrobku

Každý den se odebírají od balících stojů hotové sáčky s chipsy, u kterých se kontrolují důležité ukazatele kvality – senzorické hodnocení, stanovení obsahu soli a nánosů koření, tuk a vlhkost, hmotnost, zlomky, volný prostor a velikost balení, zbytky slupek a výskyt tmavých skvrn.

Senzorické hodnocení

Hodnotícími znaky se stávají: tvar, barva, vůně, chuť, konzistence a rovnoměrnost koření. Pro každý úsek hodnocení se používá bodový systém od 1 do 3, kdy 3 je nejhorší.

Stanovení obsahu soli

Stanovení je založeno na přímé titraci dusičnanem stříbrným za použití chromanu draselného jako indikátoru. Metoda poskytuje velmi přesné výsledky, pokud se pH roztoku pohybuje v rozmezí 6,3–10,5 (Analýza léčiv). Výsledek titrace v mililitrech se dosadí do rovnice a vypočte se obsah soli v procentech.

Zjištění množství nánosů koření na lupíncích

Nejprve se stanoví obsah soli podle Mohra v nenakořeněném výrobku, dále v nakořeněném výrobku a nakonec v koření. Pomocí vzorce se vypočte procento nánosů koření na lupíncích .

Vlhkost

Znak ovlivňující množství soli v lupíncích. Stanovení probíhá pomocí automatických halogenových vysoušeček při navážce 10,5–11,5 g vzorku a teplotě 120 °C.

Tuk

Obsah se určuje na speciálním přístroji nicoletu.

Hmotnost balíčků

Zjišťuje se zvážením plného balíčku na analytických vahách a odečtením hmotnosti prázdné folie.

Zlomky v balení

Zvážení úlomků, které projdou kulatými otvory o určitém průměru ve speciálním přístroji za daný čas. Vydělí se hmotností sáčku a vynásobí 100. Výsledek je uváděn v procentech.

Volný prostor v balení

Při stanovení se použije metr. Změří se délka sáčku od sváru ke sváru, poté se sáček otevře, vytlačí se ochranná atmosféra a změří volný prostor od sváru k lupínkům. Hodnoty se vzájemně vydělí a výsledek vynásobí 100.

Tmavé skvrny

Vznik indikuje smažení. Určují se ručním vybráním a vážením lupínků se skvrnami.

Zbylé slupky

Vyskytují se při nedokonalém oškrábání na bubnových nebo prutových škrabkách při procesu čištění brambor než jdou do výroby. Zbylé slupky se stejně jako tmavé skvrny určují ručním výběrem a vážením.

Kontrola oleje

Dále se při kontrole jakosti odebírají vzorky oleje z fritéz. U něj se stanovují volné mastné kyseliny, pomocí 50 ml směsi roztoku ethanolu s etherem a fenolftaleinem. K 50 ml směsi se přidají 4 kapky hydroxidu sodného, směs se promíchá a přilije ke vzorku oleje. Smísí se a titruje znovu roztokem hydroxidu draselného do růžového zbarvení. Spotřeba roztoku KOH se dosadí do vzorečku.

Dále se u oleje určuje peroxidové číslo. Tento ukazatel je důležitý zejména ze senzoričského a nutričního hlediska. Z hlediska senzoričského dochází k vzniku nepříjemné chuti a pachu díky přítomnosti aldehydů a ketonů. Z hlediska nutričního se v tuku při oxidaci hromadí meziprodukty, jako jsou peroxidy a nízkomolekulární mastné kyseliny. Ty dále oxidují a snižuje se nutriční hodnota. Peroxidové číslo charakterizuje obsah vytvořených tukových peroxidů a hydroperoxidů. Udává množství kyslíku schopného oxidovat jodid na jód za podmínek metody. Vyjadřuje se v µg aktivního kyslíku v 1 g tuku.

Barva a velikost lupínků

Na začátku každé směny se odebírají vzorky lupínků před soličem. U těchto lupínků se musí stanovit barva a velikost aby se zjistilo, jestli jsou dané brambory vyhovující pro určitý typ výrobku. Tyto dva ukazatele se stanovují na přístroji, který se nazývá AgtroScop, kde se brambůrky rozloží na papír tak, aby se vzájemně nedotýkaly a vyfotí se. Fotku zaznamená počítačový program, který vyhodnotí průměrnou velikost. Pro stanovení barvy se musí brambůrky rozlámat a znovu vyfotit. Program pak vyhodnotí barvu. Tímto programem se také zjišťuje přibližné množství akrylamidu.

Všechny zjištěné hodnoty se zapisují do sešitů a do počítačového systému.

4.2 Dotazníkové šetření o chipsech

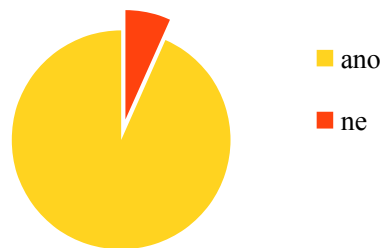
Úkolem dotazníkového šetření bylo zjistit, kolik z dotázaných konzumuje daný výrobek, jak často ho konzumuje a jestli preferuje spíše solený nebo kořeněný výrobek. Pokud kořeněný, tak jakou příchutí. Další otázkou dotazníku bylo, zda preferuje standardní řez, silnější nebo pilovitý typ řezu.

4.2.1 Výsledky šetření

Šetření bylo provedeno pomocí dotazníku na serveru survio.com. Na otázky odpovídalo celkem 120 náhodných respondentů. Výsledky jsou uvedeny na následujících grafech.

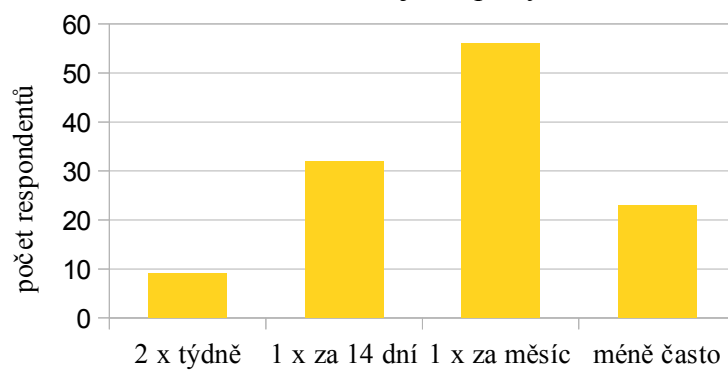
- otázka č. 1

Konzumujete bramborové lupínky?



- otázka č. 2

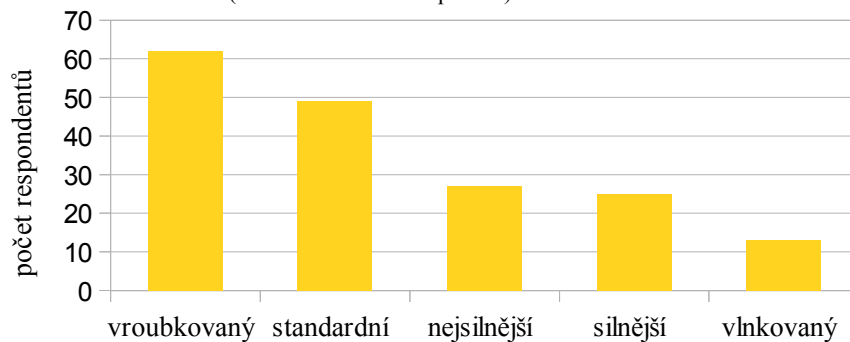
Jak často konzumujete lupínky?



- otázka č. 3

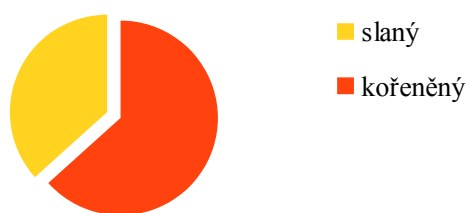
Jaký typ řezu preferujete?

(možno zvolit více odpovědí)



- otázka č. 4

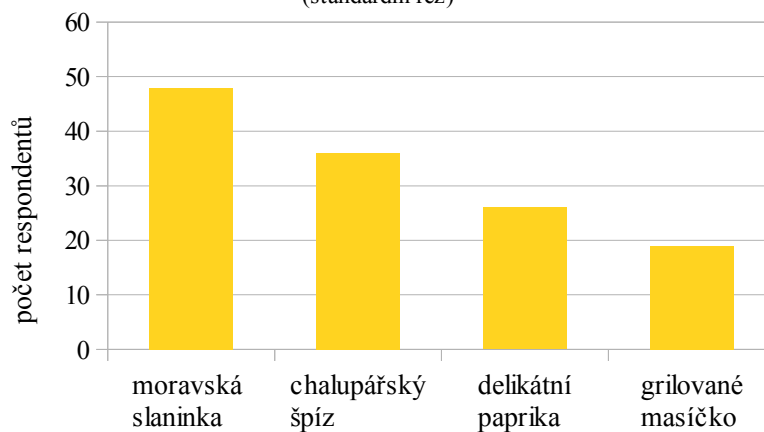
Jaký typ Vám chutná nejvíce ?



- otázka č. 5: pokud Vám chutná kořeněný typ, vyberte příchuť – možno vybrat více odpovědí.

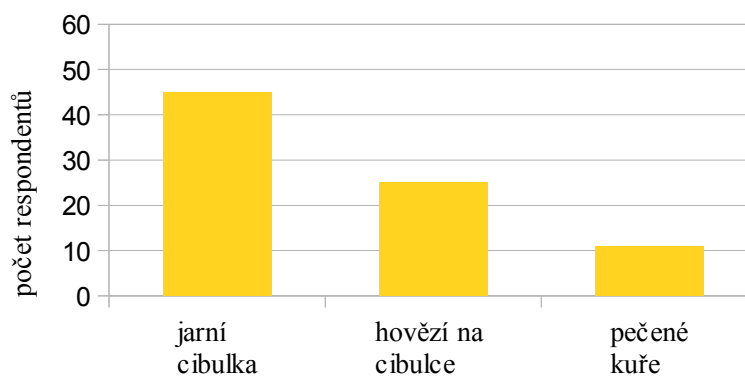
Bohemia chips

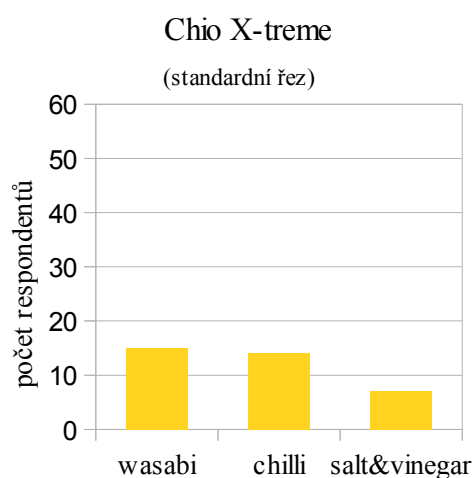
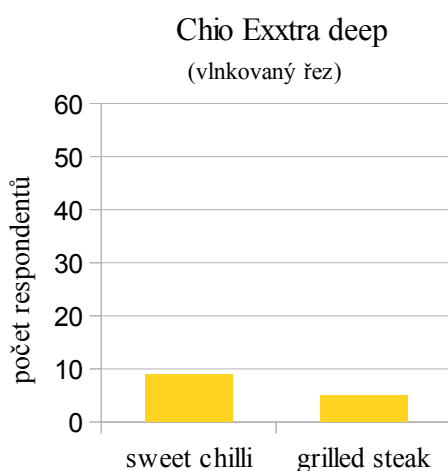
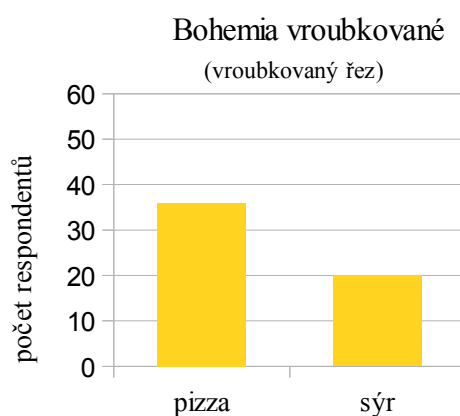
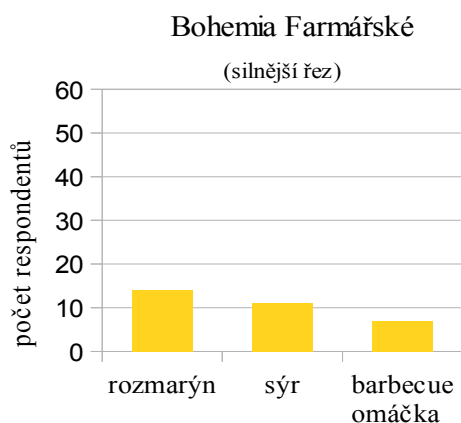
(standardní řez)



Tradiční české brambůrky

(nejsilnější řez)





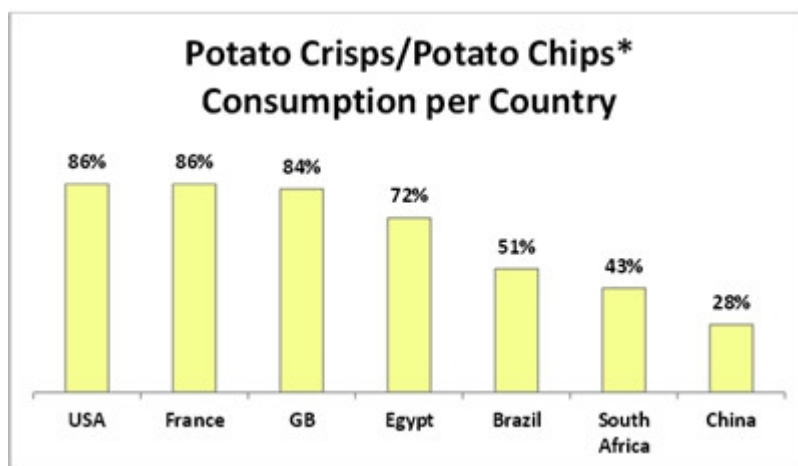
4.2.2 Zhodnocení výsledků dotazníku

Celkem 93,3 % respondentů uvedlo, že bramborové lupínky konzumuje. Z toho největší procento konzumentů (46,7 %) jí pochutinu jednou měsíčně. Jako neoblíbenější uvedli vroubkovaný typ řezu (51,7 %), dále standardní typ (40,8 %), následují lupínky s nejsilnějším řezem a nejméně oblíbený typ jsou vlnkované. Zhruba 1/3 dotazovaných preferuje obyčejné solené lupínky, zbytek upřednostňuje kořeněné výrobky. Ze všech ochucených lupínků bez ohledu na typ výrobku jsou nejoblíbenější Bohemia chips s příchutí moravské slaninky (40 %), následují Tradiční české brambůrky s příchutí jarní cibulky (37,5 %) a Bohemia chips – chalupářský špíz (30 %).

Jako nejméně konzumované byly hodnoceny výrobky značky Chio Exxtra deep, které nekonzumuje 35 % dotazovaných.

4.2.3 Konzumace chipsů v jiných zemích světa

Chipsy tvoří převážnou část snacků na trhu s potravinami v anglicky mluvících zemích. V Americe průměrný občan zkonsumuje 6,5 kg lupínků za rok s příchutěmi jako je zakysaná smetana s cibulkou, sůl s octem, grilované, nebo jen solené.



Obr. 19 Konzumace lupínků ve světě (*Potato chips machinery*)

V oblibě bramborových lupínků ve světě (obr. 19) vedou Spojené státy americké (86 % Američanů konzumuje chipsy) spolu s Francií (také 86 %), o dvě procenta méně má Velká Británie (84 %), dále následuje Egypt (72 %), Brazílie (51 %), Jižní Afrika (43 %) a Čína (28 %) (*Potato chips machinery*).

5 ZÁVĚR

V bakalářské práci byla vypracována literární rešerše na téma „Zpracování brambor na bramborové lupínky“. Byly popsány laboratorní zkoušky prováděné při příjmu hlíz do výroby, jejich uskladnění, čištění a odslupkování.

Vlivy působící na kvalitu výsledného produktu jsou: chemické složení brambor (obsah redukujících cukrů, obsah asparaginu a škrobu), stav hlíz (otlaky, černé skvrny v dužnině) a technologické opracování před vstupem do vlastního procesu výroby.

Některé z negativně působících vlivů, jako je vysoký obsah redukujících cukrů a asparaginu způsobují nepříjemné neenzymatické hnědnutí vznikající při smažení a tak zvyšují obsah zdraví škodlivých látek ve výrobku. Mezi tyto látky patří akrylamid, jehož vznik se dá ovlivnit použitím ochranných opatření před samotným smažením. Ochranným opatřením se rozumí blanšírování. Při ochraně dochází k vyplavení redukujících cukrů a k zastavení činnosti některých enzymů díky spaření bramborových plátků v horké vodě. Samotný proces smažení není doposud dostatečně vysvětlen. V dnešní době se využívají dva typy smažení a to smažení za normálního atmosférického stavu a smažení za sníženého tlaku nebo-li za vakua. Každý ze systémů má svoje výhody i nevýhody. Smažením za atmosférického tlaku nikdy nedosáhneme stejného obsahu tuku ve výrobku, jako u výrobku smaženého za vakua. Stejně tak výrobky smažené za vakua mají nižší obsah akrylamidu a jsou tedy „zdravější“. Při použití vakuového smažení nelze dosáhnout takového výkonu v kapacitě výroby. Většinou se jedná o dávkovací systémy na rozdíl od normálního smažení. Dalším omezujícím faktorem je cena.

Nanášení koření na usmažené plátky se provádí v rotujícím bubnu, kde se na lupínky rovnoměrně nanese kořenící směs nebo sůl. Obsah koření kontrolují laborantky při hodnocení kvality. Mohou tak ovlivnit nesrovnalosti, které vznikají během výroby. Výrobek postupuje do násypek odkud je převáděn do obalů pod ochrannou atmosférou. Důvod použití ochranné atmosféry je zejména kvůli trvanlivosti a možnosti zabránění rozlámání výrobku při přepravě ke spotřebiteli.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BÁRTA J., ČEPL J., DIVIŠ J., HAMOUZ K., JŮZL M., VACEK J., 2008: Brambory, 241 – 251, in PRUGAR a kol., (ed.) *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3.tisíciletí*, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 327 s.
- BUKLOVÁ V., 2011: *Rostlinné potraviny*, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 162 s.
- ČERMÁK V., VOKÁL B, JŮZL M., 2012: Seznam doporučených odrůd pro produkci ostatních konzumních brambor v roce 2012., *Bramborářství – odborný časopis Ústředního bramborářského svazu České republiky*, XX (1-2) 28 s.
- ČERMÁK V., VOKÁL B, JŮZL M., 2013: Seznam doporučených odrůd pro produkci ostatních konzumních brambor v roce 2013, *Bramborářství – odborný časopis Ústředního bramborářského svazu České republiky*, XXI (1) 24 s.
- DOSTÁLOVÁ J., KADLEC P., 2014: *Potravinářské zbožíznalství – technologie potravin*, KEY Publishing s. r. o, Ostrava, 421 s.
- HÁLKOVÁ J., RUMÍŠKOVÁ M., RIEGLOVÁ M., 2001: *Analýza potravin*, Straka, Újezd u Brna, 101 s.
- HŘIVNA L., 2014: *Technologie sacharidů*, Mendelu, Brno, 158 s.
- JECH J., 2011: *Stroje pre rastlinnú výrobu 3: stroje a zariadenia na pozberovú úpravu rastlinných materiálov a na ich skladovanie*, Profi Press ve spolupráci so Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou v Nitre, Praha, 359 s.
- JECHOUTEK V., 2011: Intersnack a. s. Choustník se představuje., *BRAMBORÁŘSTVÍ - odborný časopis Ústředního bramborářského svazu České republiky*, XIX (5), 24s.
- KADLEC P., MALZUCH K., VOLDŘICH M., 2013: *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích.*, KEY Publishing s.r.o., Ostrava, 496 s.
- KECLÍK V., 1974: *Obaly a obalová technika v potravinářském průmyslu.*, ČVTS Dům techniky v Brně, Brno, 71 s.
- KUČEROVÁ J., 2000: *Technologie sacharidů – návod do cvičení*, Mendelu, Brno, 84 s.
- RUŽBARSKÝ J., 2005: *Potravinářská technika*, Fakulta výrobných technologií, Prešov, 564 s.

- SOCHOR V., 1979: *Zušlechtěné výrobky z brambor*, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha 230 s.
- ŠPALDON E., 1986: *Rostlinná výroba: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy zemědělské*, Státní zemědělské nakladatelství., Praha, 714 s.
- VACEK J., BARTÁČKOVÁ V., 2012: *Skladování brambor: skladování konzumních hlíz pro zpracování na smažené výrobky z brambor*, Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, 9 s.
- VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin II. 3. vydání*, OSSIS, Havlíčkův Brod, 664 s.
- VELÍŠEK J., 2002: *Chemie potravin 3*, OSSIS, Havlíčkův Brod, 368 s.
- VOKÁL B. a kol, 2013: *Brambory – šlechtění, pěstování, užití a ekonomika*, Profi press s. r. o, Praha, 160 s.
- KATALOG ODRŮD BRAMBOR 1998: *Ústřední bramborářský svaz České republiky*, Havlíčkův Brod

7 INTERNETOVÉ ZDROJE

- AGRICO BOHEMIA s.r.o, 2014: *Sadbové brambory.*, [databáze online]. [cit. 2014-10-31]. Dostupné na : <http://www.agricoboheemia.cz>
- AGULIAR C. N., ANZALDUA-MORALES R., TALAMAS R., GASTELUM G., 1997: Low-temperature blanch improves textural quality of French fries, *J. Food Sci.*, 62, 568-571, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- ALEDEDUNYE F., PRZYBYLSKI R., 2009: Protecting oil during frying: A comparative study, *Eur. J. Lipid Sci.*, 111, 893 – 901, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- ALVAREZ M. D., MORILLO M. J., CANET W., 2000: Characterization of the frying process of fresh and blanched potato strips using response surface methodology, *Eur. Food Res. Technol.*, 211, 326–335, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- AMREIN T. M., SCHONBACHLER B., ESCHER F., AMADÓ R., 2004: Acrylamide in gingerbread: Critical factors for formation and possible ways for reduction, *J. Agric. Food Chem.*, 52, 4282–4288, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- ANALÝZA LÉČIV, 2015: *Srážecí reakce*, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: <http://anl.zshk.cz>
- BIEDERMANN M., GROB K., 2003: Model studies on acrylamide formation in potato, wheat flour and corn starch; ways to reduce acrylamide contents in bakery ware, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 94, 406–422., in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- BILLEK G., 2000: Health aspect of thermooxidized oils and fats, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 587 – 593, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04] Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- BOUCHON P., PYLE D. L., 2005: Modelling oil absorption during post frying cooling – II: Solution of the mathematical model, model testing and simulations, *Food Bioprod. Process*, 83, 261 – 272., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying proces, [databáze online]. [cit. 18.11.2014] dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- BUNGER A., MOYANO P., RIOSECO V., 2003: NaCl soaking treatment for improving the quality of French – fried potatoes, *Food Res. Int.*, 36, 161- 166., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- COSTA R. M., OLIVEIRA F. A. R., DELANEY O., GEKASE C., 1997: Analysis of the heat transfer coefficient during potato frying, *J. Food Eng.* 39, 227–2336. in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- DA SILVA P. F., MOREIRA R. G., 2008: Vacuum frying of high - quality and vegetable based snack, *LTW – Food Sci. Technol.*, 41, 1758–767, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- DANA D., SAGUY I. S., 2006: Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth., *Adv. Colloid Interface Sci.*, 128–130, 267–272, in KITA A., (ed.), The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- DESTAILLATS F., ANGERS P., 2002: Evidence for sigmatropic rearrangements of CLA in heated oils, *Lipids*, 37, 435–438, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- DE VLEESCHOUWER K., VAN DER PLANCKEN I., VAN LOEY A., HENNDRICKX M. E., 2009: Role of precursors on the kinetics of acrylamide formation and elimination under low moisture conditions using a multiresponse approach – Part I: Effect of the type of sugar, *Food Chem.*, 114, 166–126, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- DILZER A., PARK Y., 2012: Implication of conjugated linoleic acid (CLA) in human health, *Crit. Rev. Food, Sci. Nutr.*, 52, 488–513, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- DOBARGENES C., MARQUEZ–RUIZ G., VELASCO J., 2000: Interaction between fat and food during deep frying, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 521–528, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- DOBARGANES C., MÁRQUEZ – RUIZ G., 2003: Oxidized fats in food, *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.*, 6, 157–163, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit.2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- EUROGROW Suppliers of quality seed potatoes, 2014: *Varieties*, [databáze online]. [cit. 2014-11-06.]. Dostupné na: <http://www.eurogrow.co.nz>
- FAN L., ZHANG M., MUJUMDAR A. S., 2005: Vacuum frying of carrot chips, *Drying Technol.*, 23, 645–656, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- FLO-MECH. 2013: *Vacuum frying*, [databáze online]. [cit. 2014-10-03]. Dostupné na : <http://www.flo-mech.com>
- FRANKEL E. N., 1998: Lipid oxidation, *The oily press, Dundee*, 227 – 248, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- FRIEDMAN M. A., DULAK L. H., STEDHAM A. M., 1995: A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide, *Fund. Appl. Toxicol.*, 27, 95–105, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- FRITSCH, C. W., 1981: Measurements of frying fat deterioration, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 718–727, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit.2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- GAMBLE M. H., RICE P., SELMAN J. D., 1987: Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 22, 233–241, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- GARAYO J., MOREIRA R. G., 2002: Vacuum frying of potato chips, *J. Food Eng.*, 55, 181-191, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- GERTZ C., 2000: Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 566–572, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- GERTZ, C., 2004: Optimising the baking and frying process using oil-improving agents., *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106, 736–745., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 18.11.2014]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- GERTZ CH., 2014: *Fundamentals of frying process*, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- GRANVOGL M., JEZUSSEK M., KOEHLER P., SCHIEBERLE P., 2004: Quantitation of 3-aminopropionamide in potatoes-A minor but potent precursor in acrylamide formation., *J. Agric. Food Chem.*, 52(15), 4751–4757., in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- GUILLAUMIN R., in: VARELA, G., BENDER, A. E., MORTON, I. D. 1988:, (ed.), Frying of food: Principles, Changes, New Approaches, *Ellis Horwood Ltd., Chichester*, 88–89, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- HAASE N. U. MATTHAUS B., VOSMANN K., 2003: Acrylamide formation in foodstuffs-minimising strategies for potato crisps, *Dtsch. Lebensm. -Rundsch.*, 99, 87–90., in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- HIGGINS K. T., 2011: Tech. update: Cooking and frying, *Food Eng.*, 69–70, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- CHRISTIE W. W., DOBSON G., 2000: Formation of cyclic fatty acids during the frying process, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 515– 20, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- I-TUNG MACHINERY INDUSTRY, 2013: www.taiwan-agriculture.org
- ISMIAL S., ALI R., ASKAR M., SAMY W. M., 2013: Impact of pretreatments on the acrylamide formation and organoleptic evolution of fried potato chips, *Am. J. Biochem. Biotechnol.*, 9, 90–101., in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- JOHNSON K. A., GORZINSKI S. J., BODNER K. M., CAMPBELL R. A., WOLF C. H., et al., 1986: Chronic toxicity and oncogenicity study on acrylamide incorporated in the drinking water of 344 rats, *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 85, 154–168, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- JUANÉDA P., BRAC DE LAPÉRIÈRE S., SEBÉDIO J. L., GRÉGOIRE S., 2003: Influence of heat and refining on formation of CLA isomers in sunflower oils, *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 80, 937–940, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit.2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KATALOG ODRŮD REGISTROVANÝCH V ČR, 2014: *Katalogový list odrůd – Marlen*, [databáze online]. [cit. 2014-10-31]. Dostupné na: <http://www.katalogbrambor.cz>
- KIM T., MOREIRA R., 2013: De-oiling and pretreatment for high-quality potato chips, *J. Food Process Eng.*, 36, 267–275, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KITA A., 2002: The influence of potato chemical composition on crisp texture, *Food Chem.*, 76, 173-179, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- KITA A., LISIŃSKA G., GOLUBOWSKA G., 2002: The effect of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps, *Food Chem.*, 102, 1–5, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KITA A., BRATHEN E., KNUTSEN S. H., WICKLUND T., 2004: Effective ways of decreasing acrylamide content in potato crisps during processin, *J. Agric. Food Chem.*, 52, 7011–7016., in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KITA A., LISIŃSKA G., 2005: The influence of oil type and frying temperatures on the texture and oil content of French fries, *J. Sci. Food Agric.*, 85, 2600–2604, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KITA A., 2014: *The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato products*, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KROKIDA M. K., OREOPOULOU V., MAROULIS Z. B., 2000: Water loss and oil uptake as a function of frying time, *J. Food Eng.*, 44, 39–46, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KROKIDA, M. K., OREOPOULOU, V., MAROULIS, Z. B., MARINOS–KOURIS, D., 2001: Viscoelastic behaviour of potato strips during deep fat frying, *J. Food Eng.*, 48, 213–218, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- KROKIDA M. K., OREOPOULOU V., MAROULIS Z. B., MARINOS-KOURIS D., 2001: Effect of pretreatment on viscoelastic behaviour of potato crisps, *J. Food Eng.*, 50, 11-17, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- LISIŃSKA G., LESZCZŃSKKI W., 1989: Potato science and technology, *Elsevier Applied Science*, London, New York., in KITA A. (ed) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato products, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MANDEL A., 1986: Zur Analytik und Beurteilung von Fritierfetten, *Fette Seifen Anstrichmittel*, 88, 42–47., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MARISCAL M., BOUCHON P., 2008: Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices, *Food chem.*, 107, 1561–1569, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MARQUEZ-RUIZ, G., TASIOULI-MARGARI, M., DOBARGANES, M. C., 1995: Quantitation and distribution of altered fatty acids in frying fats, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72, 1171–1176., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MÁRQUEZ-RUIZ G., DOBARGANES C., 1996: Short-chain fatty acid formation during thermoxidation and frying, *J. Sci, Food Agric.*, 30, 120–126, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MATTHAUS B., HAASE N. U., 2014: Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 116, 675–687, 675, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MEDIPO-AGRAS Vše pro brambory, 2014: *Odrůdy brambor*, [databáze online]. [cit. 2014-10-31]. Dostupné na: <http://medipo-agras.cz>
- MOREIRA R. G., BARUFFET M. A., 1998: A new approach to describe oil absorption in fried food: A simulation study, *J. Food Eng.*, 35, 1-22, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- MOREIRA R. G., SUN X., CHEN Y., 1997: Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying, *J. Food Eng.*, 31, 485–498., in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit.2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MOREIRA, R. G., CASTELL–PEREZ, M. E., BARRUFET, M. A., 1999: Deep-Fat Frying: Fundamentals and Applications, *Apsen Publishers, Inc, Gaithersburg, MD*, 179–221, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MOREIRA R. G. , CASTELL – PEREZ M. E., BARRUFET M. A., 1999: Deep-Fat Frying: Fundamentals and Applications, *Apsen Publishers, Inc, Gaithersburg, MD*, 179–221, in MOREIRA R. G. (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit.2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MOREIRA R. G., DA SILVA P. F., GOMES C., 2009: The effect of de-oiling mechanism on the production of high quality vacuum fried potato chips, 92, 297-304, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview,[databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MOREIRA R. G., 2014: *Vacuum frying versus convectional frying – An overview*, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MOTTRAM D. S., WEDZICHA B. L., DODSON A. T., 2002: Acrylamide is formed in the Maillard reaction, *Nature*, 419, 448-449, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- MOZAFFARIAN D., ARO A., WILLET W. C., 2009: Health effects of trans-fatty acids: Experimentals and observational evidence, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 63, 5–21, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- NGDAI M. O., WATTS K. C., CORREIRA L. R., 1997: Finite element method modelling transfer in chicken drum during deep fat frying, *J. Food Eng.*, 32, 11–20, in GERTZ CH. (ed.) *Fundamentals of frying process*, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- NORIKA, 2014: *Kiebitz*, [databáze online]. [cit. 2014-08-11]. Dostupné na <http://norika.meinehomepage.de>
- NUNES Y., MOREIRA R. G., 2009: Effect of osmotic dehydration and vacuum-frying parameters to produce high-quality mango chips, *J. Food Sci.*, 74, 355–361, in MOREIRA R. G., (ed.) *Vacuum frying versus conventional frying – An overview*, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- PADENY A., 2010: Design and optimization of condenser and centrifuge units for enhancement of a batch vacuum frying system, *Thesis, Biological and Agricultural Engineering*, Texas A&M University, College Station, TX (USA), in MOREIRA R. G., (ed.) *Vacuum frying versus conventional frying – An overview*, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- PEDRESCHI F., KAACK K., GRANBY K., 2004: Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying, *LWT-Food Sci. Technol.*, 37, 679–685, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) *Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?*, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- PEDRESCHI F., MOYANO P., 2005: Effect of pre-drying on the texture and oil uptake of potato crisps, *LWT-Food Sci. Technol.*, 38, 599-604, in KITA A., (ed.) *The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product*, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- PEDRESCHI F., MOYANO P., KAACK K., GRAMBY K., 2005: Color changes and acrylamide formation in fried potato slices, *Food Res. Int.*, 38, 1-9, in MOREIRA R. G., (ed.) *Vacuum frying versus conventional frying – An overview*, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- PEERS K. E., SWOBODA P. A. T., 1979: Octanoate: An assay for oxidative deterioration in oils and fats, *J. Sci. Food Agric.*, 30, 876–880, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- PEREZ–TINOCO M. R., PEREZ A., SALGADO–CERVANTES M., REYNES M., VAILLANT F., 2008: Effect of vacuum frying on main physicochemicals and nutritional quality parameters of pineapple chips, *J. Sci. Food Agric.*, 88, 945–953, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- PERKINS E.G., 2007: Chemistry, Nutrition and Practical Application, in Erickson, M. D. (ed.), Deep Frying 2nd Edn, *AOCS Press*, Urbana IL, p. 61802, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- POTATO CHIPS MACHINERY, 2015: *America Huge Potato Chips Consumption Potential*, [databáze online]. [cit. 2015-02-28]. dostupné na: <http://www.potatochipsmachinery.com>
- RADIX SYSTEM LTD, 2014: Ejector system for removing defective objects from conveyor belt in food production industry has fluid jet passing through support to remove objects, and object collector, [databáze online]. [cit. 2015-3-10]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- RECOMMENDATION of the „ 3rd International Symposium on Deep Fat-Optimal Operation“, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2000, 102, 594., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- ROSSI M., ALAMPRESE C., RATTI S., 2007: Tocopherols and tocotrienols as free radicals- scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying., *Food Chem.*, 102, 812–817, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit.2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- SEBEDIO J. L., GRANGGIRARD A., PREVOST J., 1988: Linoleic-acid isomers in heat-treated sunflower oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 65, 362–366, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- SÉBÉDIO J. L., GRANDGIRARD A., 1989: Cyclic fatty acids: Natural sources, formation during heat treatment, synthesis an biological properties, *Prog. Lipid Res.*, 28, 303–336, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- SEGERBACK D., CALLEMANN C. J., SCHROEDER J. L., COSTA L. G., FAUSTMAN E. M., 1995: Formation of N-7-(2-carbamoyl-2-hydroxyethyl) guanine in DNA of the mouse and the rat following intraperitoneal administration of [14C] acrylamide., *Carcinogenesis*, 16, 1161–1165., in MATTHAUS B. And HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- SHYU S., HAU L.-B., HWANG L. C., 1998: Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 1393–1398, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- SHYU S., HWANG S., 2001: Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips, *Food Res. Int.*, 34, 133–142, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- SOBUKOLA O. P., AWONORIN S. O., OLADIMEJI S. K., OLUKAYODE B. F., 2010: Optimization of pre-fry drying of yam slices using response surface methodology, *J. Food Proc. Eng.*, 33, 626–648, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- STADLER R. H., BLANK I., VARGA N., ROBERT F., et. al., 2002: Acrylamide from Maillard reaction products, *Nature*, 419, 449-450, in MATTHAUS B. and HAASE N. U., (ed.) Acrylamide – Still a matter of concern for fried potato food?, [databáze online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- TAJNER – CZOPEK A., 2003: The changes of pectin substances concentration in potatoes and French fries and effect of those substances on the texture of the final products, *Nahrung/Food*, 47, 228–231, in KITA A., (ed.) The effect of frying on fat uptake and texture of fried potato product, [databáze online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- TASIOULA–MARGARI, M., MARQUEZ–RUIZ, G., DOBARGANES, M. C., 1996: Fractionation of oligomeric triacylglycerides and the relation to rejection limit for used frying oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73, 1579–1584., in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- THE BRITISH POTATO VARIETY DATABASE, 2014: *Atlantic*, [databáze online]. [cit. 2014-08-11]. Dostupné na: <http://www.varieties.potato.org.uk>
- TSUZIKI W., 2010: Cis-trans isomerization of carbon double bonds in monounsaturated triacylglycerols via generation on free radicals, *Chem. Phys. Lipids*, 163, 741–745, in BRUHL L., (ed.) Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- TRONCOSO E., PEDRESCHI F., ZUNIGA R. N., 2009: Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying, *Food Sci. Technol. – LWT*, 42, 187–195, in MOREIRA R. G., (ed.) Vacuum frying versus conventional frying – An overview, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- VITRAC O., TRYSTRAM G., RAOULT – WACK A. L., 2000: Deep-fat frying of food: Heat and mass transfer, transformations and reactions inside the frying material, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 529–538, in GERTZ CH. (ed.) Fundamentals of frying process, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

- WEGMULLER F., 1994: Polar components of frying fats derived from data of dielectric measurements, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 199, 51–58, in GERTZ CH. (ed.) *Fundamentals of frying process*, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- WINKLER J. K., WARNER K., 2008: Effect of phytosterol structure on thermal polymerization of heated soybean oil, *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*, 110, 1068–1077, in BRUHL L., (ed.) *Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying*, [databáze online]. [cit. 2014-12-04]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- WIKIPEDIE, 2014 : *Potato chips*, [databáze online]. [cit. 2014-02-11]. Dostupné na: <http://en.wikipedia.org>
- YAGUA C. V., MOREIRA R. G., 2011: Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying, *J. Food. Eng.*, 104, 272–283, in MOREIRA R. G., (ed.) *Vacuum frying versus conventional frying – An overview*, [databáze online]. [cit. 2014-09-30]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>
- YAMASAENG SUNG R., MOREIRA R. G., 2002: Modeling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying, *J. Food. Eng.*, 53, 11–25., in GERTZ CH. (ed.) *Fundamentals of frying process*, [databáze online]. [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <https://apps.webofknowledge.com>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

- Obr. 1 *Atlantic*: Potato council variety database, [databáze online]. [cit. 12.3.2015].
Dostupné na: <http://varieties.potato.org.uk>
- Obr. 2 *Lady Rosette*: Pootgoed, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://www.pootgoed.be>
- Obr. 3 *Mustang*: Agrico, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://www.agrico.nl>
- Obr. 4 *Courage*: MEDIPO AGRAS, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://medipo-agras.cz>
- Obr. 5 *Sinora*: Bruwier potatoes, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://www.bruwier.be>
- Obr. 6 *Europrima*: EUROGROW SUPPLIERS OF QUALITY SEED POTATOES,
[databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: <http://www.eurogrow.co.nz>
- Obr. 7 *Lady Claire*: Potato council variety database, [databáze online]., [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: <http://varieties.potato.org.uk>
- Obr. 8 *Saturna*: Pootgoed, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://www.pootgoed.be>
- Obr. 9 *Kiebitz*: NORIKA, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://contao.p211230.webspaceconfig.de>
- Obr. 10 *Marlen*: Agrico, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://www.agrico.nl>
- Obr. 11 *Opal*: MEDIPO AGRAS, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://medipo-agras.cz>
- Obr. 12 *Opera*: MEDIPO AGRAS, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://medipo-agras.cz>
- Obr. 13 *Verdi*: MEDIPO AGRAS, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na:
<http://medipo-agras.cz>
- Obr. 14 *Stroj na loupání brambor*: Potato peeling machine, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: <http://www.tistr-foodprocess.net>

- Obr. 15 *Hlavice na plátkování brambor*: DEOBAND ENGINEERING CORPORATION, [databáze online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: <http://deoband.tradeindia.com>
- Obr. 16 *Vakuová fritéza*: Vacuum frying.com, [databáze online]. [cit. 2015-03-12] Dostupné na: <http://www.vacuumfrying.com>
- Obr. 17 *Kontinuální fritéza*: potatoPRO.com, [databáze online]. [cit. 2015-03-12] Dostupné na: <http://potatopro.com>
- Obr. 18 *Vzorec akrylamidu*: VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin II. 3.vydání*, OSSIS, Havlíčkův Brod, 664 s.
- Obr. 19 *Konzumace lupínků ve světě*: potato chips machinery [databáze online]. [cit. 2015-02-28]. dostupné na: <http://www.potatochipsmachinery.com>

Seznam tabulek

Tab. 1 Typy řezů bramborových plátků: ústní sdělení

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CLA – konjugovaná kyselina linolenová

HDL – vysokodenzitní lipoprotein

FFA – volné mastné kyseliny

LDL – nízkodenzitní lipoprotein

TFA – trans mastné kyseliny