

# Expandované výrobky – požadavky na surovinu

Eliška Doleželová

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav biochemie a analýzy potravin  
akademický rok: 2010/2011

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eliška DOLEŽELOVÁ**  
Osobní číslo: **T08091**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Expandované výrobky – požadavky na surovinu**

Zásady pro vypracování:

1. Suroviny pro výrobu expandovaných výrobků.
2. Klasické technologie výroby.
3. Moderní technologie výroby.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] GUY, R. Extrusion cooking: technologies and applications, 1. vydání, Boca Raton: CRC press; Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001.
- [2] FRAME, N. D. The Technology of Extrusion Cooking, 1. vydání, London: Blackie Academic & Professional, 1994.
- [3] KENT, N. L. Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture, 3. vydání, Oxford; Pergamon Press, New York, 1983.
- [4] MERCIER, Ch. Pasta and extrusion cooked foods: some technological and nutritional aspects, 1. vydání, Elsevier Applied Science Publishers, London, 1986.
- [5] FAST, R. B. Breakfast Cereals: And How They Are Made, 1. vydání, St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1990.

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Iva Burešová, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



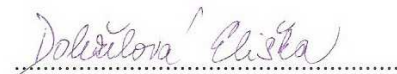
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 18. 8. 2011



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá snídaňovými cereáliemi, především expandovanými výrobky, jejich dělením, základními výrobními surovinami a jednotlivými výrobními postupy. Technologie výroby jsou rozdělené na klasické a moderní. Ke klasickým metodám výroby RTE (ready-to-eat) cereálií patří vločkování, pufování, frézování, pečení granulovaných cereálií a speciální úprava „Granola“ cereálií, známá jako müsli. Moderní technologie jsou zastoupeny vysokotlakou extruzí. V závěru práce je popsáno postavení snídaňových cereálií na českém trhu a zároveň mínění veřejnosti o vhodnosti konzumace, související s výživovou hodnotou výrobků.

Klíčová slova: expandované výrobky, obilná zrna, instantní kaše, RTE cereálie, snídaňové cereálie, vločkové cereálie, pufované cereálie, frézované cereálie, extruze

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused on the breakfast cereals, especially on expanded cereals, and their classification, raw materials and requirements for raw materials and manufacturing technology of breakfast cereals which includes classical and modern technology. The classical RTE cereals comprise flaked, puffed, shredded, granular and „Granola“ cereals. The modern technology is extrusion: high-temperature-short-time (HTST) process. Last chapter is about influence of breakfast cereals on commodity market and about consumption, healthy and nutritional qualities.

Keywords: expanded cereals, cereal grains, hot cereals, RTE cereals, breakfast cereals, flaked cereals, puffed cereals, shredded cereals, extrusion

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Ivě Burešové, Ph.D., za ochotu a poskytnutí odborných znalostí a rad při zpracování této práce.

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



# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝROBNÍ SUROVINY</b> .....	<b>13</b>
1.1 FUNKČNÍ VLASTNOSTI SUROVIN.....	13
1.1.1 Materiál tvořící strukturu .....	13
1.1.2 Disperzní materiál .....	14
1.1.3 Suroviny, které tvoří plasticitu výrobku.....	14
1.1.4 Rozpustná sušina.....	14
1.1.5 Nukleární látky.....	14
1.1.6 Látky dodávající barvu .....	15
1.1.7 Ochucující přísady.....	15
1.2 OBILNÁ ZRNA A POŽADAVKY NA SUROVINY .....	15
1.2.1 Kukuřice .....	15
1.2.2 Pšenice.....	16
1.2.3 Rýže.....	18
1.2.4 Oves.....	19
1.2.5 Ječmen.....	20
1.2.6 Další obiloviny .....	20
1.3 DALŠÍ SUROVINY .....	22
1.3.1 Sladidla.....	22
1.3.2 Sůl .....	23
<b>2 ÚVOD DO TECHNOLOGIE SNÍDAŇOVÝCH CEREÁLÍ</b> .....	<b>24</b>
2.1 HOT CEREÁLIE – INSTANTNÍ KAŠE.....	24
2.2 RTE CEREÁLIE .....	25
2.2.1 Dělení podle procesu výroby RTE snídaňových cereálií .....	25
2.3 PROCESY VÝROBY SNÍDAŇOVÝCH CEREÁLÍ.....	26
2.3.1 Vaření.....	27
2.3.2 Temperování a sušení.....	27
2.3.3 Pražení.....	28
<b>3 KLASICKÉ TECHNOLOGIE VÝROBY</b> .....	<b>29</b>
3.1 VLOČKOVÁNÍ .....	29
3.1.1 Kukuřičné vločky „cornflakes“ .....	29
3.1.2 Pšeničné vločky .....	31
3.1.3 Rýžové vločky .....	33
3.2 PUFOVÁNÍ.....	34
3.2.1 Celá zrna pufovaná v pufovacím dělu (Gun-puffed Whole Grains) .....	34
3.2.2 Cereálie pufované v peci (Oven-Puffed Cereals).....	35
3.3 FRÉZOVÁNÍ CELÝCH ZRN .....	36
3.4 „GRANOLA“ CEREÁLIE .....	37
3.5 PEČENÉ GRANULOVANÉ CEREÁLIE.....	38

<b>4</b>	<b>MODERNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY .....</b>	<b>39</b>
4.1	VYSOKOTLAKÁ EXTRUZE .....	39
4.2	EXTRUDOVANÉ VLOČKY .....	40
4.3	EXTRUDOVANÉ PUFOVANÉ CEREÁLIE (EXTRUDED GUN-PUFFED CEREALS) .....	41
4.4	EXTRUDOVANÉ A DALŠÍ FRÉZOVANÉ CEREÁLIE (EXTRUDED AND OTHER SHREDED CEREALS) .....	41
<b>5</b>	<b>CEREÁLIE V TRŽNÍ SÍTI.....</b>	<b>43</b>
5.1	NUTRIČNÍ HODNOTA .....	43
5.2	MÍNĚNÍ VEŘEJNOSTI O SNÍDAŇOVÝCH CEREÁLÍCH.....	44
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>52</b>

## ÚVOD

Příjem potravy patří k základním fyziologickým potřebám člověka. Stravovací návyky různých společností se od sebe liší. Ovlivňují je geografické, demografické, politické, ekonomické a sociokulturní faktory. Ve vyspělé společnosti se již neklade důraz na pouhé uspokojení hladu, nýbrž i na kvalitu, výživové složení, pestrost stravy, atraktivitu a estetičnost. V dnešní době se nároky dále zvyšují o jednoduchost a rychlost přípravy. Za důležitou část denního jídla se považuje snídaně. Ranní pokrm by měl člověku poskytnout dostatek živin i energie pro nastartování organismu.

V poslední době oblíbené snídaňové cereálie splňují jak požadavky na nutriční a energetickou potřebu, tak i atraktivitu a jednoduchost přípravy ke konzumaci. Základem výroby je expanze, což je z technologického hlediska zvětšování objemu výchozí suroviny.

První kapitola pojednává o základních výrobních surovinách snídaňových cereálií, kterými jsou především obilná zrna. V první části jsou suroviny rozděleny podle funkčních vlastností, které významně ovlivňují proces výroby. Druhá část kapitoly se zabývá všeobecnými znaky obilných zrn a specifickými požadavky nutnými pro správný průběh výroby. V závěru kapitoly jsou zmíněny další suroviny, které se používají při výrobě snídaňových cereálií.

V druhé kapitole jsou snídaňové cereálie rozděleny podle způsobu konzumace na instantní kaše a RTE (ready-to-eat) cereálie, tedy cereálie vhodné k „okamžité konzumaci“ a jejich dělení podle procesu výroby. V závěru kapitoly jsou popsány výrobní kroky společné pro všechny snídaňové cereálie, tzn. vaření, temperování, sušení a závěrečné pražení. Po sušení následuje vlastní specifická technologie zpracování typická pro jednotlivé skupiny výrobků. Tyto technologie jsou popsány v následujících kapitolách.

Třetí kapitola se zabývá popisem klasických technologií výroby. Známým výrobním procesem expandovaných snídaňových cereálií je vločkování. Výroba typických kukuřičných vloček „cornflakes“ je srovnána s výrobou méně obvyklých pšeničných a rýžových vloček. Další klasickou technologií výroby je pufování. V práci je srovnána výroba pufováním celých zrn v pufovacím dělu a peci. Mezi další klasické technologie výroby patří frézování celých zrn. Na závěr je zmíněna výroba tzv. „Granola“ cereálií a pečených granulovaných cereálií.

Čtvrtá kapitola popisuje moderní technologie výroby. Základem jsou klasické metody výroby, které byly zjednodušeny a zefektivněny použitím vysokotlaké extruze.

Pátá kapitola pojednává o postavení snídaňových cereálií na českém trhu. Dále studuje mínění veřejnosti o vhodnosti konzumace, související s výživovou hodnotou. Informace byly získávány průzkumem internetových zdrojů.

## 1 VÝROBNÍ SUROVINY

Expandované výrobky jsou vyráběny z různorodých surovin. Jednotlivé chemické složky surovin splňují rozdílné funkční role. Dodávají barvu, příchut' a nutriční hodnotu, ale také tvoří texturu a přispívají k údržnosti výrobků. Způsob přeměny syrového materiálu na křehké a křupavé výrobky je jedním z nejdůležitějších faktorů, který od sebe rozlišuje jednotlivé výrobní postupy. [1]

Elwood F. Caldwell [2] dělí složky snídaňových cereálií na:

- 1) zrna nebo obilné produkty,
- 2) sladidla kalorická nebo nekalorická,
- 3) jiná dochucovadla nebo tvarující makrosložky,
- 4) mikrosložky pro příchut' a barvu,
- 5) mikrosložky pro nutriční posílení a zachování skladovatelnosti.

### 1.1 Funkční vlastnosti surovin

Robin Guy [1,3] dělí výrobní suroviny podle jejich funkční role do sedmi skupin:

- 1) materiál tvořící strukturu,
- 2) disperzní materiál,
- 3) suroviny, které tvoří plasticitu,
- 4) rozpustná sušina,
- 5) nukleační látky,
- 6) látky dodávající barvu,
- 7) ochucující přísady.

#### 1.1.1 Materiál tvořící strukturu

Snídaňové cereálie, stejně jako většina výrobků z obilovin, jsou tvořeny převážně škrobem. Základem pro tvorbu struktury je specifická tepelná změna škrobu. Během zahřívání je voda pohlcována škrobem a bílkovinami a je vytvářena gelovitá struktura, škrob mazovává. Uvnitř hmoty vzniká vlivem tlaku a tepla vodní pára, která těsto nakypří a zvětší tak

jeho objem. Jakmile je tlak uvolněn, vlhkost je odpařena a je vytvořena pórovitá struktura se sklovitým povrchem u výrobku. Expanze je podpořena přidáním jakéhokoli škrobu z materiálů, jako je pšenice, kukuřice, rýže či brambory. [1,3,4,5]

### **1.1.2 Disperzní materiál**

V potravinách je disperzní materiál zastoupen čtyřmi hlavními typy rozptýlených částic: proteiny, škrobem, vlákninou a olejem. Existují zde také ještě menší částice, které představují minerální látky. Disperzní materiály mají sklon zůstat pevné a stálé během zpracování a nezmenšují se během extruze. Fyzická přítomnost v buněčných stěnách může snižovat možnosti expanze škrobové vrstvy. Části otrub ve vyšší koncentraci mohou snížit expanzi až o 50 %. [1,3]

### **1.1.3 Suroviny, které tvoří plasticitu výrobku**

Molekuly škrobu, vlákniny a proteinů jsou mechanicky narušovány šnekovým extruderem. Stupeň rozmělnění omezuje přítomnost olejů a tuků, které slouží ke snížení tření. Přítomnost tuků a olejů však může snížit degradaci škrobu do takové výše, že se následně nedocílí požadované expanze. Přidávání vody snižuje vznik vzájemných nežádoucích interakcí, které by vedly ke ztrátě energie, potřebné k samoohřívání těsta. [1,3]

### **1.1.4 Rozpustná sušina**

Při výrobě expandovaných výrobků jsou přidávány některé nízkomolekulární látky, jako je cukr nebo sůl. Konečnému výrobku je tím dodána nejen chuť, ale také důležitá role při technologickém zpracování, neboť těsto je tak zvláčňováno. Během počátečního míchání jsou cukr a sůl rozpuštěny ve volné vodě v těstě. Jejich účinek na proces extruze je závislý na jejich koncentraci a chemických interakcích spolu se škrobem a proteiny. [1,3]

### **1.1.5 Nukleační látky**

Princip nukleace znamená tvoření zárodků bublinek v těstě. Vzduchové bublinky během expanze změni povahu vlastností výrobku a pomáhají vytvářet pórovitou strukturu výrobku. Bublinky jsou vytvářeny na povrchu běžných, nerozpustných složek těsta, které nejsou během extruze poškozeny. Počet vzduchových bublinek v těstě je zvyšován např. přidáním otrub. [1,3]

### 1.1.6 Látky dodávající barvu

Barva výrobků může být ovlivněna přidáním barviv nebo je tvořena díky prekurzorům přítomným v surovinách. Některé barevné složky, jako je žlutá a červená, jsou přirozeně přítomny v obilném zrně. Barva většiny surovin je od skoro bílé po jemně žlutou. Barevnosti může být dosaženo i použitím syntetických barviv. Barva je tvořena Maillardovou reakcí mezi redukcujícími sacharidy a aminokyselinami či peptidy. Produkty reakce mohou vytvořit červenohnědé zbarvení u pšenice a žluté až oranžové zbarvení u kukuřice. Barva je intenzivnější, čím delší je tepelná úprava. [1,3]

### 1.1.7 Ochucující přísady

Vytváření chuti u výrobků je podobné jako vytváření barvy. Chuť může být ovlivněna reakcí mezi chuťovými prekurzory. Další možností je přidání syntetických či přírodních aromatických látek. Ty jsou obvykle nanášeny postřikem. Chuťové a vonné látky mohou vzniknout Maillardovou reakcí. [1,3]

## 1.2 Obilná zrna a požadavky na suroviny

Snídaňové cereálie mohou být vyráběny z jednoho nebo více druhů obilných zrn, která mohou být použita ve formě celých zrn či mlýnských výrobků. Konečný výrobek je ovlivněn kvalitou obilovin. Zrno nesmí být napadeno škůdci, plísní, hnilobou, nesmí být tepelně poškozené či porostlé. Důležitým znakem kvality mlýnských výrobků - šrotu a mouky - je granulace, tedy velikost částic. Proces výroby a jakost konečného výrobku mohou být negativně ovlivněny různorodou granulací. Někdy je nezbytné upravit velikost jednotlivých částic proséváním a drcením. [2,4]

Proces výroby i výživová hodnota konečného výrobku jsou ovlivňovány složením obilného zrna, tj. obsahem škrobu, bílkovin, vlákniny, tuků, vitaminů a minerálních látek. Nejvýznamnějšími obilovinami pro výrobu snídaňových cereálií jsou kukuřice, pšenice, rýže, oves a ječmen. [2,4]

### 1.2.1 Kukuřice

Kukuřice (*Zea mays* L.) je jednoděložná jednoletá tráva z čeledi lipnicovitých. Pochází ze západní polokoule. Již před 12 tisíci lety [6] byla sbírána a využívána k obživě původ-

ními obyvateli Ameriky. S pěstováním začali Aztékové, Mayové a Inkové. Pěstování kukuřice bylo během 17. a 18. století široce rozšířeno domorodými obyvateli Ameriky. Na Moravu byla přivezena patrně z Turecka v 17. století. [2,6,7]

Sladká kukuřice je sklízena nezralá v létě a připravována jako čerstvá na kukuřičné palici a uchovávána jako konzervovaná zelenina nebo zamražena pro pozdější spotřebu. Kukuřice je zralá na podzim a je připravena ke sklizení, loupání, sušení, skladování a zpracování. Využívána je také pro průmyslové zpracování, tj. výrobu škrobu, lihu, škrobového cukru a sirupu, dextrinu a stolního oleje z klíčků. [2,6]

Pukancová kukuřice je používána na výrobu popcornu. Obilky po zahřátí explodují a endosperm se dostane na povrch výrobku. Vosková kukuřice je tvořena vysokým obsahem amylopektinu. U běžné kukuřice je škrob tvořen 25 % amylosy a 75 % amylopektinu. Předpokládá se, že voskový typ kukuřice by mohl poskytnout lepší výsledky expanze u snídaňových cereálií. Celé zrno kukuřice se mele, aby byly klíčky a otruby odděleny od endospermu. Získaný šrot je tak stabilizován díky odstranění částí s vysokým obsahem lipidů. Krupice, která je používána pro výrobu kukuřičných lupínků tradičním postupem, je tvořena částicemi s větší granulací žluté kukuřice seté koňský zub. Z menších částic endospermu je získána kukuřičná mouka. Šrot i mouka mohou být použity jako přísada v extrudovaných kukuřičných nebo míchaných cereáliích, k výrobě instantních kaší či pečiva vhodného pro bezlepkovou dietu. Otruby byly po mnoho let používány pouze jako krmivo pro zvířata. Nyní jsou spolu s olejem z klíčků používány jako přísada vlákniny pro snídaňové cereálie a další potravinářské produkty. [2,4,6]

Hlavní složkou sušiny v kukuřičném zrně jsou sacharidy. Nejvýznamněji je zastoupena sacharosa, v menším množství je obsažen škrob a dextry. Kukuřice obsahuje v průměru 12 % proteinů, ale jako většina rostlinných proteinů mají dostatečný obsah esenciálních aminokyselin, především lysinu. Lipidy jsou v kukuřici zastoupeny v rozmezí 5 až 8 % a jsou složeny především z nenasycených mastných kyselin. Z vitaminů jsou významné vitamín E a u žlutozrnných odrůd vitamín A. [6]

### 1.2.2 Pšenice

Pšenice (*Triticum*) pochází z trav ze Středního východu. Šlechtění pšenice vhodné pro výrobu chleba bylo běžné již v době Řecké a Římské říše. Do Ameriky byla pšenice přivezena prvními cestovateli po objevení kontinentu. Pěstována je především v mírných pásmech



po celém světě, ale je možné ji najít na všech kontinentech, kromě Antarktidy. Z mnoha druhů rodu *Triticum* je v současné době v celosvětovém měřítku pěstována především pšenice obecná (*Triticum aestivum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*). [2,8,9]

Pšenice je nejčastěji používána k pekárenskému využití. Významná je i pro výrobu RTE (ready-to-eat) snídaňových cereálií, tj. výrobků, které nemusí být v domácnostech dále tepelně upravovány. Popularita těchto výrobků je dána obsahem základních živin, vlákniny a nízkým obsahem kalorií. Pro výrobu těstovin je používána převážně pšenice tvrdá. [2,8,10]

Pro výrobu snídaňových cereálií je preferováno zrna se sladkou vůní a s tenkou obalovou vrstvou bez mohutných hořkých otrub. Ovšem některé pšenice jsou citlivé na klíčení. Využitelnost pro výrobu je snižována aktivací alfa a beta amylasy na poli během vlhkého počasí před sklizní. Celé zrna pšenice bývá používáno pro výrobu vloček. Pšenice se sklovitým endospermem je nejvhodnější pro proces pufování. Zrna vytvářejí velké „pukance“. Pro dosažení nejlepšího vzhledu by měla být pšenice pro pufování obroušena a leštěna. Pufing durum je obchodní název pšenice používané pro pufování. Pšenice je vytríděna podle velikosti a vyčištěna. Rozdíly ve velikosti jednotlivých zrn jsou velmi malé, kvůli čemuž je pufing durum dražší. Pšenice je také obvykle základem pro pšeničnou krupici nebo pro výrobu instantní kaše určené pro konečného spotřebitele. Výrobek si během domácí tepelné úpravy udržuje svůj zrnitý charakter, což vede k menší mazlavosti, zajímavější textuře i pocitu v ústech. Pšeničné otruby jsou používány pro výrobu celozrnných vloček a jiných otrubových cereálií. [2,4,11]

Pšeničné zrna je převážně tvořeno sacharidy. Nejvýznamněji je zastoupen polysacharid škrob, a to od 50 do 70 %, dále polysacharidy, jako celulóza, hemicelulózy, pentosany a slizy. Oligosacharidy a monosacharidy bývají součástí komplexů s lipidy a proteiny. Lipidy jsou v pšenici zastoupeny 1,5 až 3 %. Převažující triacylglyceroly jsou složeny hlavně z kyseliny linolové a olejové. Důležitou složkou jsou i fosfatidy obsahující kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Typickým představitelem je lecitin. Hlavní podíl lipidů je soustředěn do klíčkové části zrna. V pšenici jsou přítomny vitaminy důležité pro výživu člověka. Jsou většinou nahromaděny v klíčku a aleuronové vrstvě. Obiloviny obecně jsou významným zdrojem vitaminů skupiny B: thiaminu, riboflavinu, niacinu, kyseliny pantothenové, pyridoxinu, kyseliny listové, také biotinu, tokoferolů a betakarotenu. Minerální látky v zrna pšenice jsou obsaženy v rozmezí 1,4 až 3,0 % v závislosti na odrůdě, půdě a podmínkách

vegetace. Zastoupeny jsou minerální jako fosfor, draslík, síra, hořčík, vápník, sodík, železo, mangan, zinek, bór, měď a v nepatrných množstvích ještě další minerální prvky. Soustředěny jsou opět nejvíce v klíčku a obalových vrstvách. [10]

Významnou složkou pšeničného zrna jsou proteiny, a to jak z hlediska technologického, tak i pro svou nutriční hodnotu. Obsah je tvořen 12 až 13 %. Proteiny obilovin jsou děleny podle rozpustnosti na albuminy (rozpustné ve vodě), globuliny (rozpustné v roztocích solí), gliadiny (rozpustné v 70% ethanolu) a gluteniny (z části rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad). Gliadiny a gluteniny jsou označovány jako bílkoviny lepku a tvoří asi 80 % z proteinů. Význam v technologickém zpracování je podíl na vytváření struktury kynutého výrobku. Z nutričního hlediska mohou u některých lidí vyvolávat vážné zdravotní poruchy. Onemocnění celiakie je nevyléčitelné, jedinou možností je celoživotní bezlepková dieta. [10]

### 1.2.3 Rýže

Rýže (*Oryzae sativa*) je nejvýznamnější potravinovou plodinou pro více než polovinu celosvětové populace. Rýže je jednoletá obilnina, je pěstována na každém kontinentu kromě Antarktidy. Výnos rýže je o něco nižší než u kukuřice. Navzdory svému nízkému podílu ve světové produkci jsou hlavními vývozci rýže Thajsko a Spojené státy. [2,12]

„Divoká rýže“ není ve skutečnosti rýže, ale jedná se o odlišnou vodní rostlinu, *Zizania palustris*. Její semena připomínají rýži, ale mají jinou barvu. [2]

Sklizená zrna jsou označována jako neloupaná rýže. Sklizňová vlhkost je 18 až 25 % a ještě před uskladněním nebo zpracováním jsou zrna vysoušena na hodnotu nižší než 15 % vlhkosti. Neloupaná rýže může být předvařována kvůli tvorbě škrobového mazu a pak sušena. Příprava zvyšuje nutriční hodnotu, odolnost proti napadení škůdci a zabraňuje lipolytickému žluknutí. [2,13]

Pufované burizonové cereálie jsou vyráběny převážně z odrůd středně zrné a dlouhozrné rýže. Pro pufování je preferováno celé zrno pluchaté rýže, protože výsledný produkt je stabilnější a lépe skladovatelný. Větší zlomky zrn jsou vhodné na výrobu rýžových vloček. Odrůdy se středním a dlouhým zrnem a se středním obsahem amylosy jsou používány k výrobě rýžové krupice pro extrudované pufované snídaňové cereálie. Rýžová mouka je používána k výrobě extrudovaných vločkových cereálií. Některé druhy mleté rýže jsou

zpracovávají na výrobu instantní rýžové kaše. Nejdůležitější operací mletí rýže je odstranění části nebo všech otrubových vrstev. Většina lipidů je obsažena v otrubách, které jsou následně odstraňovány a stabilizovány. Pak mohou být používány jako zdroj vlákniny. [2,4,11,13]

#### 1.2.4 Oves

Oves byl spolu s žitem do Evropy přivezen z Malé Asie jako plevel v ječmenných a pšeničných plodinách. Oves je pěstován asi od roku 2000 př. n. l. Přes 75 % světové úrody je představováno odrůdami *Avena sativa*, bílý oves, nebo *Avena byzantina*, červený oves. Oves je nenáročná plodina a ve srovnání s dalšími obilninami roste dobře ve vlhkých a vysoko položených oblastech, napříč podnebí od severní po jižní polokouli. Největší podíl světové úrody je pěstován v Rusku, následuje USA, Německo, Polsko a Kanada. [2,14]

Potravinářské využití ovsa má u nás zatím malou tradici. Spotřeba v anglosaských zemích je proti střední Evropě mnohonásobná. Konzumován je především ve formě kaší a instantních kaší. Oves je také používán pro přípravu cereálních snídaní a přesnídávek, nejčastěji ve formě ovesných vloček či ovesného müsli. Na trhu je nabízena široká škála RTE cereálií, kde je oves používán jako přísada. Patří sem müsli, pufované výrobky, vločky a extrudované výrobky. Užitím mletých ovesných výrobků může být docíleno veliké různorodosti RTE snídaňových cereálií. Oves je také využíván pro výrobu ovesných otrub a mouky do pšeničného chleba či k výrobě sušenek a dalších. Oves však musí být pro výrobu stabilizován kvůli obsahu lipidů a možnému působení lipolytických enzymů během zpracování. [14,15]

Nutriční hodnota ovsa je dána vysokým obsahem a příznivou aminokyselinovou skladbou proteinů, příznivým složením sacharidů i lipidů. Oves je tvořen látkami s antioxidačními účinky, ovesná mouka je používána jako potravinový antioxidant. Předností je i vysoký obsah kyseliny linolové či nadprůměrný obsah thiaminu. Účinky  $\beta$ -glukanů spočívají v předcházení některým chorobám, především díky snižování cholesterolu či regulací glukosy v krvi. [2,4,14,15]

### 1.2.5 Ječmen

Ječmen (*Hordeum vulgare*) byl zřejmě pěstován již před 15 000 lety. Ječmenářství bylo významnou součástí českého zemědělství již v dobách Rakousko-Uherska a jeho úroveň se udržela i po roce 1918. Ječmen je považován za světovou plodinu číslo čtyři, hned za pšenicí, kukuřicí a rýží. Pěstován je v širší environmentální oblasti než kterákoli jiná obilnina, od vlhkého pobřeží Severní Evropy po zavlažované oblasti v pouštích jako je Sahara. Ječmen je využíván jako krmivo, ke sladování, výrobě krup, ječných vloček, kávovin a ječného šrotu k pivovarnickému využití. Pouhé 2 % připadají pro jiné potravinové účely a asi 5 % na osivo. [2,16,17]

Sladová moučka a extrakty jsou využívány jako dochucovadla. Jsou dostupné v různých barevných odstínech a chutích. V cereáliích vytváří světle hnědou barvu, která je rozvíjena během tepelné přípravy. Účelem sladování je umožnění rozvoje amylasové aktivity, která doprovází klíčení všech obilných zrn. Když je aktivita enzymů optimální, naklíčená zrna jsou pražena a vysoušena tak, aby bylo ukončeno další klíčení. [2,17]

Ječmen je zpracováván obdobným způsobem jako oves. Příprava k mletí je složena z čištění a třídění, prosévání a odstraňování pluch a otrub. Následuje vločkování nebo rozmělnování. Ječmen je obvykle používán ve formě vloček, krupice nebo mouky z krupek. Ječné vločky jsou klíčovou přísadou u mnoha pečených výrobků a cereálií. Kroupy jsou běžnou potravinou, zejména jako součást cereálních snídaní a výrobků typu müsli. Ječná mouka je používána v recepturách některých kojeneckých cereálních potravin. [2,4,17]

Ječmen je ceněn pro své antioxidační vlastnosti díky obsahu enzymu superoxiddismutasy, tokoferolům a tokotrienolům. Obsah minerálních látek je asi 2 %, jako vápník, hořčík, železo, křemík, sodík, molybden, zinek, mangan, měď, selen a bór. Významný je obsah neškrobových polysacharidů arabinoxylanů a  $\beta$ -glukanů, ty jsou nejvyšší ze všech obilovin. Obsah škrobu se pohybuje v rozmezí 60 až 65 %, tuky okolo 3,5 % a proteiny od 7 do 18 %. [17]

### 1.2.6 Další obiloviny

V recepturách snídaňových cereálií jsou občas používány i jiné, méně obvyklé obiloviny např. žito, čirok zrnový a pohanka. [2]

Žito je na našem území nejstarší zemědělskou plodinou využívanou k lidské výživě. Hojně bylo pěstováno od pozdního středověku až do počátku 20. století. Po druhé světové válce nastal výrazný pokles v pěstování, který ještě zesílil v 90. letech. Žito bylo významnou plodinou používanou na výrobu obilných kávovin, ty jsou i v dnešní době omezeně vyráběny. Mletí je podobné jako u pšenice. Předností žita je vysoká biologická hodnota žitných proteinů, vyšší obsah vlákniny, minerálních látek a pentosanů. Žito však obsahuje i některé významné nežádoucí složky antinutriční povahy. Nejvýznačnější jsou alkylresorcinoly, kyselina fytová či kyselina ferulová. [2,18]

Čirok patří mezi staré kulturní rostliny a od pradávna je využíván k lidské výživě. V současné době se stále rozšiřuje jeho pěstování. Zrno, krupice i mouka mohou být snadno používány při výrobě extrudovaných, vločkových, pufovaných a frézovaných RTE snídaňových cereálií. Čirok je možné míchat s dalšími surovinami díky jemné chuti, vůni a světlé barvě, což značně zlepšuje organoleptické vlastnosti výrobků. Vločky z voskového čiroku jsou vynikající surovinou pro výrobu RTE snídaňových cereálií a tyčinek. Obsah škrobu v čiroku se pohybuje okolo 70 %, obsah proteinů v rozmezí 8 až 16 %, lipidů 3,3 % a minerální látky asi 1,9 %. Čirok však neobsahuje bílkoviny lepku, tudíž je vhodný pro bezlepkovou dietu. [19,20]

Pohanka setá patří k nejmladším plodinám v Evropě. Přivezena byla až ve středověku, její původ je v Číně. V Japonsku jsou z ní připravovány nudle „soba“, v Evropě a severní Americe je mouka většinou míchána s pšeničnou moukou a je používána k výrobě palačinek, sušenek, nudlí, vloček a jiných speciálních výrobků. V Rusku a Polsku jsou oblíbené kaše a polévky. Pohanka je používána i jako součást müsli. Pohanka je potenciálně vhodná pro výrobu zdravých a funkčních potravin, protože má vysokou nutriční hodnotu a průkazné pozitivní účinky na zdraví lidí. Je vhodná především pro lidi trpící celiakií, neboť neobsahuje bílkoviny lepku, stejně jako čirok a další. Pozitivní je i obsah polynenasycených mastných kyselin a optimální zastoupení esenciálních aminokyselin. Pohanka je cenným zdrojem minerálních látek, vitaminů skupiny B a vitamínu E a antioxidantů, z nichž nejvýznamnější je rutin. Pohanka však obsahuje i některé antinutriční látky, jako jsou inhibitory proteas a taniny, které jsou hlavním faktorem snižujícím stravitelnost proteinů. [19,21]

### 1.3 Další suroviny

Ovesné vločky a kaše se ve spotřebitelské formě začaly objevovat až na přelomu 19. a 20. století a až o mnoho let později byly dostupné ve velkém. K snídaňovým cereáliím byly řazeny především balené kukuřičné lupínky nebo pšeničné vločky. Základní surovinou bylo obilné zrno, další používané suroviny byly označovány větou „Dochuceno sladem, cukrem a solí“. [2]

Z uvedeného je možné vyvodit, že snídaňové cereálie jsou složeny, kromě trojice „slad, cukr a sůl“, i z dalších různorodých složek. Výrobky jsou obzvlášťňovány přidáním medu, skořice, čokolády, ořechů, ale také nejrůznějších příchutí a barev. Existuje celá řada speciálních surovin, které se liší výrobek od výrobku, což přispívá k rozmanitosti a přitažlivosti nabízeného sortimentu.

#### 1.3.1 Sladidla

Cukry jsou důležitou surovinou u většiny snídaňových cereálií. Sensorický charakter i textura extrudovaných výrobků je významně ovlivněna použitím sladidel. V sypké podobě cukry podporují tvorbu pórovité struktury výrobku, tím se stává křupavější. Nejčastěji je používána sacharosa v tekuté i jemně granulované formě. [1,2]

Snídaňové cereálie mohou být dochucovány i hnědým, nerafinovaným cukrem, dostupným v různých barevných a chuťových intenzitách. Invertní sirup, což je sacharosa hydrolyzovaná na monosacharidové složky glukosu a fruktosu, může být používán pro výrobu vloček nebo extrudovaných výrobků. Invertní cukr je sladší než sacharosa a během tepelné úpravy je vytvářeno výraznější hnědé zbarvení výrobku. Kukuřičná sladidla a maltodextriny mohou být pevná nebo tekutá. [2]

Používány mohou být také nekalorická a nízkokalorická sladidla. Dipeptid Aspartam není používán při výrobě extruzí nebo při pečení, protože je citlivý na teplo. Přidáván je proto až po dokončení procesu tepelného zpracování. Acesulfam K a sacharin jsou další syntetická sladidla, která jsou používána při výrobě snídaňových cereálií. Sacharin však může zanechávat ve vyšších koncentracích hořkou pachut', proto je jeho použití značně omezené. [2,22]

### 1.3.2 Sůl

Sůl je zastoupena v nižší koncentraci než slad a cukr. Sůl má nezastupitelnou roli při technologickém zpracování. Z nutričního hlediska je sůl hodnocena negativně. [2]

## 2 ÚVOD DO TECHNOLOGIE SNÍDAŇOVÝCH CEREÁLÍÍ

Snídaňové cereálie byly definovány jako „zpracovaná zrna pro lidskou spotřebu“. Hlavní složkou výrobků je jedno nebo více obilných zrn, nebo jejich pomleté části. Snídaňové cereálie jsou odlišeny designem i velikostí balení, stejně jako charakteristikou výrobků a jsou děleny podle různých kritérií. [2,4,11,23,24]

Podle způsobu konzumace:

- instantní kaše, které vyžadují tepelnou úpravu v domácnosti
- ready-to-eat (RTE) cereálie, které jsou vhodné k okamžité spotřebě.

Podle formy použité cereální suroviny:

- vyrobené z celých neporušených zrn
- vyrobené z mlýnských výrobků.

Snídaňové cereálie mohou být také děleny podle charakteristiky výrobků, především pak podle nutriční hodnoty a sensorických znaků. Výživová kritéria jsou odlišná, jiná jsou u fitness cereálií se sníženým množstvím cukru, jiná u nejrůznějších slazených produktů, které mají energie více. Dnešní trh nabízí značnou různorodost konečných výrobků, množství barev a tvarů od klasických lupínků, pufovaných zrn, kuliček, kroužků, čtverečků až po nejrůznější zvířátka, chutí od medových, čokoládových, skořicových a dalších. Také textura výrobků je hutná a tvrdá až po křehké a měkké produkty.

Mezi hlavní expanzní postupy u výroby snídaňových cereálií je řazeno pufování a extruzní vaření. Princip pufování spočívá ve vaření celého zrna v uzavřené nádobě pod vysokým tlakem a následném náhlém uvolnění tlaku, což způsobí expanzi obilného zrna. Naproti tomu extruze spočívá v dávkování obilovin do extruderu, který je podobný šnekovému mlýnku na maso bez výstupů. Dávkováním hmoty vzrůstá tlak a dochází k samo-ohřívání. V prostředí normálního tlaku se vlhkost rychle odpaří, čímž dojde ke zvětšení objemu výrobku. [4]

### 2.1 Hot cereálie – instantní kaše

Instantní kaše jsou výrobky, které je nutné v domácnosti tepelně upravit před vlastní konzumací. Tvoří menší, ale stejně důležitý segment trhu. Instantní kaše jsou vyráběny převážně z ovesa nebo pšenice. Kaše vyrobené z kukuřice a rýže jsou méně významné a jsou vyrá-



běny v relativně malém množství. Tvar a křehkost těchto produktů již nejsou tak důležité. Doba přípravy spotřebitelem je zkrácena instantizací cereálií. Existuje několik způsobů výroby. V případě ovesné kaše je zrna pomleto na menší částice. Výrobek není tepelně upravován, škrob proto není zmazovatělý, následně je však vyžadováno prodloužení domácího vaření kaše. Ovesnou kaši z jemně mleté mouky je možné uvařit rychleji, ale uvařený produkt nemá hrubozrnnou strukturu, která je typická především u nejlepších skotských ovesných kaší. [11,23,25]

Při výrobě skutečných instantních kaší je vyžadováno předvaření, vařeny jsou tlakem páry. Následně jsou upravovány vločkováním a vysoušením, aby výrobek svým vzhledem více připomínal originální ne-instantní verzi. Zmazovatění škrobu je uskutečněno jen asi z jedné třetiny, dokončení proběhne během vaření v domácnosti. Instantní kaše jsou také vyráběny extruzí. Kaše jsou následně v domácnostech připravovány smícháním směsi s vařící vodou. Vysoký obsah dextrinu může způsobovat nízkou viskozitu a další nežádoucí aspekty u textury a chuti. Použití dvoušnekového extruderu ve spojení s vtlačení páry a předvařením minimalizuje tyto nežádoucí vlastnosti. [23,25]

## **2.2 RTE cereálie**

RTE cereálie jsou zpracované obilné výrobky vhodné k lidské spotřebě, u kterých není vyžadována další tepelná úprava v domácnosti. Jsou relativně stabilní, lehké a pohodlně skladovatelné. Vyráběny jsou převážně z kukuřice, pšenice, ovesa nebo rýže. Poprvé byly RTE snídaně cereálie vyrobeny americkými Adventisty Sedmého dne, jejichž členové preferovali zcela vegetariánskou stravu. V polovině 19. století experimentovali při zpracování obilovin. Granulovaný produkt „Granula“, vyrobený J. C. Jacksonem v roce 1863, je považován za první běžně dostupné RTE cereálie. Podobný výrobek „Granola“ zhotovil J. H. Kellogg rozmělněním sušenek z pšeničné, ovesné a kukuřičné mouky. Jeho bratr založil později továrnu na přípravu těchto pšeničných vloček. Prostřednictvím účinné reklamy byly RTE cereálie rozšířeny v zemích jako je Velká Británie či Spojené státy americké. [11,23]

### **2.2.1 Dělení podle procesu výroby RTE snídaně cereálií**

RTE snídaně cereálie jsou děleny podle procesů, kterými jsou vyráběny a které jim dodávají jedinečné vlastnosti. Každý autor ovšem dělí tyto výrobky trochu jinak.

Robert B. Fast [11] dělí sortiment výrobků do osmi hlavních kategorií:

- 1) vločky (flaked cereals zahrnující cornflakes, pšeničné a rýžové vločky včetně extrudovaných vloček),
- 2) celá zrna pufovaná v pufovacím dělu (gun-puffed whole grains),
- 3) extrudovaná pufovaná zrna (extruded gun-puffed cereals),
- 4) frézovaná celá zrna (shredded whole grains),
- 5) extrudované a ostatní frézované cereálie (extruded and other shredded cereals),
- 6) pufované v peci (oven-puffed cereals),
- 7) granulované (granola cereals),
- 8) extrudované přímou expanzí (extruded expanded cereals).

N. L. Kent [23] dělí RTE snídaňové cereálie do čtyř základních kategorií:

- 1) vločky (flaked),
- 2) pufované (puffed),
- 3) frézované (shredded),
- 4) granulované (granular).

### 2.3 Procesy výroby snídaňových cereálií

První fází výroby RTE cereálií je příprava obilného zrna čistěním, obrušováním, mletím nebo drčením. Následně jsou přidávány ostatní ingredience jako sůl, slad, cukr či sladidla a další ochucující látky. Směs je míchána s dostatečným podílem vody, aby bylo dosaženo požadovaného obsahu vlhkosti těsta. Příprava zrna je důležitá pro rozvinutí chuťových a dalších vlastností a zlepšení dostupnosti živin. Obilná zrna jsou ve svém původním stavu zcela požitelná pro ptactvo a hmyz, ale pro lidskou výživu jsou nutné určité změny. Směs zrn je vařena s dochucovadly. Někdy jsou před vařením přidávány teplotně stabilnější výživově obohacující látky. [9,11,25]

Dnes je výroba dělena na dvě základní metody úpravy - přímé vstřikování páry do množství obilných zrn v rotační nádobě. Druhý způsob – extruze, což je kontinuální výtlačné lisování, je v posledních desetiletích na vzestupu. Po vaření je hmota chlazená a částečně sušena. Následně je tvarována a to válcováním, pufováním či frézováním podle zvolené technologie. Na závěr je výrobek pečen, čímž vznikají aromatické látky. Výrobek je vysušen na požadovaný obsah vlhkosti vhodný pro balení. [9,11,25]

### 2.3.1 Vaření

Všechna obilná zrna jsou tvořena velkým podílem škrobu ve formě granulí. V nativní formě je škrob nerozpustný a bez chuti. Aby byl lépe stravitelný, musí být tepelně opracován. V případě instantních kaší je vaření zabezpečováno v domácnostech, RTE cereálie jsou tepelně opracovávány během výroby. Do škrobových granulí jsou zabudovávány molekuly vody. Původně krystalická struktura škrobu mazovatí, čímž se stává citlivější k enzymům v zažívacím traktu člověka. [9,11,25]

Až donedávna bylo vaření uskutečňováno především v rotačních nádobách metodou tzv. vsádkového vaření, tedy jednotlivých, diskontinuálních dávek. Základním procesem je vaření v páře, které probíhá za zvýšeného, atmosférického i sníženého tlaku. Není však využíváno mechanické stlačování materiálu. Pokud je dodržena požadovaná teplota a obsah vlhkosti, hmota postupuje k dalšímu předepsanému procesu. [4,9,25]

Diskontinuální proces vaření byl v převážné míře nahrazen kontinuálním vařením, opět možným za zvýšeného, atmosférického či sníženého tlaku. Kontinuální vaření a vytlačování skrz razidlo je uskutečňováno v jediném zařízení: extruderu. Existuje mnoho výhod oproti vsádkovému vaření. Především podmínky zpracování mohou být při výrobě lépe kontrolovány. Kontinuální vaření je méně náročné na výrobní prostory a energii na provoz. Extruzní vaření je high-temperature-short-time proces (HTST; vysokoteplotní krátkodobý proces), ve kterém je hmota zvláčňována a hnětena za relativně vysoké teploty a tlaku a vytlačována přes razidlo do prostředí o normální, atmosférické teplotě a tlaku. Výrobek tak zvětší svůj objem, expanduje. [4,9,25]

### 2.3.2 Temperování a sušení

Temperování je upravování vařených surovin na požadovanou teplotu. Vlastnosti konečného výrobku mohou být ovlivňovány správně provedeným temperováním. Efekt je závislý na době temperování, teplotě a vlhkosti. Často je nutné upravit i vlhkost hmoty. Změny ve fyzikálních vlastnostech jsou způsobeny sušením, to ovlivňuje následné operace jako pufování a vločkování. Důvodem je vliv vlhkosti na povrch nebo povrchovou vrstvu výrobku. Sušení je nastavováno tak, aby byla nejprve prudce snížena vlhkost, a poté je následováno pomalé dosušování na konečnou vlhkost. Příliš vysoké teploty při sušení mohou způsobovat tmavnutí, které si zachová i konečný výrobek, což je společné pro všechna obilná zrna používaná k výrobě snídaňových cereálií. [4,11]

### 2.3.3 Pražení

Konečnou úpravou RTE snídaňových cereálií je pražení. Cílem je především vytvoření specifických sensorických vlastností, uchování přirozené vůně, vytvoření pórovité struktury a zajištění trvanlivosti výrobků. Intenzita vývoje nositelů sensorických vlastností je ovlivňována dobou a teplotou pražení. Během tepelné úpravy probíhají v hmotě Maillardovy reakce mezi redukujícími sacharidy a aminokyselinami. Vznikají heterocyklické sloučeniny vonných a chuťových látek a vysokomolekulární pigmenty melanoidiny, které jsou nositelem hnědého zbarvení. Vývoj aroma je podporován vařením a následným pražením. Intenzita vývinu hnědé barvy je závislá na vlhkosti v zrně. Suroviny se nejprve rychle zahřejí, čímž dojde k prudké ztrátě vlhkosti. Následně zrno expanduje, současně dojde ke zhnědnutí při nižší vlhkosti. Také karamelizace může být důvodem tvorby barevných a chuťových vlastností snídaňových cereálií. Cukry, zejména sacharosa, se podílejí na vývoji aroma a barvy během zahřívání. Na konci pražení jsou reakce ukončeny ochlazením materiálu na přibližně pokojovou teplotu. Přepražení má negativní následky na sensorickou jakost, chuť výrobku přechází do hořké až spálené. [4,11,25]

### 3 KLASICKÉ TECHNOLOGIE VÝROBY

#### 3.1 Vločkování

Hlavními surovinami pro výrobu vloček jsou kukuřice, pšenice či rýže. Výběr zrn je velmi důležitý pro konečný charakter obilných vloček. Kukuřičné a pšeničné vločky jsou obvykle vyráběny z celého obilného zrna nebo jeho částí. Základem výroby je krupice (z angl. flaking grits). Avšak nástup extruzních lisů umožnil používání jemnějších a tedy i levnějších materiálů jako je mouka, takže velikosti vhodné pro přípravu vloček je dosaženo mechanickou cestou. K přípravě hmoty pro výrobu vloček tak není nutné vybavení k prosévání a zmenšování zrn, které je používáno při tradičním postupu. Bez ohledu na typ vločky a proces její výroby musí být hmota vždy uvařena, temperována a usušena. Základním cílem při vytváření obilných vloček je nejprve zpracovat obilí takovým způsobem, aby vznikly části tvořící vždy jednu samostatnou vločku. Tvoření vloček pomocí pečení velkého tenkého plátu a jeho následného rozdělení na malé vločky se nepoužívá. [4,11,25]

##### 3.1.1 Kukuřičné vločky „cornflakes“

Nové druhy kukuřičných vloček vyrobených kontinuálním výtlačným lisováním byly vyvinuty a zdokonaleny v 80. letech minulého století. Tradiční kukuřičné lupínky mají dobré specifické charakteristické rysy, jako je křehká struktura, plochý tvar se vzduchovými bublinami. Základní surovina pro tradiční kukuřičné lupínky se získává mletím běžné kukuřice. Ze zrn jsou odstraněny klíčky a otruby a to, co zbude, jsou v podstatě zpracované kousky endospermu. Velikost potřebná pro kukuřičné vločky je jedna polovina až třetina celého zrna. Kusy jsou syrové, bez chuti a zatím naprosto nevhodné pro tvoření vloček, dokud nejsou dále zpracovány. V průběhu výroby vloček zůstávají kousky oddělené. [2,11,24,25]

Prvním krokem při přeměně syrové kukuřičné krupice na kukuřičné vločky je smíchání s ochucujícím roztokem. Buď jsou dávkovány současně, nebo je ochucující sirup postupně přiléván. Žádná pevná pravidla neexistují, s výjimkou toho, že konečný výrobek musí být stejnorodý s ochucovadly rovnoměrně rozptýlenými do celého objemu. Rozdílná teplota a viskozita ve varné dávce by mohla vyústit v nestejnoměrné rozložení ochucujícího roztoku. Je třeba věnovat maximální úsilí přesnému odvážení všech surovin. Nepřesné a nahodilé dávkování ingrediencí vede k rozdílům ve zpracování a kvalitě meliva v následujících výrobních krocích a nakonec v kvalitě konečného produktu. [4,11]

Odvážené množství syrové kukuřičné krupice a ochucující sirup jsou rozděleny do dávkovacích kotlů. Ty jsou schopné otáčení a jsou postaveny tak, aby vydržely přímé vstříkování páry pod tlakem. Rychlost otáčení těchto dávkovacích kotlů bývá obvykle 1 až 4 otáčky za minutu. Vyšší otáčky jsou používány pouze pro prvotní míchání. Příliš vysoká rychlost způsobuje odírání částic, což vede ke slizovitosti nebo kašovitosti konečného produktu. Na druhé straně příliš nízká rychlost vede k nerovnoměrnému vaření. Obvykle syrové složky v celém svém objemu zaujímají maximálně polovinu až dvě třetiny celého objemu kotle, aby byl ponechán prostor pro expanzi v průběhu přípravy. Tvar, velikost a složení suroviny určené k vločkování má významný vliv na průběh sušení, temperování a manipulaci s hmotou, stejně jako na texturu a vzhled konečného výrobku. [4,11,23]

Vaření je dokončeno, jestliže se každé zrno změnilo z tvrdého, křídově bílého na lehké, zlatavě hnědé a je měkké a průsvitné. Správně uvařené částice jsou pružné, ale pevné. Převařené částičky jsou příliš měkké, kašovité a lepkavé. Dávka není dovařena, pokud je velké množství zrn uprostřed křídově bílé. Syrový škrob zůstává přítomen i přes další zpracování a v závěru se na vločkách projevuje ve formě bílých teček. Obsah vlhkosti ve vařené hmotě na konci cyklu vaření by neměl být vyšší než 32 %. Uvařená surovina je vysypána na pohyblivý dopravní pás umístěný pod výpustí kotle. Než je hmota dopravena do sušičky, projde zařízením na rozdrobení krupičných hrudek, aby vznikly menší jednotlivé části. Rozdrobení je nezbytné pro získání částic nebo shluků dostatečně malých, aby bylo dosaženo správné cirkulace teplého vzduchu kolem každé částice kvůli stejnoměrnému sušení. Ve většině případů je uvařená krupice nejprve zchlazena, aby se zastavil proces vaření a odstranila se lepkavost z povrchu hmoty. Většina systémů na chlazení a rozdrobení je doplněna i zařízením na prosévání. [11,25]

Po uvaření je obsah kotle rovnoměrně dávkován do sušičky, kde je vysušen na přibližně 20 % vlhkosti. Krupice je následně chlazena, aby získala okolní teplotu, jinak během dalšího procesu ztmavne a ztratí kvalitu. Temperování je pouze uchování krupice ve velkých sběrných nádobách, aby bylo dosaženo vyrovnání obsahu vlhkosti. Doba temperování je v délce od několika hodin až do 24 hodin. Pokud je vlhkost příliš vysoká, krupice je většinou měkká a přilepuje se na povrch válců. Při nízké vlhkosti je tvrdá a nemusí být správně rozmáčkuta. Optimální konečná vlhkost je okolo 14 %. [4,9,11]

Po temperování je krupice vyvalována na vločky tak, že prochází mezi dvěma velkými kovovými válci. Během vločkování je díky tření tvořeno teplo, proto je nutné udržovat

optimální teplotu na povrchu válce. Dutina ve válci je vyplněna množstvím vhněně chlazené vody, která je odváděna, jakmile je splněn účel snížení tepla vzniklého při tvoření vloček. Pro obvyklé vločkování krupice je teplota na povrchu válce udržována okolo 40 až 46 °C. V případě teplot přesahujících 49 °C se krupice začne lepit na povrch. Naopak chladnější povrchy postrádají schopnost „přitažlivosti“ potřebné k nasátí hmoty do linie stisku. Obsah vlhkosti v době tvoření vloček je velmi důležitý pro formování konečného tvaru. Lepkavost povrchu musí být přiměřená, aby hrudky krupice mohly být zachyceny a rozválcovány. Ke zploštění do vloček je nutný velký tlak. Poloha válců je závislá na typu vločkovacího materiálu. Extrémně tenké vločky se snadno lámou, extrémně tlusté mají tvrdou strukturu. K odstranění vloček z válců jsou používány dostatečně ostré válcové nože. Měly by však být záložním zařízením, neboť většina vloček by měla z válců spadnout sama. [4,9,11,25]

Vločkovací válce jsou umístěny přímo nad podávacím otvorem trouby. Dvouválcová sestava, tedy dva páry válců na přísun do jedné pece není neobvyklá. Vločky jsou obvykle pečené v proudu horkého vzduchu, ne položené na plochem povrchu. Teplota pečení je v rozmezí od 274 do 330 °C po dobu asi 90 s. Pece používané pro výrobu jsou velmi různorodé, od rotačních pecí po vysokorychlostní sušičky. Správně upečené vločky jsou náležitě zlatavě zbarvené s křehkou strukturou. Obsah vlhkosti je obvykle v rozmezí od 1,5 do 3 %. [11,24,25]

### 3.1.2 Pšeničné vločky

Zpracování pšeničných vloček od kukuřičných lupínků je odlišné kvůli rozdílům mezi zrny. Výchozím materiálem kukuřičných vloček jsou rozdrčené kousky endospermu kukuřičného zrna. K výrobě pšeničných vloček jsou používány celá pšeničná zrna se všemi nepoškozenými částmi, tj. klíčky, otruby a endosperm. Obvykle je používána pšenice s červeným nebo bílým endospermem. Není třeba platit vysokou cenu za tvrdou pšenici kvůli výrobě vloček. [2,4,11]

Účel varného procesu je stejný u pšeničných i kukuřičných vloček: úplné zmazovatění veškerého přítomného škrobu a rovnoměrné rozložení všech ochucujících látek do jednotlivých zrn. Před samotnou přípravou je třeba odstranit obalové části zrna, které brání proniknutí vody a ochucovadel. Zrna jsou narušena procesem označovaným jako „dumping“ (bouchání), zrno je lehce napařeno a pak prochází mezi dvěma válci, kde je mírně naruše-

no. Je-li drcení a zplošťování příliš silné, výsledná moučnost a jemnost materiálu nadměrně ztěžuje další proces zpracování kvůli měkkosti a lepivosti. [11,25]

Vaření a zpracování zrn na pšeničné vločky je v mnohém podobné zpracování kukuřice na kukuřičné lupínky. Přesto existují významné rozdíly. Obilné zrno a ochucující sirup jsou promíchány ještě před zapnutím páry. Pšeničnou várku je možné připravit za 30 až 35 min., na rozdíl od kukuřičné, kterou je nutné vařit až 2 hodiny. Na konci procesu vaření je pšeničná várka jiná než kukuřičná. Kukuřice vypadává z kotle ve formě jednotlivých částí, které jdou od sebe snadno oddělit. Pšenice je ve formě pevně splených shluků o velikosti golfového až fotbalového míče. Proces oddělování těchto částí od sebe pak vyžaduje jiný systém, než jaký je používán u kukuřičných lupínků. Obvykle je třeba použít více drtičů, přičemž těmi blíže ke kotli je zajišťováno hrubé drcení a těmi vzdálenějšími je obstaráváno jemnější drcení. Nutné je ochlazovat upravovanou pšenici na okolní teplotu, aby byl povrch jednotlivých zrn uzavřen a nebyl lepivý. [4,11,25]

Sušení uvařené pšeničné krupice není odlišné od kukuřičné. Pšeničná hmota je křehčí, může být snadno rozbita na jemnou frakci, která nebude vhodná k zachování správné objemové hmotnosti konečného výrobku. Vlhkost je snadněji odstraňována z pšenice než z kukuřice. Obsah vlhkosti v pšeničné krupici po sušení by měl být v rozmezí 16 až 18 %, což je významně více než u kukuřičných vloček. Při pražení není zvětšován objem pšeničných vloček na rozdíl od kukuřičných. Pokud je krupice příliš suchá, tedy vlhkost 12 až 13 %, je během vločkování rozbíjena na menší kousky a mohou tak vznikat hotové výrobky s vyšší objemovou hmotností. Naopak pokud je pšenice převařená s vysokým obsahem vlhkosti nad 19 až 20 %, hmota je příliš lepivá a gumová a vločky se přilepují na válce a obtížně se seškrabují. [4,11,25]

Po vysušení je pšeničná hmota ochlazená pod 43 °C. Pokud je ukládána do temperovacích nádob příliš teplá, výsledkem je další tmavnutí. Doba temperování pšeničné směsi je obvykle kratší než u kukuřičné a nemá velký vliv na strukturu a vzhled konečného výrobku. Po temperování je nutné směs opět protřídit, aby byly odstraněny příliš malé nebo příliš velké hrudky. Jemné části jsou hygienickým způsobem sbírány a pak jsou přidány do následující várky s čerstvými surovinami. Velké hrudky jsou rozdrceny a opět vytríděny. [4,11,25]



Pšeničné vločky dobré kvality jsou vyráběny bez dalších úprav před válcováním a pečením. Během pečení jsou jednotlivé části ve vločce nerovnoměrně zahřívány, což je způsobeno odlišným fyzikálním složením částic otrub a endospermu, tedy mírně odlišnou vlhkostí a vodivostí tepla. Textura vloček je zlepšena, protože je během pečení vločka zkroucena. Mírné až střední zkroucení je žádoucí, protože vzhled vločky je chutnější a zajímavější. Pokud jsou vločky dokonale ploché, postrádají zajímavost a mají tendenci vrstvit se v krabici, což vede k příliš vysoké čisté hmotnosti. Obsah vlhkosti v hotových upečených pšeničných vločkách by měl být v rozmezí 1 až 3 %. [11,25]

### 3.1.3 Rýžové vločky

Zpracování rýžových vloček je od kukuřičných a pšeničných vloček odlišné jen v drobnostech. Rýžové vločky mohou být vyrobeny z celých rýžových zrn nebo z úlomků celého zrna. Z ekonomických důvodů jsou používány úlomky zrn. Celá zrna jsou používána pro výrobu pufovaných burizonových cereálií, v nichž jeden kousek v hotových upečených cereáliích je tvořen jedním rýžovým zrnem. [2,11]

Vaření rýžové krupice je podobné přípravě pšeničných vloček, ale čas vaření je delší, asi 60 minut v páře za tlaku 103 – 124 kPa. Význam obsahu cukru a vlhkosti hraje u rýže mnohem větší roli než u pšenice a kukuřice. Při překročení 28% vlhkosti na konci vaření je rýže velmi lepivá a obtížně manipulovatelná během chlazení, drcení hrudek i počáteční fáze sušení. Stejně tak vyšší obsah cukru může způsobovat nadměrnou lepivost. Drcení hrudek a sušení je podobné jako u zpracování pšeničných vloček. S rýžovou krupicí je nutné zacházet jemněji než s kukuřičnou. Pokud je manipulace příliš hrubá, může vzniknout nadměrné množství příliš jemných zlomových kousků rýže, které musí být znovu zpracovány nebo vyhozeny. [4,11]

Doba sušení rýžové krupice je delší než u pšenice a přibližně stejná jako u kukuřice. Optimální vlhkost na konci sušení je okolo 17 %. Pokud je obsah vlhkosti příliš nízký, zrna se mohou rozpadat na malé kousky a výsledkem by byly malé vločky. Příliš vysoký obsah vlhkosti může způsobovat lepivost vloček. Vlhkost je velmi důležitá, neboť vločky musí během pečení zvětšit svůj objem. Pokud nejsou expandovány, ztvrdnou jako křemen. Expanze je docílena zvýšením teploty na konci pečení. Celkově by teplota měla být vyšší než u pečení pšeničných vloček. Stejně jako u pšenice a kukuřice by se konečný obsah vlhkosti rýžových vloček měl pohybovat v rozmezí od 1 do 3 %. [4,11,25]

## 3.2 Pufování

Proces pufování je založen na vaření zrn v uzavřené nádobě za vysokého tlaku a následného vypařování vody z mezibuněčných prostor hmoty. Objem zrna je tří až čtyřnásobně zvětšen oproti původnímu objemu. Tradiční pufované cereálie jsou vyráběny v pufovacím dělu z předvařených celých zrn. Poprvé byl tento postup předveden v roce 1904 v Missouri, kdy bylo zrno vystřeleno z vojenského děla, na základě zjištění, že rýže zahřátá v uzavřené zkumavce po otevření expanduje. Konečný výrobek je ve skutečnosti velmi omezen od textury až po tvar, který není měněn. Také pufované výrobky vyžadují následné zpracování jako je sušení a formování. [4,24]

### 3.2.1 Celá zrna pufovaná v pufovacím dělu (Gun-puffed Whole Grains)

Příprava celých zrn pufováním je zajímavý proces. Aby bylo docíleno této úpravy, musí být splněny dvě podmínky. Zrno musí být uvařeno a v atmosféře kolem něj musí dojít k náhlému poklesu tlaku. Výpary pod tlakem uvnitř zrna se snaží vyrovnat s tlakem okolní atmosféry a tím je tlak uvolněn, čímž je zvětšen objem. Během pufování musí hmota držet pohromadě a současně nabýt požadovaného tvaru. [4,11]

Nejčastěji jsou používána zrna pšenice tvrdé, dlouhozrnné bílé rýže nebo středně zrné rýže. Může se také použít pšenice či krátkozrnná vosková rýže s nízkým obsahem amylosy. Pufovaná jsou celá zrna a na trh jsou uváděna jako pufovaná rýže a pufovaná pšenice. Jiné obilné materiály, např. kukuřice a oves, jsou také používány pro pufování, ale ne jako celá zrna. Při obchodování je pšenice tvrdá známá pod názvem puffing durum. [2,11,24]

Rýže by měla být předzpracována tak, aby obsah tuku v zrně poklesl na 0,5 až 1,5 %. Rýžová zrna by měla mít tenkou a slabou aleuronovou vrstvu, aby snadno praskala, a širokou mezeru mezi obalovými vrstvami a jádrem pro snadné loupání. Na rozdíl od rýže, pšenice vyžaduje přípravné kroky, aby se zabránilo rozdílnému a nahodilému uvolnění otrub ze zrn. První metodou přípravy je použití asi 4% nasyceného solného roztoku, který ztuhuje otruby během doby přehřívání, takže lépe drží pohromadě a jsou méně křehké. Při pufování jsou otruby odfouknuty ze zrn, takže výsledný pufovaný výrobek má mnohem čistší a chutnější vzhled. Další metodou je odstranění části otrub odíráním a leštěním. Otrubový obal je odřen na otáčecích vysokorychlostních brouskách ze zrn a části otrub jsou odstraněny odsáváním vzduchu. Hmotnost zrna se sníží asi o 4 %. [11,23]

Zrna musí být před pufováním namočena a následně vysušena a někdy i temperována na 10 až 12% vlhkost. K pufování jsou stále ještě používány stroje single-shot guns, tvořené nádobami s těžkými ocelovými stěnami, schopné vydržet tlak přesahující 1,378 MPa. Otvor, kudy je do stroje nakládáno zrno a kudy je zrno vystřelováno během pufování, je pevně uzavřen víčkem. Během ohřívání až na 260 °C je vlhkost v zrně přeměněna na páru. Když je víko otevřeno, vnitřní tlak je uvolněn a zrno zvětší objem. Pufovaná zrna jsou průběžně zachycována do záchytné odvětrávané nádoby. Jiný typ tohoto stroje je na automatický provoz, pára je vstříkována pod tlakem 1,378 MPa. Čas potřebný na přenos tepla k zrně a samotná příprava je značně snížena, a to z 9 až 12 min. na pouhých 90 s. [4,11,23,25]

U multiple-shot guns je používáno více nádob s jedním nakládacím centrem a hořákovou soustavou. Pro kteroukoliv nádobu je cyklus nakládání, napařování a tepelné úpravy podobný jako u automatických strojů single-shot. Na pomalu rotující kolo je připevněno několik nádob. Každá z nich je naložena a tepelně upravena ve správném čase, přičemž mezi těmito dvěma procesy jsou zrna spařena. Pro pufování celých zrn bylo souběžně vyvinuto a patentováno několik metod. Obvykle je zahrnuto dávkování zrna do již parou natlakované pufovací komory, a to s použitím speciálního ventilu, a následně je prohřáté zrno vyprázdněno do atmosféry skrz výstupní otvor bez ztráty tlaku v komoře. [11,25]

### **3.2.2 Cereálie pufované v peci (Oven-Puffed Cereals)**

Cereálie pufované v peci jsou téměř výhradně vyráběny z rýže nebo kukuřice nebo z jejich kombinace. Zrna jsou přirozeně pufována za vysokých teplot, pokud je obsah vlhkosti správný, kdežto pšenice a oves ne. Klasickým výrobkem jsou rýžové burizony. Obvykle je používána středně zrná rýže. Zrna jsou vařena pod tlakem s cukrem, solí a sladovým aromatem asi hodinu při tlaku 103 až 124 kPa. Po uvaření je rýže ochlazena na okolní teplotu, vysušena na 25 až 30% vlhkost a velikost je upravena rozlámáním shluků na samostatná zrna. [4,11,25]

Sušení je dvoustupňový proces, s dalšími kroky mezi prvním a druhým sušením. Nejprve je rýže sušena, aby byl obsah vlhkosti snížen na asi 17 %, a pak je temperována. Následně je zrno opracováno procesem bumping (boucháním), což znamená, že zrno je mírně zploštěno mezi válci, ne však rozmáčknuto. Při tomto procesu se patrně vytvářejí trhliny ve struktuře zrna, což napomáhá jeho rozpínání za vysokých teplot v peci. Ztenčení zrna

umožňuje rychlejšímu proniknutí tepla. Poté je rýže podruhé usušena na 9 až 11% vlhkost. [4,11,25]

Obecně platí, že pufování v peci se vyznačuje extrémně vysokými teplotami od 288 až po 343 °C. Úplného upečení a pufování je dosaženo asi za 90 s v rotačních nebo jiných vířivých pecích. Po pufování v peci jsou cereálie chlazeny, popř. obohacovány vitamíny a velmi často antioxidanty pro zachování čerstvosti. Výrobek je na závěr pražen běžnými metodami, tedy vzduchem o teplotě 230 °C po dobu 35 s. [4,11,25]

### 3.3 Frézování celých zrn

Původní patent na výrobu frézováním je z roku 1895. Nyní jsou frézované cereálie vyráběny v mnoha formách jako velké a malé pšeničné sušenky a různé typy extrudovaných příčně pruhovaných kousků. [4]

K výrobě jsou nejčastěji používána celá zrna škrobnaté pšenice, ze které jsou vyráběny frézované pšeničné sušenky světlé barvy se zlatohnědou horní a spodní kůrkou. Může být použita i pšenice s červeným endospermem, ale výrobky jsou šedé a častěji mohou vznikat skvrnky z otrub, které jsou již od počátku tmavší. Rýži, kukuřici a další obiloviny lze také použít k frézování, ale častěji jsou upravovány extruzí. [4,11,23,25]

Základem výroby je čištění pšenice. Celá zrna jsou vařena po dávkách v přebytku vody mírně pod bodem varu za atmosférického tlaku po dobu asi 35 min. Vaření je ukončeno, jakmile je barva endospermu přeměněna ze škrobovitě bílé na průsvitně šedou. Obsah vlhkosti vařeného obilí je na konci varného cyklu v rozmezí od 45 do 50 %. Následně je masa chlazená a temperována po dobu až 24 hodin, aby byla vlhkost rovnoměrně rozložena a zrno bylo pevné, gumovité a na povrchu suché. Během temperování je škrob v pšeničném zrnu retrogradován, což je nutné k vytvoření pevného a nelepkaového zmazovatělého materiálu. Pevnost materiálu je zásadní pro frézování a pro manipulaci s neupečenými sušenkami. Je-li doba temperování nedostatečná, kousky mohou být spíše křivé než rovné a také gumové a lepkavé a nebude možné je správně nakrájet. [4,11,25]

Uvařená zrna jsou následně dávkována mezi dva rotující kovové řezací válce. Jeden je hladký, druhý je osazen řadou obvodových žlábků. V průmyslovém odvětví výroby cereálií je dnes používáno mnoho různých variací válců a drážek. Některé drážky jsou vedeny napříč válcem. Výsledné kousky ve tvaru kříže jsou obzvláště pevné. Drážky různých roz-

měrů mohou být používány na stejné drticí lince. Teplota povrchu válce pro optimální proces je v rozmezí od 35 do 46 °C. Někdy je nutné ochlazovat povrch válce vodou, aby se optimalizovala jeho teplota. [4,11,23,25]

Pšenice je vtažena do drážek v rýhovaném válci. Proti válci je umístěn hřeben tak, že každý z jeho zubů zapadá do jedné z drážek ve válci. Při otáčení jsou jednotlivé proužky pšenice vylupovány ven zuby hřebene. Jsou ukládány, či spíše padají na běžící pás pod válci. Obvykle každý pár válců vytváří jednu vrstvu hotových sušenek. Běžně je využíváno 10 až 20 sad válců k vytvoření dostatečné síťované vrstvy výrobku. Poté, co je nasbíráno požadované množství pásků, je síť nakrájena. Nože jsou spíše tupé než ostré, aby krájení částečně zahrnovalo i smáčknutí, čímž jsou kousky k sobě slisovány a slepeny. Vzniklý obloukový spoj drží kousky pohromadě ve tvaru sušenky. Někdy mohou být sušenky plněny nejrůznějšími náplněmi od ovocných, po jogurtové, čokoládové aj. [4,11,23,25]

Jednotlivé sušenky jsou pak pečeny ve dvou fázích. V první fázi se pečou při vysoké teplotě a krátkém čase, následně při nižší teplotě delší dobu. Nejdříve se vytvářejí mezery mezi jednotlivými pásy a sušenky se stávají křehčími. Následně se smršťují na délku i šířku a díky odstranění vlhkosti jsou nafouknuty do šířky. Teploty se pohybují v rozmezí od 204 do 315 °C. Obsah vlhkosti sušenek u vstupu do pece je obvykle asi 45 % a konečný obsah vlhkosti po výstupu z pece je podle druhu sušenek od 4 až do 11 %. Výrobky jsou citlivé na oxidační žluknutí, takže musí být chráněny přidáním antioxidantů pro prodloužení doby trvanlivosti. [4,11,23,25]

### 3.4 „Granola“ cereálie

Hlavní surovinou pro výrobu „Granola“ cereálií je válcovaný oves. Míchá se s jinými zajímavými surovinami, jako jsou např. kousky ořechů, kokos, hnědý cukr, med, sladový výtažek, sušené mléko, sušené ovoce (rozinky, datle atd.), voda a rostlinný olej. Může být přidáváno koření jako skořice a muškátový oříšek. Tekuté a suché přísady jsou smíchány ve správném množství a hmota je rozprostřena ve stejnoměrné vrstvě na pás pece nebo v sušáku. „Granola“ cereálie jsou pečeny při teplotách v rozmezí od 149 do 218 °C, až je spodní plocha rovnoměrně upečena do světle hnědé barvy a vlhkost je okolo 3 %. Po upečení je plát rozlámán na velké kusy. [11,24]

Cereálie jsou dobrým kompromisem mezi energetickou a výživovou hodnotou. Tvořeny jsou vyváženým množstvím proteinů, sacharidů, lipidů a dostatkem vlákniny. Protože většina z těchto cereálií je na trhu prodávána jako „přírodní“, nejsou ošetřeny antioxidanty, rovněž neobsahují umělé příchutě a barviva. Výrobky mohou být rovněž obaleny v cukrovém obalu a ochuceny čokoládou, medem, sladem či skořicí, což však již zvyšuje energetickou hodnotu. [11,24]

### **3.5 Pečené granulované cereálie**

Technologie výroby granulovaných cereálií je jednou z nejstarších u RTE cereálií, pochází z konce 80. let 19. století. Výroba je podobná jako u klasicky pečeného sortimentu. Z jemné celozrnné pšeničné mouky, ječné sladové mouky, soli, droždí a vody je připraveno pevné těsto. Fermentováno je asi 5 hodin při teplotě 27 °C a relativní vlhkosti 80 %. Díky kvasinkám je těsto prokypřeno. Pečeno je ve tvaru velkých bochníků, které jsou následně rozlámány na malé kousky a vytříděny podle požadované velikosti. Před balením mohou být tyto granule polévány roztokem vitaminů. Konečný výrobek by měl mít křupavou texturu a unikátní sladovou vůni. [4,23]

## 4 MODERNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY

### 4.1 Vysokotlaká extruze

Vysokotlaká extruze je proces rychlého mechanického a tepelného zpracování surovin. Vaření je uskutečňováno v extruderu, kde je syrové obilí přeměňováno na křehké a křupavé výrobky. Nejdůležitější částí extruderu je šnekový systém uzavřený v extruzním tělese. Zpravidla je dělen na několik částí s různým typem závitů. Suroviny jsou dávkovány do první, tzv. dopravní části. Důkladně jsou promíseny a následně dopraveny do tlakové a pak do varné části. Vlivem vzrůstajícího tlaku je část mechanické energie přeměněna na tepelnou. Materiál se během několika sekund zahřeje až na 180 °C, čímž je veškerá vlhkost přeměněna na páru. Působením vlhkosti, tlaku, teploty a mechanických sil škrob mazovatí a bílkoviny denaturují. Tato část je nazývána plastifikace. [4,5,11,25]

Hmota je protlačována skrz otvory razidla v matrici extruderu. Vlivem poklesu tlaku dojde k prudkému rozpětí páry, tedy expanzi, čímž je několikanásobně zvětšen objem výrobku a je vytvořena typická pórovitá křehká struktura. Vlhkost je snížena na asi 10 %. Otvory na konci extruderu určují konečný tvar. Peleta je podle požadavků dále nakrájena na odpovídající velikost. Produkt je již dobře stravitelný, ale zpravidla je dále upravován pražením nebo smažením, možností je i ochucování či příprava plněných výrobků. [4,5,11,25]

Výsledky extruzního vaření jsou významně ovlivňovány použitým tlakem, kombinací extruze a dalších operací, ale také kvalitou vstupních surovin, tedy zrna. Objem výrobku je zvětšován obsahem škrobu a tuku. Objem je zvyšován vyšším obsahem škrobu, zatímco vyšším obsahem tuku je snižován. Kvalita výrobku je horší v případě použití nekvalitní suroviny, jako např. porostlých pšeničných zrn, žluklé ovesné mouky, kukuřičných zrn poškozených záhřevem atd. Použitá teplota se pohybuje v rozmezí od 80 do 250 °C, tlak od 2 do 25 MPa, vlhkost mezi 5 až 40 %. Doba pobytu materiálu v extruderu je od 5 do 100 s. [4,5]

Vysokotlaké extrudery jsou děleny na jednošnekové a dvoušnekové. Základem dvoušnekového extruderu je dvojice šneků, které do sebe zapadají a navzájem se prolínají. Šneky jsou uloženy v dutém tubusu. Mohou mít pravidelný profil, nebo různé tvarování, stejně tak různou délku. Předností dvoušnekového extruderu může být samočištění pracovního povrchu či větší rozsah výrobního sortimentu. Nevýhodou je podstatně vyšší cena. [4,5,25]

Největší výhodou extruzního vaření je celkové zefektivnění technologie. Použitím extruderu jsou sníženy nároky na množství jednotlivých zařízení, tudíž i na investiční náklady a obestavěný prostor. Tepelné zpracování je méně náročné na spotřebu energie. Výhodou je možnost použití i jemného materiálu, tedy mouky. Působení vysokých teplot je krátké, proto jsou ztráty biologicky cenných živin minimální. Extruzí je možné vyrobit různé typy lehce stravitelných a chuťově atraktivních výrobků. [4,5]

## 4.2 Extrudované vločky

Extrudované vločky jsou odlišeny od tradičních tím, že krupice pro tvorbu vloček je připravena extruzním vařením surovin. Hmota je následně nakrájena na hrudky požadované velikosti. Často je k surovinám přidáváno barvivo. Tradiční vločky jsou jasné, na pohled přitažlivé barvy. Při extruzním vaření je mnohem více uplatňován mechanický způsob zpracování a výsledné vločky mohou mít mdlou barvu. Při použití menšího množství cukru je efekt ještě patrnější, neboť je omezeno působení Maillardových reakcí. Extrudované vločky jsou také mnohem stejnoměrnější. [1,11,25]

Díky extruzi je možné použít širší řadu materiálů, které by jinak nemohly tvořit drť, tedy i mouku. Celá zrna či úlomky zrn jsou nejprve v extruderu rozdrčeny a poté je přidán ochucující roztok. Někdy je lepší oddělit část vody z ochucovacího roztoku a přidat ji samostatně. Tímto způsobem je možné řídit obsah vlhkosti a konzistenci extrudovaných částek, aniž by byla změněna chuť a barva. Extruze se provádí za nižšího tlaku. Peleta je spíše kompaktnější, slisovaná do soudržných kousků, než výrazně expandovaná. Obsah vlhkosti se pohybuje v rozmezí od 10 do 24 %. Pokud je dosaženo úplného uvaření a ochucení za obsahu vlhkosti okolo 17 %, eliminuje se tak proces sušení, které je jinak nutné před temperováním a pečením. [11,25]

Temperování extrudované krupice je nutné pouze v případě velkého rozdílu mezi povrchovou a vnitřní vlhkostí. V některých případech může být žádoucí, aby na povrchu byly částice sušší nebo mírně popraskané, protože na styku sušších a vlhčích částí jsou pak vločky během pečení ohýbány a zkrouceny. Pokud je vlhkost ve všech částicích příliš jednotná, výsledkem jsou příliš ploché a jednotvárné vločky. Ty mohou vypadat méně přirozeně než tradiční vločky. Tvoření vloček a jejich pečení je prováděno stejně, jako při výrobě tradičních kukuřičných a pšeničných vloček. [11,25]



### 4.3 Extrudované pufované cereálie (Extruded Gun-Puffed Cereals)

Mnoho pufovaných výrobků je dnes vyráběno přímou expanzí. Příprava je obvykle prováděna v extruderech, především dvoušnekových. Tepelně upravené těsto je pak tvarováno vytlačováním přes lis, přičemž tepelná úprava a extrudování může probíhat v jednom nebo ve dvou krocích. [4,11]

Extrudované pufované cereálie jsou vyráběny převážně z mouky. Sypké suroviny jsou smíchány a dávkovány do extruderu. Přidán je ochucující roztok a voda. Pokud je množství ochucujícího roztoku udržováno ve stálé rovnováze s množstvím suché směsi, těsto je stále chuti a zbarvení. Zvláštní přídavek vody může zmenšit výkyvy v obsahu vlhkosti suroviny. Těsto je z varného extruderu přepraveno do formovacího extruderu, který má teplotu pod 71 °C. Charakteristická je nízká vlhkost zpracovávané hmoty. Těsto je přeměněno na plastický materiál. Během expanze je škrob mechanicky degradován. [4,11]

Dalším krokem po extruzi je sušení a temperování na obsah vlhkosti od 9 do 12 %. Výrobek je pak pufován ve stejných strojích jako tradiční, celá zrna. Někdy je nutné přidat 2 až 4 % vody na pomoc při vytváření tlaku páry. Většina z těchto tvarů je pufována tlakem 1,034 až 1,378 MPa. Hotový výrobek musí být zkontrolován, aby byly odstraněny případné nepufované tvary, ulomené částičky a prach. Výrobek je vysušen na vlhkost 1 až 3 %. Mnohé pufované extrudované výrobky jsou před balením potahovány cukrem nebo roztokem vitaminů, čímž se zabrání pronikání okolní vlhkosti a následné lepkavosti. [11,25]

### 4.4 Extrudované a další frézované cereálie (Extruded And Other Shredded Cereals)

Pro výrobu mohou být použity obiloviny ve formě celých zrn, částí zrn a mouka. Výběr je závislý na konečném výrobku a na způsobu vaření. Používána je pšenice, kukuřice, rýže a oves, a to samostatně nebo ve směsích. Může být přidáván i škrob, cukr, kukuřičná sladičidla, slad, sůl, barviva, příchutě a vitaminové a minerální obohacující směsi, stejně jako u extrudovaných vloček nebo pufovaných výrobků. [4,11]

Příprava před vlastním frézováním je zajištěna v extruderu. U frézování není vyžadována jednotná velikost kousků jako například u vločkování. Je pouze nutné přizpůsobit velikost tak, aby se mohly stejnoměrně chladit a podávat mezi válce. Extrudování může lépe kontrolovat velikost jednotlivých kousků, která je dána velikostí otvoru v lisu. Obsah vlhkosti

kousků těsta je nutné snížit na 25 až 32 % oproti celým zrnům, aby se minimalizovala lep-  
kavost hmoty. Sušení není mezi procesy vaření a frézování prováděno. Chlazení je nutné,  
aby bylo zabráněno další nechtěné tepelné úpravě. Při vaření za vyššího tlaku musí  
po chlazení následovat temperování, při úpravě extrudováním nemusí. [4,11,25]

Frézování je v podstatě stejné, jako u klasického zpracování celých zrn. Rozdíl je pouze  
v konfiguraci rýhy na válci, kdy jsou často přidávány paralelní rýhy. Konečný výrobek  
je složen z menšího množství vrstev, proto je třeba méně sad válců. Kukuřičné a rýžové  
cereálie jsou složeny ze dvou až čtyř vrstev, pšeničné a ovesné ze čtyř až osmi. Při použití  
křížového drážkování jsou konečné výrobky pevnější a méně deformované. Těsto je kráje-  
no obdobně jako klasické frézované výrobky. Řezné hrany nožů jsou tupé, proto těsto není  
nařezáno na jednotlivé kousky; jsou jen slisovány okraje. Výrobek se tedy peče ve formě  
velkého plátu. Během pečení se jednotlivé kousky zmenšují a řezné linie se oslabují.  
Po upečení se snadno rozpadnou na jednotlivé kusy. Většinou jsou tvarovány na menší  
velikost „ke kousnutí“. Další možností může být přímé vytlačování pásků z extruderu.  
Ty jsou nejen tvarovány, ale zároveň expandovány, což prakticky eliminuje fázi pečení.  
Během velmi krátké doby musí být dále formovány. Jednotlivé pásy jsou stlačeny do sebe  
a jsou tvarovány na širší a méně křehké sušenky. [4,11,25]

Pšeničné a ovesné výrobky jsou obvykle pečeny v dlouhých, průběžných pecích. Cereálie  
na bázi kukuřice nebo rýže jsou sušeny při různých teplotních profilech. Kousky musí pro-  
jít během pečení procesem pufování nebo expandování. Jinak se totiž stanou velmi tvrdými  
a křehkými. V první části pece je obvykle nižší teplota, která kousky vysuší. V poslední  
části pece je teplota extrémně vysoká, což způsobuje puknutí kousků. Vlhkost hotového  
výrobku musí být do 3 %. Obvykle je nutné přidat antioxidanty, aby byl výrobek chráněn  
před žluknutím a byla zajištěna jeho přiměřená skladovatelnost. [4,11]

## 5 CEREÁLIE V TRŽNÍ SÍTI

V prodejní nabídce supermarketů je nabízena celá škála sortimentu snídaňových cereálií, které jsou odlišeny designem i velikostí balení. Odlišná je i charakteristika výrobků, zvláště pak výživová hodnota a senzorické znaky. Výrobky jsou určeny především třem nejdůležitějším segmentům populace, kterými jsou v první řadě děti, dále spotřebitelé žádající nízkokalorické výrobky a nakonec konzumenti, kteří dbají na zdravou a výživnou stravu. [24]

Děti oceňují zejména rozmanitost jednotlivých výrobků. Nejvíce zaujmou tvary od jednoduchých kuliček, čtverečků, plátků, kroužků až po nejrůznější zvířata. Dále i různorodost barev a chutí čokolády, medu, skořice, sladu a dalších. Cereálie jsou nabízeny v barevných krabicích, na kterých bývají zobrazeny zvířata, hrdinové kreslených filmů i osoby. Dospělí věnují větší zájem spíše funkčnosti výrobků, tedy jejich složení, energetické a nutriční hodnotě. Upřednostňují výrobky přispívající k ochraně zdraví a vhodné životosprávy. [24]

### 5.1 Nutriční hodnota

Snídaňové cereálie jsou přirozeným zdrojem komplexních sacharidů, vlákniny a vitaminů skupiny B. Energetická hodnota snídaňových cereálií je vyšší než v chlebu, kvůli relativně nižšímu obsahu vlhkosti. Ve srovnání s podobnými výrobky s nízkým obsahem vody je rozdíl v kaloriích malý. Obsah triacylglycerolů a cholesterolu může být nižší než v některých dalších cereálních výrobcích. [23,24]

Všechny obilné výrobky neobsahují dostatek esenciální aminokyseliny lysinu, ale v RTE cereáliích může být jeho obsah nižší než například v chlebu. Deficit je způsoben změnami, které probíhají v proteinech při ošetření vysokou teplotou. Nicméně nedostatek lysinu ve snídaňových cereáliích je méně významný, než jeho nedostatek v pečivu, protože cereálie jsou obecně konzumovány s mlékem, které je dobrým zdrojem této aminokyseliny. [23]

Proces výroby cereálií může být příčinou částečné hydrolýzy kyseliny fytové, ničen je thiamin, naopak obsah riboflavinu či niacinu je jen málo ovlivněn výrobním procesem. Moderní výrobní techniky jako extruzní procesy, umožňují doplnění přirozených složek obilných zrn dalšími skupinami vitaminů (A, C, D, E), minerálními látkami (železo, vápník, fosfor, hořčík, zinek) a vlákninou (otruby, rozpustná vláknina), aby výrobky vyhovovaly očekáváním dospělého segmentu trhu. Začlenění vitaminů může být provedeno v různých krocích. Při vaření výrobku či extruzi, povrchovým nástřikem po zpracování, nebo mohou

být vitaminy přidány do cukrové polevy. Metody jsou vybírány v závislosti na stabilitě jednotlivých vitaminů. Navíc některé cereálie mohou být obohacovány proteiny, např. vysokomolekulárními proteiny, pšeničnou nebo ovesnou moukou, odtučněným pšeničným klíčkem, sójovou moukou, odtučněným sušeným mlékem, kaseinem nebo pšeničným lepem. [23,24]

## 5.2 Mínění veřejnosti o snídaňových cereáliích

Oslovila jsem e-mailem několik hlavních výrobců expandovaných cereálií s cílem dozvědět se podrobnější a kvalifikované informace o výrobě a především o surovinách. Bohužel se mi nedostalo žádné zpětné vazby. Vlastní výzkum mínění veřejnosti nebyl proveden, pouze výzkum dostupných informací a názorů na internetových stránkách a poradnách. Přesto pokládám téma snídaňových cereálií, jejich nutriční hodnoty a mínění široké veřejnosti za velmi zajímavé, proto se domnívám, že by tato problematika zasloužila více pozornosti a podrobnějšího rozpracování. V následujících odstavcích jsou krátce shrnuty myšlenky a postoje vůči snídaňovým cereáliím, které se na internetu objevovaly nejvíce.

„Cereálie přinášejí do stravování hned několik výhod. Ta první spočívá v nutričním přínosu, který je řadí mezi úspěšné pomocníky v prevenci civilizačních chorob, hlavně onemocnění srdce a cév. Vyplatí se ale mezi jednotlivými druhy dobře vybírat, protože některé z nich obsahují poměrně dost skrytého cukru a soli. Další výhodou je rovněž rychlost jejich přípravy a také mnohem širší využití než jen k snídani. Kromě toho jsou cereálie dobře stravitelné.“ [26]

Z internetu je možné vyčíst, že výrobci snídaňových cereálií vyzdvihují své výrobky nad jakoukoli jinou formu snídaně či dopolední svačiny. Výrobci také zdůrazňují, že cereálie obsahují správný poměr základních živin, dostatek vlákniny i vitaminů a minerálních látek. Složení je tedy podle nich „ideální k nastartování organismu a poskytuje dostatek energie na celé dopoledne“. V dnešní době už přiznávají, že jejich výrobky zvyšují glykemický index. Hodnota GI ukazuje míru vzestupu hladiny glukosy v krvi, což způsobuje zvýšené vylučování insulínu. Zjednodušeně se dá říci, že po snídaňových cereáliích se brzy pocítí hlad. Glykemický index se však podle výrobců může snížit přidáním polotučného mléka či bílého jogurtu. Dodá se tak i esenciální aminokyselina lysin a vitaminy rozpustné v tucích, které v obilných výrobcích chybí. Současně se zažene pocit hladu. Podle některých zdrojů se dokonce omezí vznik obezity a diabetu II. typu. [23,26,27,28,29,30,31,32]

Dále se veřejnost může na základě internetových informací domnívat, že pufované výrobky, často nazývané „polystyrénovými chlebíčky“, jsou „zaručený“ způsob k hubnutí. Na druhou stranu se na mnoha internetových stránkách objevují názory, že expandované výrobky nejsou vhodné k redukčním dietám. Některé zdroje jsou shovívavější a pár fitness výrobků s dostatečným obsahem vlákniny a sníženým obsahem cukru uznávají jako zdraví prospěšné. [26,27,28,29,30,31,32]

Existuje také mnoho studií, které se zabývají vlivem expandovaných cereálních výrobků na zdraví člověka. Některé výzkumy dospěly k názoru, že dívky ve věku 9 – 19 let snídající celozrnné cereálie pravidelně měly více vlákniny, vitaminů a minerálií. Navíc byl ve skupině i nižší výskyt obezity. [33] Každodenní konzumace celozrnných cereálií vedla u mužů ke snížení vzniku srdečních chorob až o 20 %. [34] Ženy, které pravidelně snídají celozrnné cereálie, mají nižší hmotnost a snáze si svou váhu udrží. [35]

## ZÁVĚR

Snídaně by měla být základem každého jídelníčku. Nedostatek času přispívá k větší oblíbenosti pokrmů, které jsou méně náročné na přípravu. Snídaňové cereálie jsou nejen atraktivní, ale také jsou snadné a rychlé k přípravě pro konzumaci.

Cílem bakalářské práce bylo shrnout základní informace a charakteristiku expandovaných snídaňových cereálií a popsat je v českém jazyce. První kapitola se zabývá hlavní výrobní surovinou, kterou je obilné zrna, a popisuje všeobecné údaje a především požadavky na nejvýznamnější obiloviny, kterými jsou kukuřice, pšenice, rýže, oves a ječmen. Následující kapitoly pojednávají o technologických procesech výroby jednotlivých druhů snídaňových cereálií. Rozděleny jsou na klasické technologie, ke kterým patří hlavně pufování, vločkování a frézování, a moderní technologie, které jsou zastoupeny vysokotlakou extruzí. Závěrečná kapitola je věnována postavení snídaňových cereálií na českém trhu, nutriční hodnotě, a také shrnuje názory a rady, které se nejčastěji objevují na internetových stránkách.

Téma snídaňových cereálií je rozsáhlé a velmi zajímavé a proto se domnívám, že by tato problematika zasloužila více pozornosti a podrobnějšího rozpracování.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] GUY, Robin. *Raw materials for extrusion cooking*. s. 5 – 27. in GUY, Robin (ed.). *Extrusion Cooking Technologies and Applications*. 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001. ISBN 1-85573-559-8
- [2] CALDWELL, E. F., FAST, Robert B. *The cereal grains*. in FAST, Robert B., CALDWELL, Elwood F., (ed.). *Breakfast Cereals And How They Are Made*. 1st ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1990. ISBN 0-913250-70-8
- [3] GUY, R. *Raw materials*, s. 52 – 72, in FRAME, N. D. (ed.), *The technology of extrusion cooking*. 1st ed. Glasgow: Chapman and Hall, 1994. ISBN 0-7514-0090-4
- [4] WHALEN, Paul J., DESROCHERS, Julia L., WALKER, Charles E. *Ready-to-eat Breakfast cereals*. s. 615 – 646. in KULP, Karel, PONTE, Joseph G. (ed.). *Handbook of cereal science and technology*. 2nd ed. New York: CRC Press, 2000. ISBN 0-8247-8294-1
- [5] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 4. ročník SPS studijního oboru zpracování mouky*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, n. p., 1988. Kapitola 3.2, Extruze, s. 87 – 91
- [6] NEDĚLNÍK, J. *Kukuřice*. s. 142 – 146. in PRUGAR, Jaroslav (vedoucí autorského týmu), SÝKOROVÁ, Světlana (ed.) *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2
- [7] HALLAUER, Arnel R., CARENA, Marcelo J. *Maize Breeding*. s. 3 – 98. in CARENA, Marcelo J. (ed.). *Cereals, Handbook Of Plant Breeding*. 1st ed. Springer, 2009. ISBN 978-0-387-72294-8
- [8] MERGOUM, M., et al. *Spring Wheat Breeding*. s. 127 – 156. in CARENA, Marcelo J. (ed.). *Cereals, Handbook Of Plant Breeding*. 1st ed. Springer, 2009. ISBN 978-0-387-72294-8

- [9] KENT, N. L., EVERS, A. D. *Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture*. 4th ed. Pergamon, 1994. ISBN 0-08-040833-8. Chapter 11. Breakfast cereals and other products of extrusion cooking, s. 244 - 258
- [10] HRUŠKOVÁ, M. a kol. *Pšenice*. s. 75 – 103. in PRUGAR, Jaroslav (vedoucí autorského týmu), SÝKOROVÁ, Světlana (ed.). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2
- [11] FAST, Robert B. *Manufacturing Technology of RTE Cereals*. in FAST, Robert B., CALDWELL, Elwood F. (ed.). *Breakfast Cereals And How They Are Made*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1990. ISBN 0-913250-70-8
- [12] GUIMARÃES, Elcio P. *Rice Breeding*. s. 99 – 126. in CARENA, Marcelo J. (ed.). *Cereals, Handbook Of Plant Breeding*. 1st ed. Springer, 2009. ISBN 978-0-387-72294-8
- [13] SIEBENMORGEN, Terry J., YANG, W., BAUTISTA, R., CNOSSEN, A. *Rough Rice Drying and Milling Quality*. s. 567 – 594. in SMITH, C. Wayne, DILDAY, Robert H. (ed.). *Rice: Origin, History, Technology, and Production*. 3rd ed. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2003. ISBN 0-471-34156-4
- [14] WELCH, Robert W., McCONNELL, Janice. *Oats*. S. 367 – 390. in DENDY, D. A. V., DOBRASZCZYK, Borgan J. (ed.). *Cereals and cereal products: chemistry and technology*. 2nd ed. Aspen Publishers, 2001. ISBN 0-8342-1767-8
- [15] MOUDRÝ, J. a kol. *Oves*. s. 133 – 141. in PRUGAR, Jaroslav (vedoucí autorského týmu), SÝKOROVÁ, Světlana (ed.). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2
- [16] BRIGGS, Dennis E. *Barley*. s. 325 – 334. in DENDY, D. A. V., DOBRASZCZYK, Borgan J. (ed.). *Cereals and cereal products: chemistry and technology*. 2nd ed. Aspen Publishers, 2001. ISBN 0-8342-1767-8



- [17] PSOTA, V, EHRENBERGEROVÁ, J. *Ječmen*. s. 116 – 132. in PRUGAR, Jaroslav (vedoucí autorského týmu), SÝKOROVÁ, Světlana (ed.). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2
- [18] PELIKÁN, M. a kol. *Žito*. s. 104 – 109. in PRUGAR, Jaroslav (vedoucí autorského týmu), SÝKOROVÁ, Světlana (ed.). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2
- [19] PETR, J., CAPOUCHOVÁ, I., KALINOVÁ, J. *Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství*. s. 147 – 167. in PRUGAR, Jaroslav (vedoucí autorského týmu), SÝKOROVÁ, Světlana (ed.). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2
- [20] ROONEY, Lloyd W., WANISKA, Ralph D. *Sorghum Food and Industrial Utilization*. s. 689 – 730. in SMITH, C. Wayne, FREDERIKSEN, Richard A. (ed.). *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*. 3rd ed. John Wiley and Sons, 2000. ISBN 0-471-24237-3
- [21] CAMPBELL, Clayton Garnet. *Buckwheat, Fagopyrum esculentum Moench*. Bioversity International, 1997. 93 s. ISBN 92-9043-345-0
- [22] BELITZ, Hans-Dieter, GROSCH, Werner, SCHIEBERLE, Peter. *Food Chemistry*. 4th ed. Springer, 2009. ISBN 978-3-540-69933-0, Chapter 8 Food Additives, s. 429 - 466
- [23] KENT, Norman Leslie. *Technology of breakfast cereals: An introduction for students of food science and agriculture*. 3rd ed. Oxford: Pergamon Press, 1983. ISBN 0-08-029800-1
- [24] BOUVIER, J-M. *The range of products*. s. 133 – 160. in GUY, R. *Extrusion cooking, Technologies and Applications*. 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001. ISBN 1-85573-559-8
- [25] MILLER, R. C. *Breakfast cereal extrusion technology*. s. 73 – 107. in FRAME, N. D. *The technology of extrusion cooking*. 1st ed. New York: Chapman and Hall, 1994. ISBN 0-7514-0090-4

- [26] MÜLLEROVÁ, Eva. *Cereálie zpestří jídelníček a pomohou při hubnutí i stresu*. [online]. [cit. 2011-05-07]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.novinky.cz/zena/zdravi/158283-cerealie-zpestri-jidelnicek-a-pomohou-pri-hubnuti-i-stresu.html>>
- [27] ANONYM. *Cerálie: pomohou vám při hubnutí*. [online]. [cit. 2011-05-07]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.prozeny.cz/magazin/zdravi-a-zivotni-styl/hubnouci-komando/22121-cerealie-a-hubnuti-jak-to-souvisi>>
- [28] ČARŇANSKÝ, Ondřej. *Snídaňové cereálie a hubnutí? Test redakce MF DNES*. [online]. [cit. 2011-05-07]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.rozumnehubnuti.cz/wp-content/uploads/2008/02/musli\\_sypane.pdf](http://www.rozumnehubnuti.cz/wp-content/uploads/2008/02/musli_sypane.pdf)>
- [29] MÁLKOVÁ, Iva, PhDr. *Módní pojem cereálie – při hubnutí ano či ne?* [online]. [cit. 2011-05-07]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.stob.cz/vyziva-specificke-potraviny-a-doplanky-stravy/modni-pojem-cerealie-pri-hubnuti-ano-ci-ne>>
- [30] ANONYM. *Ano či ne pufovaným chlebičkům*. [online]. [cit. 2011-05-07]. Dostupný z WWW:  
<<http://thin-cruela.blog.cz/0912/ano-ci-ne-pufovanym-chlebickum>>
- [31] ANONYM. *Nestlé*. [online]. [cit. 2011-05-20]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.nestle.cz/nestle-cerealie.asp/>>
- [32] ANONYM. *Snídaňové cereálie*. [online]. [cit. 2011-05-20]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.snidanove-cerealie.estranky.cz/>>
- [33] BARTON BA, et al. 2005. *The relationship of breakfast and cereal consumption to nutrient intake and body mass index: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study*. J Am Diet Assoc 105(9):1383-9

- 
- [34] SIMIN LIU, et al. 2003. *Is intake of breakfast cereals related to total and cause-specific mortality in men?* Am J Clin Nutr 77:594-599
- [35] LIU S, et al. 2003. *Relation between changes in intakes of dietary fibre and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women.* Am J Clin Nutr 78:920-927

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GI Glykemický index

HTST High-temperature-short-time proces; vysokoteplotní krátkodobý proces

RTE Ready-to-eat; připravené k okamžité konzumaci, není nutná tepelná úprava