

kvótována vzhledem k tomu, že má srovnatelnou sladivost, a je tudíž konkurentem rovněž kvótovanému řepnému cukru. Vysoké využití glukosofruktosových sirupů v nápojovém průmyslu se odrazilo ve 20. století na intenzivním světovém rozvoji škrobářenského průmyslu.

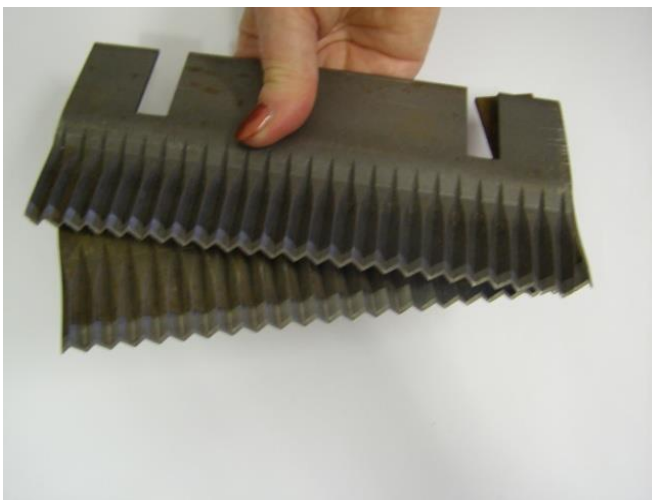
Škrobové sirupy jsou mimo nápojový průmysl používány k výrobě fondánu a kandytů (u kandytů nejlépe sirup maltosový). Dále slouží k biotechnologické výrobě řady látek, např. ethanolu, kyseliny citrónové, maltosy, maltulose, maltitolu, glukosy, D-glucitolu (sorbitolu), fruktosy, cyklodextrinů, aminokyselin ad.

#### 4 TECHNOLOGIE CUKROVARSTVÍ

Původně sladil člověk medem, později začal využívat sladké šťávy z různých plodin. Nejdříve došlo k výraznějšímu rozšíření cukrové třtiny. Tato rostlina pocházela z Indie, ale již Arabové přinesli její pěstování až na území dnešního Španělska. Během křížových výprav se s jejím pěstováním seznámili křižáci a objevili ji tak pro křesťanskou Evropu. Po objevení Ameriky se pěstování třtiny rozšířilo v tropických oblastech Nového světa, kde pro to byly ideální podmínky. V polovině 16. století se již do Evropy dovážel cukr z Kuby a Mexika. U nás byla postavena první rafinerie třtinového cukru v roce 1787 na Zbraslavi.



Obr. 52: J.K.Rad s chotí Julianou



Obr. 53 Gollerovy nože

Technologii výroby cukru z řepy cukrovky vypracoval německý chemik s francouzským jménem Francois Charles Achard v roce 1799. O tři roky později uvedl do provozu první cukrovar. Brzy na to se řepné cukrovarnictví začalo šířit a v roce 1812 již pracovaly také cukrovary na našem území (Žleby, Semily, Liběchov). Rozvoji řepného cukrovarnictví na počátku 19. století výrazně napomohla námořní blokáda Evropy v napoleonských válkách. Když byl dovoz třtinového cukru obnoven, prošlo evropské cukrovarnictví první krizí, která například naše cukrovary prakticky zničila. Poslední zanikl v roce 1821. Až od roku 1830 se ve střední Evropě začala výroba cukru obnovovat. Od té doby se vedl neustálý konkurenční ekonomicko-technologický boj mezi cukrovarnictvím třtinovým a řepným, do kterého často zasahovala politika.

Světové cukrovarnictví ovlivnilo také mnoho odborníků působících u nás. Jakub K. Rad (Obr. 52) vyrobil v Dačickém cukrovaru na Moravě první kostkový cukr. Profesor na pražském Polytechnickém ústavu Království českého Karel N. Balling sestrojil v roce 1839 k měření obsahu cukru v roztoku areometr (hustoměr) nazývaný sacharometr (cukroměr).

Vypracoval také metodiku určování kvality cukerných roztoků. Pojmy jako polarizace, sacharizace a kvocient čistoty se užívají dodnes. Syn majitele cukrovaru v Židlochovicích Julius Robert objevil technologii získávání cukru z řepy difúzí a sestrojil první funkční difuzér (1864), Robertova difúze se pak používala u nás ještě v padesátých letech minulého století. František V. Goller, ředitel Královopolského cukrovaru, jako první navrhl dnešní typ nože s trojhranným ostřím. Gollerovy nože (Obr. 53) úplně vytlačily všechny ostatní typy do té doby používaných nožů. Ing. Hugo Jelínek zavedl roku 1863 saturaci řepné šťávy vápenným mlékem. Ing. Josef Lexa se spolupodílel na vynálezech a vylepšeních některých typů odparek a zničů. Ing. František Herles vypracoval postup na stanovení cukru v melase. Dodnes se pro tento účel používá Herlesovo činidlo.

Koncem 19. Století se rovněž začalo s intenzivním šlechtěním cukrovky na vyšší cukernatost. V roce 1893 vznikla šlechtitelská stanice v Dobrovicích a od počátku 20. století se začaly pěstovat nové výkonnější odrůdy. Zpočátku se uplatňoval při šlechtění především individuální výběr, později nové metody s uplatněním křížení. V roce 1912 vznikla šlechtitelská stanice v Semčicích. Negativně se v cukrovarství odrazila 1. světová válka, cukrovarství bylo na jejím konci rozvráceno. Postupně, zvláště pak ve 20. letech minulého století, nabývalo cukrovarství v našich zemích nebývalého rozmachu. V tehdejší době celková produkce cukru činila 6 % celosvětové a 15-20% evropské výroby. Po druhé světové válce byly cukrovary znárodněny a poslední větší investice byly prováděny v 70. letech minulého století. V té době byly postaveny i dva nové cukrovary v Hrochově Týnci (byl uzavřen a zbořen) a v Hrušovanech nad Jevišovkou. Od této doby byly investice do cukrovarství velmi malé a technika v nich zastarávala. Po pádu komunismu došlo k uzavírání cukrovarů.

V současnosti pracuje v ČR 7 cukrovarů. Cukrovary v Českém Meziříčí a Dobrovicích patří do skupiny firmy Tereos TTD a.s., tato skupina se zabývá i výrobou agroetanolu z cukrovky. Podniky v Hrušovanech nad Jevišovkou a Opavě patří k Moravskoslezským cukrovarům a.s., které jsou součástí společnosti Agrana. Cukrovar v Prosenicích, Vrbátkách a Litovli pak patří ke společnostem, kde převládá český kapitál (Obr. 54).



*České Meziříčí*



*Dobrovice*



*Hrušovany nad Jevišovkou*



*Opava*



*Prosenice*



*Vrbátky*

Obr. 54: České cukrovary

#### **4.1 Anatomická stavba, chemické složení a technologická jakost cukrovky**

Surovina: cukrovka (*Beta vulgaris L.*) je dvouletou rostlinou, v prvním roce vytváří bulvu s přízemní růžicí listů a ve druhém roce pak květenství.

##### **4.1.1 Anatomická stavba**

Bulva se skládá ze tří částí:

**Hlava (epikotyl)** - v podstatě zkrácený stonek nesoucí listy a vegetační pupeny. Tvoří asi 4 % hmotnosti bulvy. Obsahuje nejméně cukru a nejvíce škodlivých necukrů. Při sklizni se spolu s listovou růžicí odřezává jako skrojky.

**Krk (hypokotyl)** - tvoří přechod mezi hlavou a kořenem, je rovněž ztlustlým článkem stonku. Neobsahuje ani listy ani vlásečnicové kořínky a tvoří 6 % hmotnosti bulvy.

**Vlastní kořen (radix)** - z něhož rostou postranní kořínky, představuje asi 90 % hmotnosti řepy. Má zpravidla větvenovitý tvar se dvěma protilehlými podélnými rýhami a směrem dolů se zužuje v tzv. ocásek, jenž zasahuje do hloubky až 2 m. Na příčném řezu kořenem je pletivo pokožkové, vodivé a základní (Obr. 55).

Sacharosa se tvoří v listech při fotosyntéze a je vodivým pletivem odváděna do bulvy, kde je rozdělována do jednotlivých partií. Rozdělení sacharózy v bulvě není stejnoměrné,

nejnižší obsah cukru je ve střední části hlavy a v postranních kořínkách, rovněž okrajové části krku a kořene obsahují méně sacharózy.

100 kg bulev obsahuje - 75 kg vody

- 25 kg sušiny - 17,5 kg cukry

- 7,5 kg necukry - 5 kg dřev

- 2,5 kg šťáva

5 kg dřev - 1,2 kg celulóza

- 1,1 kg hemicelulóza

- 2,4 kg pektinové látky

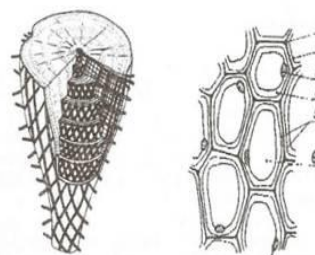
- 0,1 kg bílkoviny

- 0,1 kg saponiny

2,5 kg šťávy - 1,1 kg N-látka

- 0,9 kg org. bezdušičaté látky

- 0,5 kg minerální látky



Kořen cukrovky - tkání a pletivo, 1- mezibuněčný prostor, 2- blána buněčná, 3- jádro, 4- cytoplazma, 5- cytoplazmatická membrána, 6- vakuola s roztokem sacharózy

Obr. 55: Kořen cukrovky

## 4.1.2 Chemické složení

### 4.1.2.1 Sacharidy

*Sacharosa* ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )

Je opticky aktivní, otáčí rovinu polarizovaného světla doprava, specifická rotace je  $+66,54^\circ$ . Může se rozkládat na invert (nízké pH a invertáza). Chová se jako slabá kyselina a ve vodě je dobře rozpustná. Rozpustnost je přímo úměrná teplotě. Krystalizuje v jednoklonné soustavě a krystalizace je bržděna vysokým obsahem popelovin.

*Invertní cukr*

Směs Glu + Fru, ve zdravé a vyzrálé řepě – 0,05-0,2 %, u namrzlé řepy – 1 % a více, hlava bulvy – až 1-5 % invertu. Invert snižuje cukerní výtěžek a polarizaci, otáčí rovinu

polarizovaného světla do leva. Podléhá mléčnému i alkoholovému kvašení. Podílí se na vzniku barevných složek, zvyšuje obsah necukrů v melase.

#### *Rafinosa*

Je to trisacharid, je stálý a výrazněji se nemění během výroby. Otáčí rovinu polarizovaného světla (123,01°) doprava a zkresluje cukerní výtěžek

#### **4.1.2.2 Organické necukry dusíkaté**

- Bílkoviny
- Aminokyseliny a amidy
- Organické a purinové zásady
- Enzymy

#### *Bílkoviny*

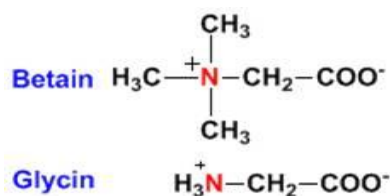
Především globuliny, při vyšší teplotě se sráží a působením enzymů, alkálií a kyselin se částečně rozkládají, téměř nedifundují. Cca 15 % jich přechází během difúze do šťávy.

#### *Aminokyseliny a amidy*

Špatně se odstraňují z řepné šťávy. Dobře difundují, při epuraci se jich odstraní pouze část. Rozkladem na odpadkách se uvolňuje amoniak a snižuje alkalita šťávy.

#### *Organické a purinové zásady*

Betain (Obr. 56). Jedná se o trimethylglycin, který vzniká oxidací cholinu. Obsah betainu cca 0,15 – 0,20 % v řepě. Během zpracování se jeho chemismus nemění. Betain = škodlivý dusík.



Obr. 56 Betain

#### *Enzymy*

Ovlivňují látkovou přeměnu uvnitř buněk. Účastní se katalytických procesů. Při teplotě nad 80 °C se inaktivují. Hlavní enzym je invertáza.

#### **4.1.2.3 Organické necukry bezdusíkaté**

- Organické kyseliny
- Tuky a saponiny
- Barviva

### *Organické kyseliny*

- Způsobují mírně kyselou reakci řepné šťávy (pH 6 – 6,5).
- Jedná se o mono-trikarboxylové kyseliny, nachází se ve formě solí.
- Kyseliny octová, mravenčí, máselná (hnutí řepy).
- Šťavelová (0,15-0,20%), citronová, glyoxalová, jablečná – nejvíce zastoupeny.
- Soli kyselin mají vliv na alkalitu šťáv.
- Amonné soli vytvářejí alkalitu přechodnou, což je nežádoucí.

### *Tuky a saponiny*

- Obsah je nízký, pohybuje se v množství 0,1 – 0,5 %.
- Jsou dobře rozpustné.
- Tvoří koloidní silně pěnicí roztoky.
- Jsou toxické pro ryby.

### *Barviva*

- Vznikají ve sladkých řízkách a difúzní šťávě enzymatickou činností.
- Polyfenoloxidas a tyrosinasa mění tyrosin na pyrokatechin, který za přítomnosti Fe a O<sub>2</sub> tvoří barevné změny.
- Enzymatickou oxidací polyfenolů vznikají melaniny.
- Destrukci cukrů za zvýšené teploty vznik karamelů.
- Reakcí redukcujících cukrů s N-látkami – melanoidiny (Maillardova reakce). Reakcí polyfenolů s Fe – Fe komplexy.

### *Anorganické necukry – popeloviny*

- V bulvě je obsaženo cca 0,5 % popelovin.
- Z toho: 0,25 % K<sub>2</sub>O tj. 35 – 42 % z celkového množství popelovin.

Tab. 12: Popeloviny a jejich obsah

popelovina	K	Na	Ca	P	Cl
obsah (%)	0,21	0,052	0,06	0,03	0,02

### **Z popelovin jsou nejškodlivější:**

*Chloridy (17 dílů) > dusičnany (6,5 dílů) > uhličitany (3,5 dílů)*

1 díl popelovin - brání krystalizaci 5-ti dílů cukru.

### 4.1.3 Technologická jakost cukrovky

Technologická jakost cukrovky je dána komplexem faktorů, které významně ovlivňují její zpracovatelnost a rozhodují o celkové výtěžnosti cukru. Patří sem zevní znaky, jako je tvar a velikost bulvy, množství kořínků, nečistot, počet a charakter cévních svazků, zdravotní stav a další vlastnosti. Hlavní význam pak mají analytické hodnoty jako digesce (cukernatost), rozpustný popel (případně stanovení K a Na), alfa-aminodusík a také obsah invertu. Tyto hodnoty pak slouží jako hlavní kritéria pro výpočet dalších ukazatelů jakosti, které přímo charakterizují vlastnosti a cukrovarskou hodnotu produktu. Z hlediska technologické kvality je rozhodující vyzrálость cukrovky, která je definována hodnotou MB faktoru. MB faktor se vypočítá z B faktoru (udává výtěžnost bílého zboží, tj. cukru) a M faktoru (produkce melasy s 50% polarizací). Výpočet jednotlivých faktorů je uveden níže.

**B-faktor** se vypočítá ze stanovené digesce (Dg) a obsahu rozpustného popela (Pp). Hodnota Z udává ztráty. Jedná se o koeficient, který se mění dle termínu sklizně. Pro výpočet lze využít i Lüdeckeho vzorce, kde je zohledněn i obsah alfa-aminodusíku (aN).

$$\mathbf{B\ faktor} \quad B = Dg - Z - 4 Pp \quad (\text{\textit{Šandera, Drachovská}})$$

$$B = Dg - 4Pp - 25 aN \quad (\text{\textit{Lüdecke}})$$

$$\mathbf{M faktor} \quad M = 8 Pp$$

$$M = 11 (Pp - 0,12)$$

MB faktor v podstatě vyjadřuje poměr výroby melasy ku bílému zboží v % a je rozhodujícím kritériem pro posouzení technologické jakosti a způsobilosti pro sklizeň.

$$\mathbf{MB faktor} \quad MB = M/B \cdot 100$$

Vyhodnocení vyzrálости cukrovky prezentuje tabulka 13.

Tab. 13: Hodnocení vyzrálости cukrovky

Technologická kvalita cukrovky	Hodnota MB- faktoru
vynikající	12-18
dobrá (v září)	20-30
dobrá (v říjnu)	18-28
nezralá a poškozená řepa	25-40
nevyhovující, alterovaná	80-150

Špatná vyzrálость cukrovky zhoršuje výtěžnost cukru, který odchází do melasy. Výpočet cukru v melase a tím i výpočet ztrát lze provádět na základě následujících vztahů:



### Reinefeldův vztah:

$$\text{Ztráta výtěžnosti v \%} = 0,343 \cdot (K+Na) + 0,094\alpha N + 0,29$$

### Braunschweig vztah:

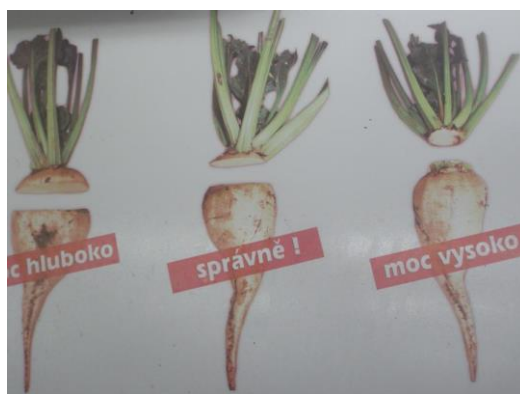
$$\text{Ztráta výtěžnosti v \%} = 0,12 \cdot (K+Na) + 0,24\alpha N + 0,48 + 0,6$$

*Vysvětlivky:* (K + Na) - obsah draslíku a sodíku,  $\alpha N$  - alfa-aminodusík (škodlivý dusík).

Výtěžnost sacharózy je tedy závislá na čistotě řepné šťávy. Šťáva je tím čistší, čím méně obsahuje necukrů. Její čistota se vyjadřuje kvocientem čistoty (Q). Kvocient čistoty je jednou z nejčastěji používaných charakteristik cukrovarského průmyslu a stanovuje se při hodnocení všech cukerných roztoků. Vypočítá se ze vztahu:

$$Q = 100P/S \text{ (\%)}$$

P - polarizace, S - sacharizace (rozpuštěná sušina šťávy)



Obr. 57: Seřiznutí cukrovky

Ztráty výtěžnosti sacharózy mohou být způsobeny také tím, že se řepné bulvy při sklizni špatně seřiznou (Obr. 57). Při nadsazeném řezu dochází k tomu, že se do šťávy dostává velké množství melasotvorných látek. Je-li řez příliš hluboký, ztrácíme velké množství cukru ve skrojcích.

## 4.2 Skladování cukrovky

Cukrovka je živý organismus. Při skladování dýchá a od intenzity dýchání se odvíjí i úroveň ztrát.

Ztráty: - dýchání (70 - 80 % veškerých ztrát)

- mikrobiologické ztráty

10 tun cukrovky prodýchá za 60 dní cca 90 kg cukru.

**Denní ztráty cukru v mg %**

$$Z = A (Z_0 + t + 0,1t^2)$$

A = 0,5 příznivé podmínky (X - XI. měsíc)

$A = 1,0$  průměrné podmínky (XI - XII. měsíc)

$A = 2,0$  nepříznivé podmínky (XII - I. měsíc)

$t =$  teplota,  $Z_0 = 2 \text{ mg } \%$

**Ztráty jsou spojeny s** úbytkem cukernatosti, změnami obsahu necukrů, zdravotním stavem bulev, teplotou vnitřního prostředí (Tab. 14)

Tab. 14: Činitelé ovlivňující skladovatelnost cukrovky:

<i>Vnitřní:</i>	<i>Vnější</i>
Tvar bulev	Teplota
Výška seřezu bulvy	Poranění řepy
Stupeň zralosti	Výživa řepy
Odrůda	Choroby a zdravotní stav
Chemické složení	Podíl příměsí a nečistot
	Tvar a velikost řepných hromad

Ztráty prodáváním jsou limitovány především výškou teploty v řepných hromadách. Jejich dynamiku v závislosti na teplotě uvádí tab. 15.

Tab. 15 Ztráty cukru dýcháním v závislosti na teplotě

Teplota ve °C	ztráty cukru denně v %	Teplota ve °C	ztráty cukru denně v %
1	0,003	8	0,016
2	0,004	9	0,019
3	0,006	10	0,022
4	0,008	11	0,025
5	0,010	12	0,028
6	0,012	13	0,031
7	0,014	14	0,036

Významnou roli při výši ztrát hraje také úroveň poranění cukrovky. Otevřené řepné pletivo po ztrátě epidermis se stává vstupní branou pro infekci. V místě, kde je kořen mechanicky poškozený, vykazuje podle stupně a hloubky poranění několikanásobně vyšší intenzitu dýchání (Tab. 16).

Uvedené číselné hodnoty denních ztrát na cukernatosti a polarizačním cukru jsou po 35 denním skladování. Významnou roli ve výši skladovacích ztrát i celkové výtěžnosti sacharosy hraje vyzrállost cukrovky.

Tab. 16 Vliv stupně poškození řepy na ztráty cukru při skladování

varianta	denní ztráta sacharózy	denní ztráta polarizačního cukru v %
řepa nepoškozená	0,020	0,117
řepa slabě poškozená	0,023	0,130
řepa středně poškozená	0,024	0,189
řepa silně poškozená	0,038	0,234

Cukrovku můžeme skladovat různým způsobem. Standardně se skladuje hned po vyorání na nezpevněných polních složištích (Obr. 58-59). Zde se zpravidla ošetřuje postříkem roztokem vápenného mléka. Hromady je nejvýhodnější orientovat ve směru sever – jih, tak aby zahřívání hromad bylo co nejnižší. Cukrovar pak skladuje cukrovku na zpevněných plochách v blízkosti závodu (Obr. 60-63). Jedná se o provozní zásobu, která představuje zpravidla 3 denní potřebu závodu.



Obr. 58: Polní složiště



Obr. 59: Polní složiště



Obr. 60: Složiště u cukrovaru



Obr. 61: Složiště u cukrovaru



Obr. 62: Složiště u cukrovaru



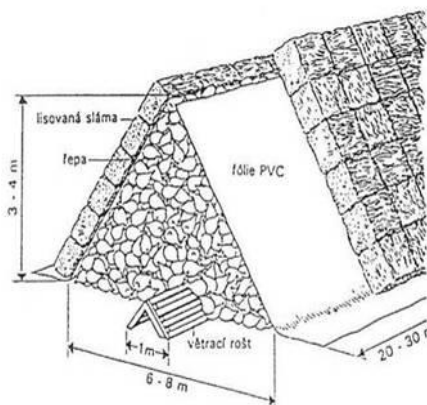
Obr. 63: Složiště u cukrovaru

Cukrovka se postupně navází ze zemědělských podniků dle předem stanoveného harmonogramu. Při přejímce řepy v cukrovaru se provede zvážení a odebere se vzorek pomocí vzorkovacího zařízení (Obr. 64 - 65) a stanoví se základní technologické parametry.

Cukrovku je možné uskladnit také v krechtech (Obr. 66). Dneska se tento způsob uskladnění nepoužívá, pouze snad u krmné řepy, případně u cukrovky, sloužící jako sazečka při šlechtění a osivářském pěstování.



Obr. 64 a Obr. 65: Vzorkovací zařízení



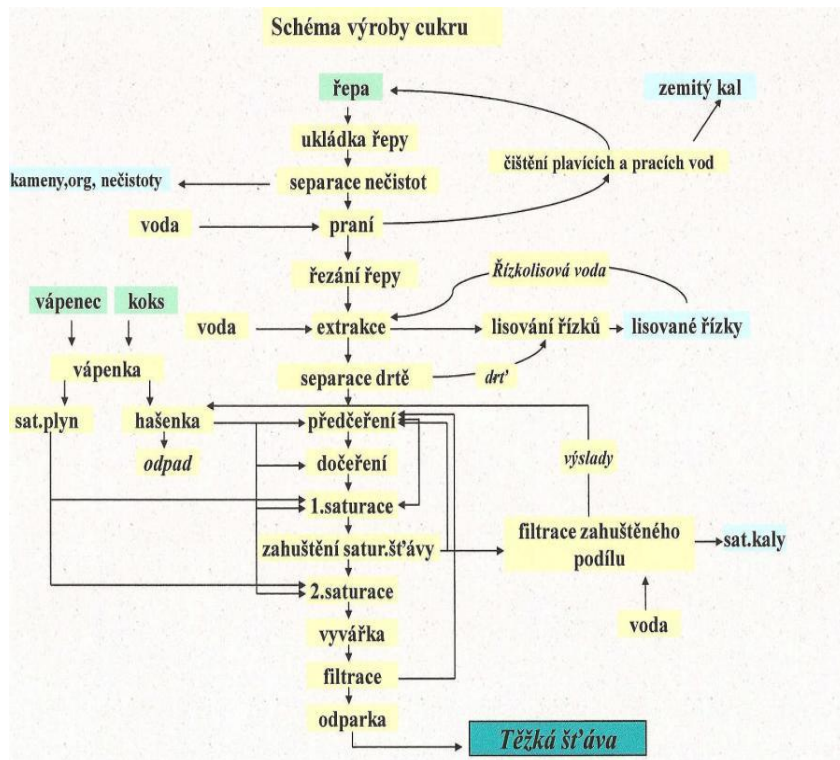
Obr. 66: Krecht

### 4.3 Zpracování cukrovky po výrobu těžké šťávy

Po odstranění minerálních a rostlinných nečistot se řepa rozřeže na tzv. sladké řízky, které se vyluhují teplou vodou v extraktorech. Uplatňuje se volná extrakce (z porušených buněk) i difúze cukru z buněk neporušených. Získaný extrakt, difúzní šťávase zbavuje nežádoucích látek (necukrů) čištěním (epurací) pomocí vápenného mléka (čeření) a oxidu uhličitého (saturace). Vznikají vápenaté sraženiny, které se odstraňují dekantací a filtrací za vzniku saturačního kalu (šáma - hnojivo). Vyčištěná, tzv. lehká šťáva se zahušťuje v několikanásobné odparce na těžkou šťávu ( $P = \text{cca } 60\%$ ), která se pak svařuje (Obr. 67).

#### 4.3.1 Doprava cukrovky do závodu

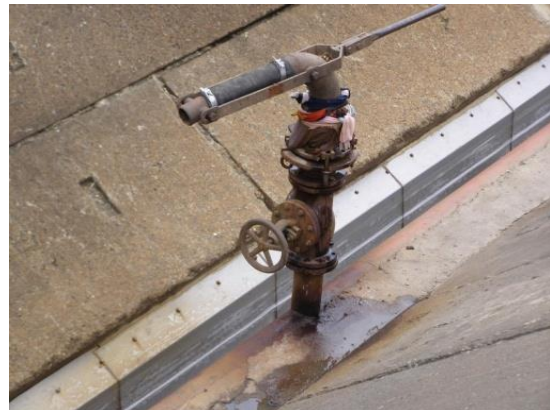
Do cukrovaru se ze zpevněných ploch a Riedingerových splavů (Obr. 68) cukrovka dopravuje vodními cestami pomocí plavících kanálů. Ze splavů je cukrovka splachována pomocí splachovačů řepy (řepných děl) Fölsche (Obr. 69) do plavících kanálů a těmi je dopravována přes lapače kamení (Obr. 70) a chrástu (Obr. 71) směrem k pračce .



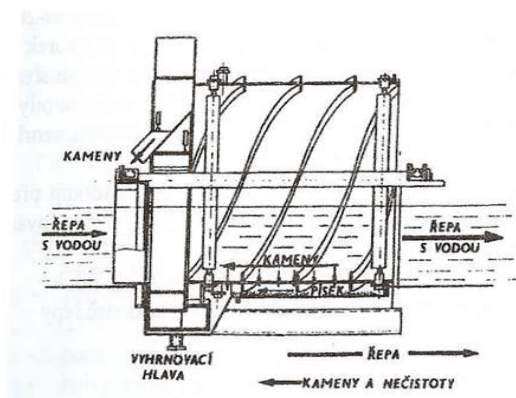
Obr. 67: Schéma výroby cukru – část výroba těžké šťávy



Obr. 68 Riedingerovy splavy a plavicí kanály



Obr. 69: Řepné dělo



Obr. 70: Lapač kamene



Obr. 71: Lapač Chrástu

### 4.3.2 Praní a řezání cukrovky

Praní probíhá protiproudě při uplatnění různých typů praček (žlabová, hřeblová, Wiesnerova, ZVÚ) apod. Řezání na řízky je zajištěno pomocí deskových nebo bubnových řezaček. Cílem je získání řízků, které mají stříškovitý tvar. Daného tvaru je dosaženo pomocí tzv. Gollerových nožů. Nože musí být ostré a čisté tak, aby se netvořilo velké množství drti, řez byl čistý a rovný s malým množstvím porušených buněk.

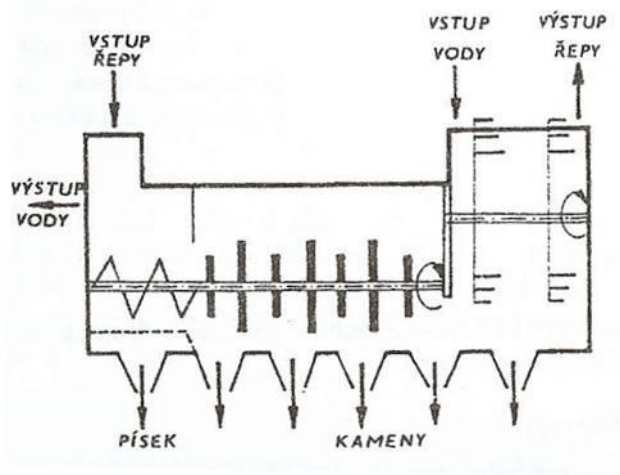
#### 4.3.2.1 Charakteristika praček

**Žlabové:** - hřeblové (pracují za nízkého stavu vody)

**Wiesnerova pračka:** žlab rozdělený na 2 části, dlouhý 6 – 12 m. Na konci každého oddělení je lapač kamení a hřebla.

**Automatická pračka ZVÚ:** s vysokým stavem vody (délka 11,2 m, ve středu přepažena, 3 lapače kamení, 4 lapače písku). 7 – 10 ot./min., spotřeba vody 140 n.ř.

Během praní se bulvy cukrovky o sebe otírají, tím se výrazně zvyšuje kvalita jejich oprání. Detail a schéma pračky jsou uvedeny na Obr. 72-73

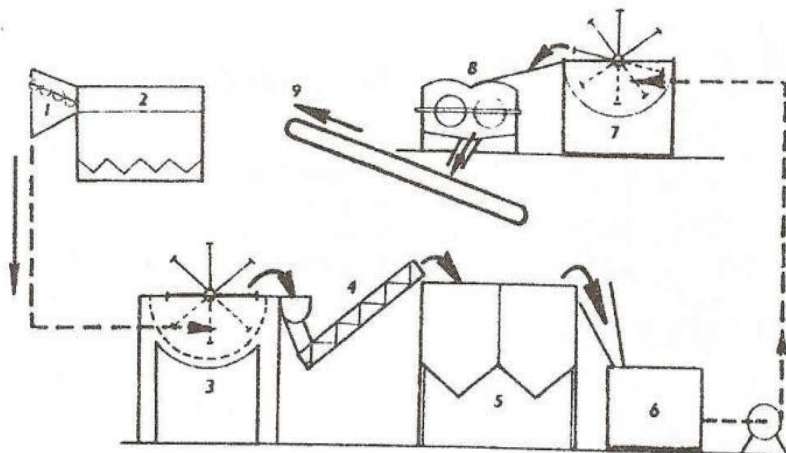


Obr. 72 a Obr. 73: Detail a schéma pračky

**Tryskové pračky:** ostřík tlakovou vodou z trysek, ostřík z obou stran. U nás se nepoužívají.

Společně s bulvami cukrovky se dostávají do řepného oddílu také kořínky, které se zpravidla ještě před pračkou odlučují. Následně se pak zpracovávají odděleně, protože by ucpávaly řezačku a řepné řízky by neměly odpovídající kvalitu. Jejich podíl není zanedbatelný a pohybuje se v množství cca 2,5% na zpracovávanou řepu. Schéma linky na zpracování kořínků je uvedeno na obr. 74.

Funkce: V lapači kořínků se zachytí kořínky společně s hrubším balastem následně se perou, drtí a jdou do extraktoru.



#### Linka na zpracování kořínků

1-odlučovač vody před pračkou, 2-pračka řepy, 3-separátor kořínků, 4-šnekový dopravník, 5-pračka kořínků, 6-nádrž, 7-odlučovač vody, 8-drtič, 9-dopravník

Obr. 74: Schéma linky na zpracování řepných kořínků

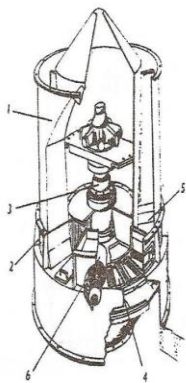
#### 4.3.2.2 Řezání cukrovky

Řezání cukrovky zabezpečují řezačky. V ČR se používají dva typy řezaček (bubnové a deskové) setkat se můžeme i s řezačkami odstředivými ale ne v ČR.

Charakteristika řezaček:

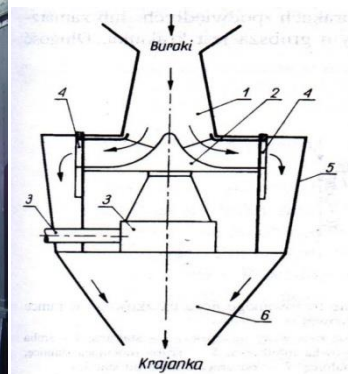
- Deskové – řezací deska se otáčí v horizontální nebo vertikální rovině (Obr. 75 - 76).
- Odstředivé – nože jsou v pevném, neotáčivém bubnu, řepa se přitlačuje odstředivou silou k nožům. U nás se nepoužívají (Obr. 77).
- Bubnové – nože jsou ve vodorovném otáčejícím se bubnu. Řepa je přitlačována k ostří nožů.

Používají se lisované Gollerovy nože, které jsou umístěny v Hamplových vložkách. Mají trojúhelníkový profil. Jsou polořezné a vždy dva patří k sobě. Detail nožů deskové řezačky je uveden na Obr. 78. Bubnová řezačka a detail nožů bubnové řezačky je uveden na obr. 79. Diagram řezu prezentuje Obr. 80.



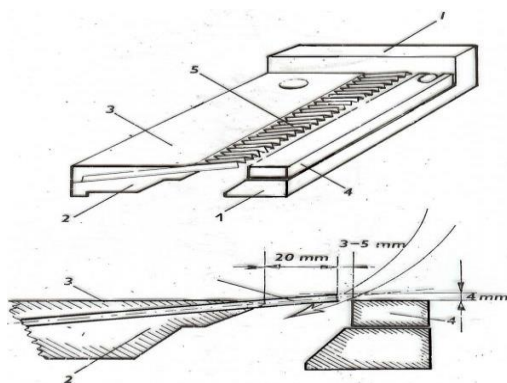
Desková řezačka řepy

- 1- lub
- 2- litinové víko
- 3- břídel
- 4- řezací deska
- 5- protinože
- kartáč na čištění nožů



Obr. 75: Desková řezačka

Obr. 76: Desková řezačka Obr. 77: Odstředivá řezačka



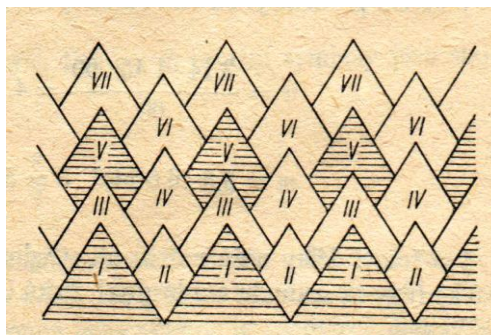
Nožová vložka  
1- rám, 2- podložka s výřezy, 3- vrchní příčná šelista, 4- předloha, 5- nůž



Obr. 78: Gollerovy nože



Obr. 79: Sestava nožů pro bubnovou řezačku a bubnové řezačky



Obr. 80 Diagram řezu



### Pro dosažení kvalitních řízků je nezbytné dodržovat následující zásady:

- Čistá a zdravá řepa.
- Zásobníky řezaček (lub) musí být správně naplněny.
- Řezací deska musí mít optimální počet otáček.
- Nože musí být ostré.
- Vložky musí být přesné, bez nadsazení nebo podsazení v řezací desce.
- Nože musí být přesně uloženy do vložek a vložky do otvorů v řezací desce.
- Řezná strana řezací desky musí být dokonale rovná
- Nečistoty se musí z řezačky průběžně odstraňovat a jakost řízků pravidelně kontrolovat.
- Pro kvalitu řízků má rozhodující význam ostrost nožů.

Řízky mají být co nejdelší (8 – 12cm), střední tloušťky, žlábkovitého tvaru, hladké, pružné a na omak suché (Obr. 81). Pro průběh řezání je třeba docílit potřebného tlaku na řepu. 1m<sup>3</sup> má v lubu řezačky hmotnost cca 600kg. Tlak na řepu při výšce 3 m je cca 0,02 MPa. Tlak způsobený odstředivou silou může být až cca 0,8 MPa, je – li nad 1 MPa → řepa se rozmělnuje. Je proto důležité dbát na to, aby zásobníky nad řezačkami byly dostatečně naplněny (Obr. 82).



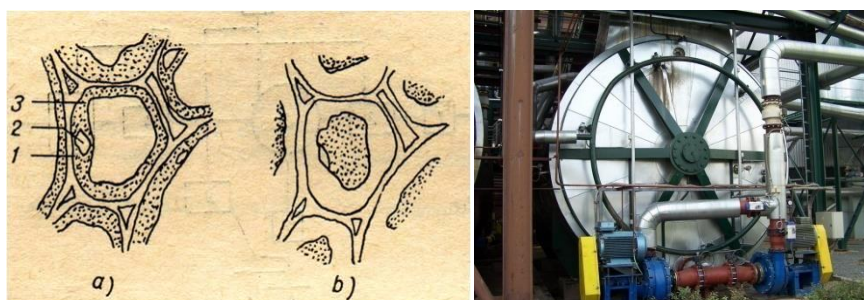
Obr. 81: Řepné řízky na pásovém dopravníku Obr. 82: Zásobník nad řezačkami

### Práce na difúzi

Difuzní šťáva se získává v extraktorech kontinuálním způsobem. Cílem je vyluhování cukru ze sladkých řízků. Řízky se vyluhují vodou, sacharosa se v ní rozpouští a získáme tak cukerný roztok. Vyluhování probíhá dvěma způsoby:

- Vyplavováním cukru z otevřených (poškozených buněk) společně s ostatními látkami (extrakce).
- Difuzí látek z neporušených buněk.

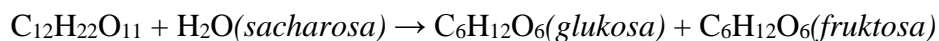
Asi 1/3 buněk je otevřených a to vlivem rozřezání a přetrhání. Odtud se vyplavuje sacharosa snadno. Společně s ní ale i celá řada dalších nežádoucích látek. Dochází k rozpouštění pektinů a uvolňování popelovin, které se rovněž dostávají do šťávy. Z nepoškozených buněk nelze látky vyloužit. Pletivo řepných řízků je tvořeno parenchymatickými buňkami, protoplazma je z bílkovinných látek a obsahuje buněčné jádro. Uvnitř buňky je vakuola vyplněná buněčnou šťávou tj. vodným roztokem cukrů a různých necukrů. Živá protoplazma vůbec nepropouští látky rozpuštěné v buněčné šťávě. Pro vyluhování cukru je tedy zapotřebí buňky umrtvit teplem (Obr. 83). Teprve pak může probíhat difuzní proces. Toho docílíme zahřátím (spařením řízků) na teplotu 70 – 75 °C. Spařování probíhá ve spařovacím mísidle (Obr. 84).



Obr. 83 Buňka před (a) a po (b) umrtvení

Obr. 84 Spařovací mísidlo

Extrakce probíhá tak, že proti řízkům je protiproudem vedena voda. Čerstvé řízky přicházejí nejprve do kontaktu s nejsladší vodou a nejvíce vyslazené řízky (zbavené cukru) jsou oplachovány vodou čistou. Tím je zajištěno, že koncentrace sacharosy v roztoku je vždy o něco menší než koncentrace sacharosy v řízku, což je podmínkou probíhající difuze. Dobré vytěžení šťávy znamená, že z původního obsahu sacharosy v řízku (16 - 18 %) zůstane pouze 0,2 - 0,4 %. Teplota z výše uvedených důvodů musí být vyšší než 70°C, ale nesmí stoupnout příliš vysoko nad 75°C, protože pak dochází ke zhoršení kvality šťávy mimo jiné také štěpením sacharosy na glukosu a fruktosu:



#### 4.3.3.1 Pochody na difúzi

Při těžení šťávy dochází k chemickým, enzymovým a mikrobiálním přeměnám všech látek, které se účastní extrakčního a difuzního procesu. Při extrakci a difuzi přecházejí z řepné šťávy i z dřene do roztoku kromě sacharosy i pektinové látky, bílkoviny a ostatní dusíkaté látky, popeloviny aj. Z technologického hlediska je nutné celý proces vést tak, aby přechod pektinových látek do roztoku byl minimální, protože pektiny při následujícím čištění šťáv způsobují značné problémy, kdy tvoří v alkalickém prostředí pektát vápenatý, který

komplikuje filtraci a čištění šťáv, zhoršuje krystalizaci, odstředování a podporuje tvorbu melasy.

#### 4.3.3.2 Teorie difúze

Platí to, že rychlost difuze částic je přímo úměrná jejich velikosti. Z umrtných buněk difundují nejrychleji jednoduché soli, výrazně pomaleji pak sacharosa a nejpomaleji koloidně dispergované látky. Dlouhá doba extrakce je tedy nevýhodná, protože dochází ke zhoršování jakosti šťávy přírůstkem obsahu necukrů. Přitom rychlost extrakce i množství vyloužené sacharosy v čase včetně necukrů je závislé na proměnných vycházejících z Fickova zákona, který uvádí že: „Množství rozpuštěné látky  $S$  je přímo úměrné rozdílu koncentrací  $(C-c)$ , času  $\tau$  a ploše  $P$  vrstvy a je nepřímo úměrné tloušťce vrstvy  $\chi$ “.

#### Fickův zákon

$$S = DP(C-c)/\chi \cdot \tau$$

*D-difúzní koeficient – závislý na teplotě, vlastnostech difundující látky a viskozitě média.*

**Z výše uvedených závislostí tedy platí že:**

- zvýší-li se odtah, bude výtěžek cukru z řízků úplnější, rozdíl v koncentracích na rozhraní bude větší
- zvětší-li se oběh difúzního zařízení, zvětší se  $\tau$  a tím i výtěžek cukru
- zvýší-li se teplota, zvětší se i množství cukru  $S$ , sníží se i viskozita vyluhovací tekutiny
- zvětší-li se délka řízků na 100g, zmenší se jejich tloušťka  $\chi$  a současně se zvětší povrch řízků  $P$

Výtěžek cukru je možno zvýšit zvyšováním odtahu, prodlužováním doby oběhu difúzního zařízení, zvyšováním teploty a zvětšováním délky řízků. Je třeba ale zachovat čistotu řepné šťávy! Proto platí, že doba pobytu řízků v extraktoru by neměla přesáhnout 120 minut, teplota 80 °C a pH by se mělo pohybovat v oblasti 5,8-6.

#### 4.3.3 Necukry řepné šťávy

Z necukrů, které se dostávají do řepné šťávy, musíme počítat s celulosou a hemicelulosou, které kvalitu šťávy neohrožují. Z otevřených buněk se vyluhují bílkoviny (cca 30 % celkového množství), které nemohou snížit čistotu, protože koagulují a při čerání se odstraňují. Větším problémem jsou pektiny, jejichž množství ve šťávě roste:

- se stoupající teplotou nad 80 °C,

- s prodloužením doby působení horké vody nad 60 minut,
- změnou prostředí – ze slabě kyselého na neutrální až alkalické (6-7x více pektinů).

Pektinové látky mají malý difúzní koeficient. Do šťávy se dostávají rozpouštěním. Je proto nezbytné dodržovat výše uvedené limity (teplota, pH, doba extrakce). Vzhledem k tomu, že rozpustnost pektinů není závislá na délce řízků, prodloužením jejich délky urychlíme vyluhování cukru. Odtah můžeme zvyšovat na ekonomicky únosnou míru.

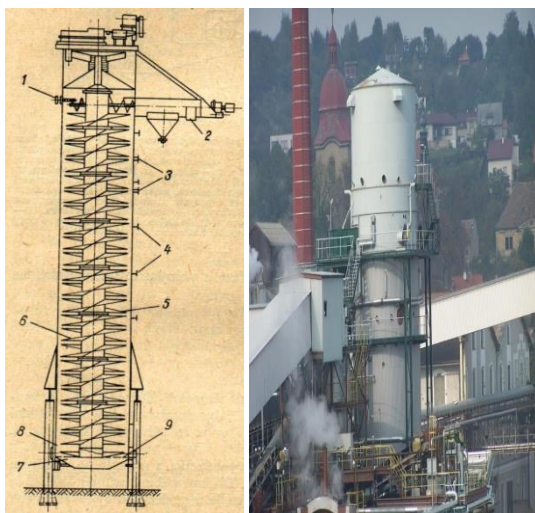
#### 4.3.4 Extraktory

Difuze a extrakce probíhá v extraktorech. Rozlišujeme extraktory věžové, žlabové a bubnové.

##### 4.3.4.1 Věžové extraktory (Obr. 86)

**Princip:** sladké řízky před vstupem do spodní části ve dvou stupních spařujeme, řízky jsou pak protiproudně vyluhovány vodou případně řízkolisovou vodou. Součástí jsou zadržovávky, které zabraňují vracení řízků zpět.

Práce na věžové difuzi probíhá v následujících krocích: předehřátí řízků v separátoru – odloučení drti – spaření řízků ve spařovacím míchadle – ze spařovacího míchadla odchází směs řízků a difúzní šťávy do spodní části extraktoru – prochází extraktorem - ve středu věže  $t = \text{cca } 72 \text{ } ^\circ\text{C}$  – na konci extraktoru pak doprava k řízkolisu. Odtah na řepu činí cca 110 – 115 % .

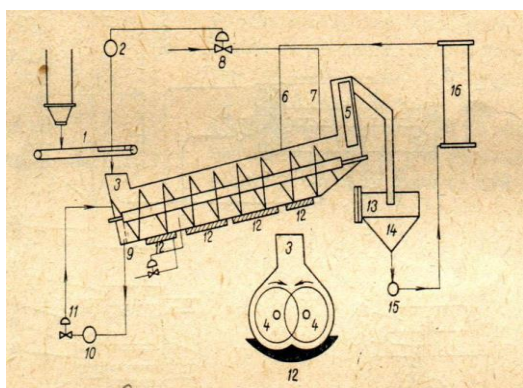


Obr. 85: Věžový extraktor

##### 4.3.4.2 Žlabové extraktory

**Princip:** Řízky se pohybují pomocí šneků proti postupující šťávě ve vodorovném nebo nakloněném žlabu (Obr. 86). Ve žlabu, který je rozdělen na 4 pásma, jsou dva šneky

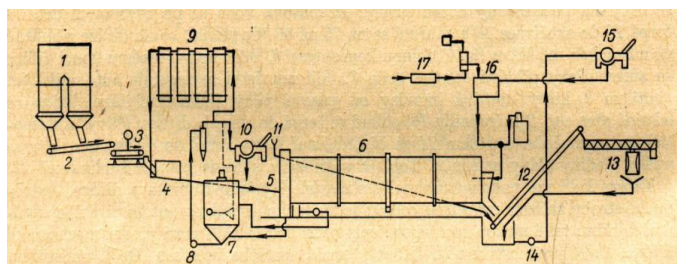
zasahující třetinou do sebe. Vyluhování se děje vodou i řízkolisovou vodou. Ve žlabu je hladina šťávy nižší než úroveň řízků, řízky se mísí ve žlabu, nejsou zde zadržovány. Teplota ve žlabu má následující režim: I. komora – 72 °C, II. a III. komora – 74 °C, IV. komora 60 °C . Před výstupem z extraktoru se šťáva chladí čerstvými řízkami, při výstupu řízků se uplatňuje studená voda. Otáčky šneku 0,4-1 m/s, odtah cca 115 % na řepu. Délka řízků (7 – 10 m/100g). Na konci žlabových extraktorů bývá umístěno bagrovací kolo a řízkolis, který zvyšuje sušinu řepných řízků. Reálné záběry žlabových extraktorů přibližuje Obr. 87.



Obr. 86: Schéma žlabového extraktoru Obr. 87: Žlabový extraktor s řízkolisem

#### 4.3.4.3 Bubnové extraktory

Bubnový extraktor je tvořen bubnem. Dvouchodý šnek umožňuje to, že šťáva postupuje 2x rychleji než řízky. Schéma extraktoru včetně reálného pohledu na extrakční zařízení uvádí Obr. 88 - 89.



Obr. 88: Schéma bubnového extraktoru

Obr. 89: Bubnový extraktor

#### 4.3.5 Mikroorganismy při práci na difúzi

V extraktoru i mimo něj se vyskytuje celá řada mikroorganismů, které mohou komplikovat průběh extrakce, snižovat výtěžnost sacharózy a blokovat dopravní cesty. Šťáva je kontaminovaná mikroorganismy ulpělými na povrchu cukrovky a přítomnými ve vracené řízkolisové vodě. Jedná se o aerobní a fakultativně anaerobní bakterie, které rozkládají sacharidy za vzniku organických kyselin, dále jsou to kvasinky, plísňe a slizotvorné bakterie,

kokovité bakterie, anaerobní sporotvorné bakterie apod. Z praktického hlediska se rozdělují na:

### Baktérie slizotvorné

**Tvořící dextran:** *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*

**Tvořící levan:** *Aerobacter levanicum*, *Pseudomonas fluorescenc* aj.

### Bakterie kyselinotvorné

**Baktérie mléčného kvašení** (*Lactobacillus*), **bakterie octového kvašení** (*Acetobacter*), **sacharolytické druhy** (*Clostridium butyricum*, *Clostridium pasterianum*).

### Epifytická mikroflóra

*Bc. Subtilis*, *Bc. Mycoides*, *Escherischia coli* – z **půdy**.

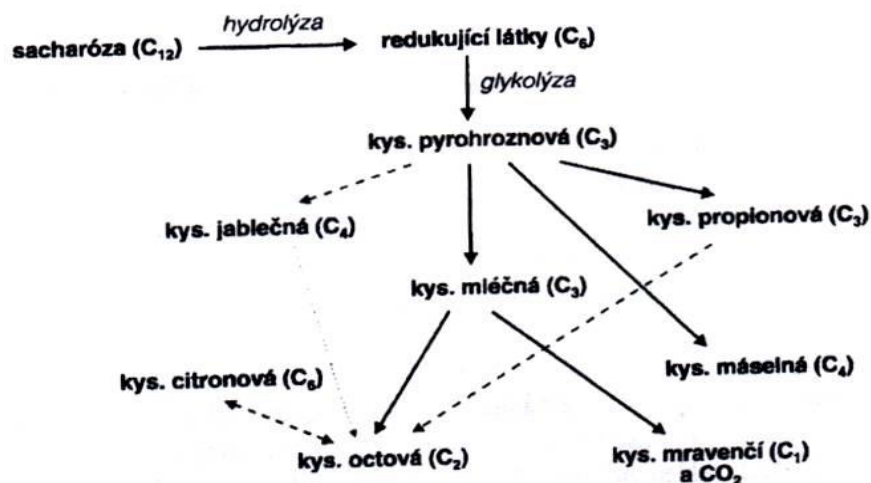
### Plísně

*Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium*, *Trichoderma* aj.

### Kvasinky

*Torulopsis* (estery – vůně kazí cukr), *Candida nigra* apod.

Jedná se jak o mezofilní, tak i termofilní mikroorganismy,  $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  zastavuje jejich činnost. Termofilní bakterie zpomalují tok na difúzi, Mezofilní bakterie vytvářejí kyseliny, invertní cukr a polysacharidy (dextran) – *Leuconostoc* (je nejodolnější, tvoří slizy). Nejběžnějším metabolitem degradace sacharosy je kyselina mléčná (asi 80 % rozloženého cukru) a kyselina octová (Obr. 90). Kyselina mléčná se při teplotě  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  následně uvolňuje z řízků a snižuje pH šťávy pod hodnotu pH 5,8. To je neklamný důkaz mikrobiální kontaminace. Zajištění sterilního prostředí při těžení šťávy je základním předpokladem omezené mikrobiálního napadení. Docílíme toho při teplotách  $70 - 75\text{ }^{\circ}\text{C}$  a při současném použití dezinfekčních přípravků.



Obr. 90: Schéma rozkladu sacharózy

#### 4.3.6 Čištění lehké šťávy

Šťáva z difúze má 15 - 20 % sušiny, kvocient čistoty  $Q = 88 - 92$ , obsahuje 8 - 12 % necukrů, pH se pohybuje v rozmezí 6,0 - 6,3. Barva je tmavá. Tato šťáva se musí upravit, tak abychom z ní mohli vytěžit co nejvíce sacharózy. Proces čištění se nazývá epurace.

##### Hlavní cíl epurace:

- neutralizovat difúzní šťávu
- odstranit co nejvyšší podíl necukrů z roztoku
- zbavit difúzní šťávu všech suspendovaných látek

Obvyklým epuračním procesem se odstraní 40 % všech necukrů.

Epurace probíhá ve dvou základních operacích:

- 1) Čerění difúzní šťávy
- 2) Saturace lehké šťávy

Čerění se provádí vápenným mlékem (hašenka), které se vyrábí v Khernově vápence a přidává v přebytku. Následně se saturuje oxidem uhličitým za vzniku krystalického  $\text{CaCO}_3$ , který na svém velkém povrchu váže necukry.

##### 4.3.6.1 Čerění difúzní šťávy

Probíhá ve dvou etapách:

- předčeření
- dočeření

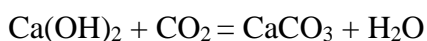
Úkolem předčeření je vysrážení koloidně dispergovaných látek (bílkovin, pektinů, barviv) ve formě snadno sedimentující a filtrovatelné, neutralizovat a dezinfikovat surovou šťávu, minimalizovat rozklad sacharózy, získat šťávy s vysokou tepelnou odolností (malá změna barvy a nízký pokles pH při odpařování). Do šťávy se postupně přidává vápenné mléko tak, že hodnota pH stoupne z původních 6 - 6,3 na 11. V předčeřiči zůstává šťáva po dobu od 7 do 25 minut. Šťáva se předčeřuje 0,25 - 0,30 % CaO n.ř. (n.ř. - na řepu), uplatňuje se poloteplé (35 - 60 °C) nebo horké předčeření (90 °C). Pro zvýšení sedimentace se přidává recirkulovaná vysaturovaná šťáva po I. saturaci. Čím je teplota nižší, tím je doba potřebná k předčeření delší. Po předčeření následuje dočeření. Při něm dochází k reakcím, které vyžadují vyšší teplotu. Při dočeření se přidá zbytek vápna. Provádí se při  $t = 85 - 88$  °C.  $\text{pH} = 12,5$ , pokračují rozkladné reakce necukrů. Uvolňuje se amoniak a org. zásady (přechodná alkalita). K a Na zůstávají v roztoku a tvoří tak přirozenou alkalitu. Dočeření probíhá po dobu 10 - 15 minut. Během dočeření bývá směs probublávána vzduchem. Přítomnost kyslíku způsobuje některé další reakce a získaná šťáva je světlejší. Při čerění

difúzní šťávy se dává cca 0,9 – 1,2 % n.ř. CaO ve formě vápenného mléka (hašenky). Pálené vápno pro výrobu vápenného mléka (hašenky) se vyrábí přímo v cukrovaru v Khernově vápence. Účinkem vápna, vápenatých a hydroxylových iontů dochází k vysrážení a rozkladu vysokomolekulárních necukrů – pektinu, bílkovin, arabanu a galaktanu a k vysrážení aniontů (fosforečnanů, síranů, citranů, jablečnanů apod.) ve formě vápenatých solí. Odbourá se také invertní cukr, galaktosa a kyselina galakturonová za vzniku kyseliny mléčné. Současně proběhne řada dalších rozkladných a srážecích reakcí.

#### 4.3.6.2 Saturace lehké šťávy

Saturace probíhá ve 2 stupních jako tzv. I. a II. saturace. Cílem I. saturace je vysrážet z roztoku uhličitan vápenatý, na jehož povrchu adsorbují necukry. I. saturace je doplňkovým fyzikálně chemickým čištěním. Pro saturaci se používá oxid uhličitý, který získáme v Khernově vápence.

Reakce probíhá zjednodušeně následovně:



Vzniká krystalický vápenec s velkým absorpčním povrchem, který urychluje filtraci šťávy.

I. saturace se provádí za teploty cca 80 – 85 °C a vede se tak, aby se neodstranilo hned všechno vápno. CO<sub>2</sub> se připouští do alkality pH = 10,8 – 11. Pro zlepšení saturace a filtrace je možno provádět simultánní saturaci. V první fázi se mění vodivost roztoku a snižuje se polarizace, vznikají složité mazlavé sloučeniny CaCO<sub>3</sub>, CaO a sacharózy a vody. Po přidání ½ CO<sub>2</sub> začíná 2. fáze, opět se snižuje polarizace, část sacharózy je vázána ve sraženině. Nakonec je saturována sraženina, mění se její vlastnosti a snižuje objem, snižuje se alkalita (pH – 11). Po I. saturaci se provádí filtrace kalu. Šťáva ho obsahuje velmi mnoho a je třeba jej separovat. Nejprve se kalná šťáva zahušťuje v dekantérech nebo zahušťovacích filtrech a zahuštěný kal se pak následně filtruje na membránových komorových filtrech, mechanizovaných kalolisech nebo vakuových rotačních filtrech. Ze šťávy se oddělí saturační kal, což je významný cukrovarnický odpad (vedlejší produkt), jehož množství se pohybuje okolo 6 – 8 % n.ř. S ohledem na vysokou produkci saturačních kalů je důležité, aby odstranění ze šťávy probíhalo rychle při rychlé sanaci filtračního zařízení.

Zařízením, které splňuje tyto podmínky, je mechanizovaný kalolis (Obr. 91). Mechanizovaný kalolis je rozebíratelný, sestává se z jednotlivých ráků, mezi kterými je napnutá cukrovarnická plachetka. Na ní se zachycuje vápenec s nasorbovanými necukry a ostatní kaly. Kalolis se pravidelně rozebírá (Obr. 92), saturační kal padá na dopravník a je deponován na skládku a odtud si ho odvázejí zemědělci jako výborné vápenaté hnojivo. V sušině saturačního kalu převažuje CaCO<sub>3</sub> (50 %), dále jsou přítomné organické látky



v množství 7,5 %, sacharosa v (průměru 1 %),  $P_2O_5$  (1 %),  $MgO$  (1 %) a  $K_2O$  (0,2 %). Ztráty cukru v kalech dosahují cca 0,06 – 0,08 % n.ř..



Obr. 91: Mechanizovaný kalolis při odstraňování kalu

Obr. 92: Rozebírání kalolisu

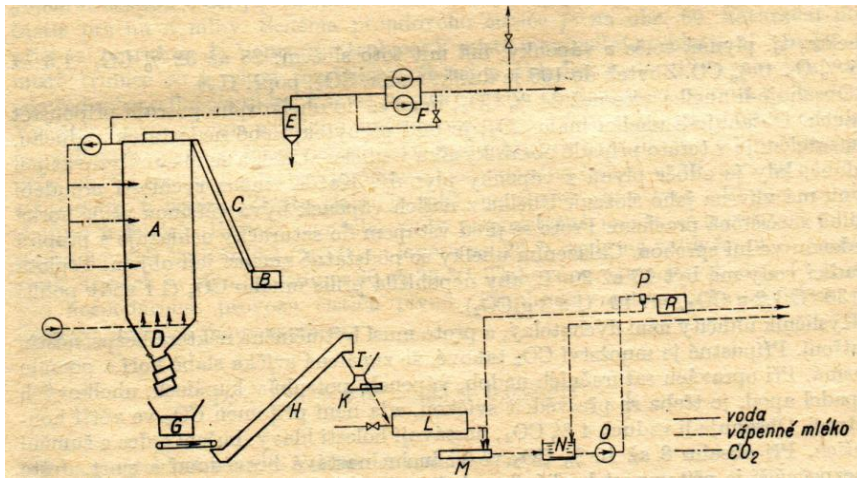
Cílem II. saturace je snížit obsah vápna ve šťávě na minimum a zvýšit čistotu šťávy. Čirá šťáva po I. saturaci se zahřeje na teplotu 95 – 98°C a postupuje na II. saturaci, jejímž cílem je snížení obsahu vápenatých solí na minimum a zvýšit čistotu šťávy. II. saturace je důležitá především pro následující provoz odparky, aby se rychle neinkrustovala. Z chemických reakcí, které probíhají při druhé saturaci při pH 9 - 9,5 je velice důležitá reakce alkalických uhličitanů s rozpustnými vápenatými solemi zejména organických kyselin, neboť vede k maximálnímu vysrážení vápenatých solí. Šťáva se nesmí přesaturovat – vzniká větší množství hydrogenuhličitanů, které jsou rozpustnější a způsobují následně tvorbu inkrustů. Šťáva po druhé saturaci již obsahuje poměrně málo kalů, které navíc tvoří téměř čistý uhličitan vápenatý. Filtruje se na filtrech různých konstrukcí s využitím pomocných filtračních prostředků (křemelina). Získaný kal se vrací na předčeření, kde se přidává k používanému vápnu. Po II. saturaci může následovat vyvážka, jejímž cílem je rozložit  $Ca(HCO_3)_2$  vznikající na II. saturaci. Lehká šťáva má sušinu 15 – 17 %,  $Q = 91 - 93$  %, pH = 9 – 9,5 a světle žlutou barvu.

#### 4.3.7 Výroba hašenky a saturačního plynu

Výroba probíhá podle schématu uvedeném na Obr. 93. K výrobě hašenky je nezbytné vyrobit oxid vápenatý (pálené vápno  $CaO$ ). K jeho výrobě slouží Khernova vápenka (Obr. 94), do které se vrství střídavě drcený vápenec (Obr. 95, Tab. 17) s koksem.

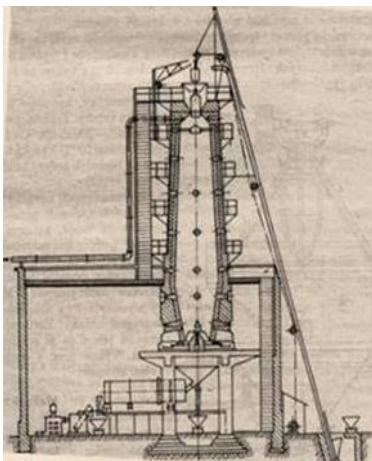
Vápenec i koks se dopravují výtahem do horní části vápenky, kde doplňují již vyhořelou náplň. Na 100 kg vápence je potřeba přidat cca 7 kg koksu. Vápenka se zapaluje cca 1 týden před započítáním řepné kampaně a běží nepřetržitě po celou dobu jejího trvání. Zde se při teplotách nad 1000 °C rozkládá vápenec na  $CaO$  a  $CO_2$ . V horní části vápenky je umístěn odtah, pomocí kterého získáváme saturační plyn (uhelka), ve spodní části

je vyhrnováno pálené vápno (Obr. 96), které se drtí na drtiči a následně se v Mikově hasidle (Obr. 97) hasí s vodou a připravuje se z něj hašenka. Na vypálení 100 kg vápence - třeba cca 7 – 10 kg koksu (25 MJ/kg).



Vysvětlivky: A - vápenka, D - odtah.zařízení, G - drtič vápna, L - Mikovo hasidlo

Obr. 93: Výroba hašenky a saturačního plynu



Obr. 94 Khernova vápenka



Obr. 95 Drcený vápenec



Obr. 96 Pálené vápno



Obr. 97 Mikovo hasidlo

Tab. 17: Požadavky na vápenec

CaCO <sub>3</sub>	min 94 %
SiO <sub>2</sub>	max. 2 %
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	max. 2 %
SO <sub>3</sub>	max. 0,25 %
Alkálie	max. 0,2 %
MgCO <sub>3</sub>	max 3 %
Velikost frakcí:	8-12cm (max. 20cm)

Saturační plyn (uhelka) má následující složení: 32 % CO<sub>2</sub>, 1,5-2 % O<sub>2</sub>, 0 % CO, zbytek tvoří N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, aj. Saturační plyn se odvádí potrubím a pak se čistí na sprchových čističích a teprve poté se používá pro saturaci lehké šťávy.

#### 4.3.8 Výroba těžké šťávy

Před odparkou je nezbytné lehkou šťávu upravit. Lehká šťáva se upravuje sířením. Používá se SO<sub>2</sub>, který reaguje s vodou na H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. Kyselina siřičitá disociuje ve stupních. Rozpustné vápenaté soli se vysráží, alkalita se snižuje. Siřičitany jsou méně melasotvorné, snižují viskozitu sirobů. Tím je podpořena tvorba krystalů při svařování cukrovin. SO<sub>2</sub> se vyrábí spalováním síry v pecích (Obr. 98).

#### Odpařování šťáv

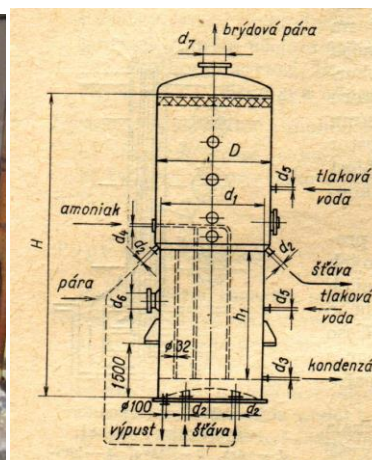
Pro tvorbu krystalů je nutné zvýšit sušinu šťávy na cca 64 – 70 °S. Je nezbytné odpařit přebytečnou vodu. Odpařování probíhá v odpařovacích tělesech (Obr. 99). K jejich ohřevu se používá pára od turbíny. Odpařování probíhá postupně v několika cyklech tak, aby bylo maximálně využito tepla dodaného parou. Odparka tedy zajišťuje zahuštění lehké šťávy na potřebnou sacharizaci a současně zásobuje provoz cukrovaru potřebnou topnou párou na účelové ohřevy, jako jsou ohřevy extraktorů, zahřívání šťávy během epurace a před odparkou a především na svařování cukrovin v zrnících. Úsporná energetická opatření směřují k používání 5-7 stupňových odparek, k využití termokomprese brýdových par, k minimalizaci ztrát do kondenzace a vyššímu využití brýdových par ze zadních členů odparky k účelovým náhřevům.

Proces odpařování probíhá dle schématu uvedeného na obr. 100. Teplota páry se postupně snižuje, tak jak je teplo z ní využito pro odpar vody. V posledním 4. tělese odparky

již musí probíhat odpařování za podtlaku, protože teplota šťávy je cca 90°C, tzn., že za normálního tlaku by var již nemohl probíhat.

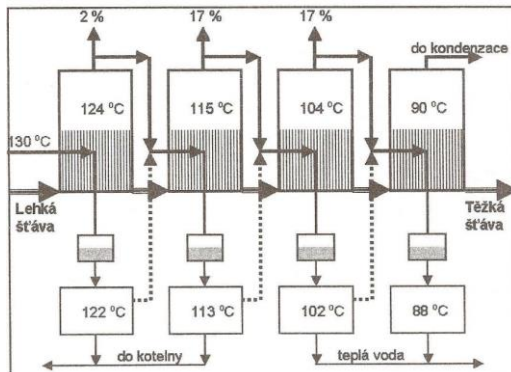


Obr. 98: Pece ke spalování síry



Obr. 99: Odpařovací těleso

Výpar z posledního tělesa pak odchází na kondenzaci a podtlak, který zde vzniká, se využívá při svařování cukrovin v zničích na varně cukrovaru. Jak již bylo uvedeno, není podmínkou, že cukrovar má vždy 4 odpařovací tělesa. V některých cukrovarech mohou být i zdvojena, tak aby se dosáhlo efektivnějšího využití dodaného tepla. Tento princip využívají např. v cukrovaru Hrušovany nad Jevišovkou (Obr. 101).



Obr. 100: Průběh odpařování na odparkách



Obr. 101: Odparka (cukrovar Hrušovany n. J.)

Výsledkem práce na odparce je těžká šťáva, která má sacharizaci  $S = 64 - 70 \%$ , čistotu 92 – 94 %, je mírně alkalická, má hnědou barvu a jemný zákal.

#### 4.4 Svařování cukrovin a krystalizace cukru

Aby mohla sacharosa tvořit krystaly, je nutné vytvořit přesycený cukerný roztok. Rychlost krystalizace je přímo úměrná přesycení, zvyšuje se teplotou a snižuje klesající čistotou cukerných roztoků. Rozpustnost sacharosy ve vodě se vyjadřuje jako sacharizace nasyceného roztoku  $S$  (%) nebo jako relativní hmotnostní zlomek – **Herzfeldovo číslo  $H_0$**  tj.

hmotnost sacharózy v g rozpuštěné v 1 g vody. Rozpustnost sacharózy v technických cukerných roztocích -  $H_n$  je obvykle vyšší než rozpustnost sacharózy ve vodě  $H_0$  (Obr. 103).

**Vyjadřuje se jako součin  $H_0 * K_n$**

$K_n$  = koeficient nasycení

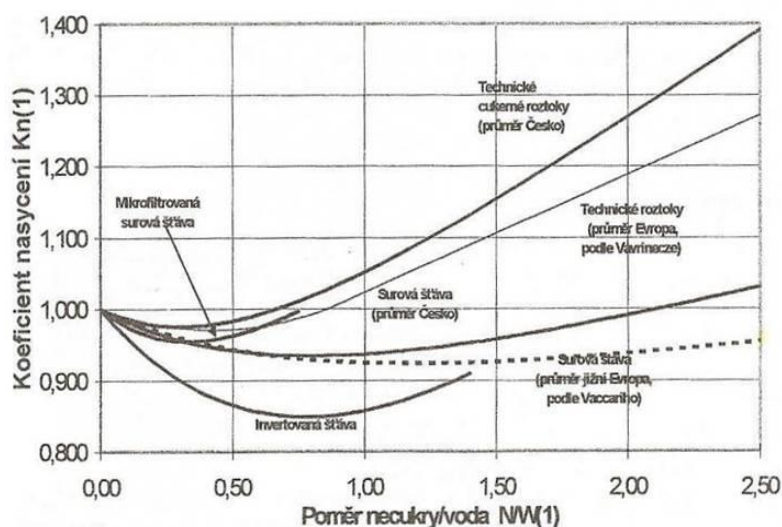
Cukerné roztoky mohou snadno tvořit **přesycené roztoky**. Ty obsahují více cukru, než roztoky nasycené a jsou charakterizovány koeficientem přesycení  **$K_p$** .

$$K_p = H/H_n$$

$H$  - hmotnostní poměr P/W v daném roztoku (přesyceném)

$H_n$  - hmotnostní poměr P/W v nasyceném roztoku

**Při svařování cukrovin se pracuje s přesycenými cukernými roztoky.**



Obr. 102: Hodnoty koeficientu nasycení vybraných cukerných roztoků

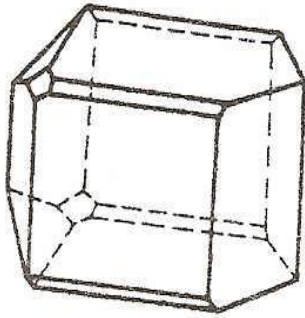
#### 4.4.1 Svařování cukrovin

**Krystalizační proces** – probíhá tak, že dochází postupně k transportu molekul sacharózy z roztoku k difúzní vrstvě v okolí krystalu, difúzi molekul sacharózy difúzní vrstvou a k povrchové difúzi molekul na povrchu krystalu (Obr. 103) a zařazení do krystalové mřížky. Krystaly nejlépe rostou v metastabilní až středním pásmu přesycení, kdy  $K_p$  dosahuje 1,1 – 1,15 (Obr. 104).

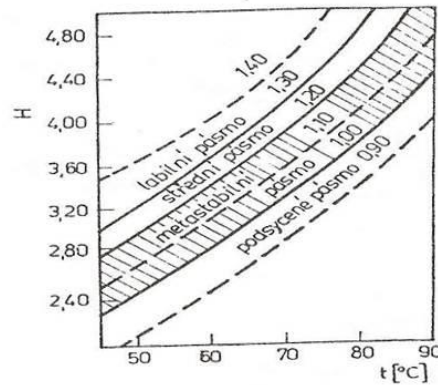
*Krystaly se začínají samovolně vyrážet při  $K_p$  vyšším jak 1,3. Samovolná neřízená tvorba krystalů je nežádoucí. Pro krystalizaci má velký význam očkování.*

Svařování cukrovin probíhá v zrnici (Obr. 105). Jedná se o nádobu, kde svařování probíhá za podtlaku. Průběh svařování je ovládán pomocí automatiky přes PC přímo z velína

varny. Vařič má možnost kontrolovat i průběh svařování vzorkováním pomocí podtlakového ventilu (Obr. 106), kde odebírá vzorky na vzorkovací sklíčko a dle jejich vzhledu a zastoupení velikostních frakcí vyhodnocuje průběh krystalizace.

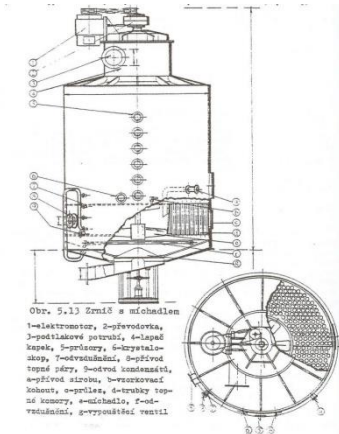


Obr. 103: Krystal sacharózy

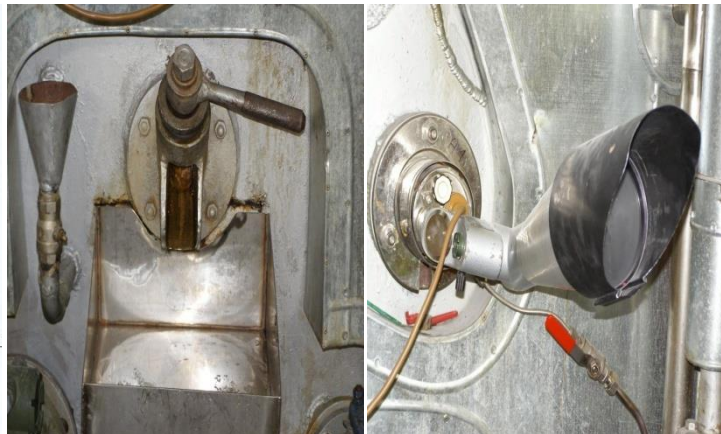


Obr. 104: Úroveň přesycení cukerných roztoků

Pomocí cukroskopu (Obr. 107) pak přímo nahlíží dovnitř zrnice, kde vidí, jak probíhá krystalizace.



Obr. 105 Zrnice



Obr. 106 Vzorkovací ventil Obr. 107 Cukroskop

#### 4.4.1.1 Průběh svařování cukrovin

##### 1) Příprava zrnice

Odstranění zbytků cukroviny z předcházejícího varu propařením, evakuace zrnice, úprava sirobů na teplotu 85 °C a sacharizaci 70 – 75 %, natažení sirobů na základ varu

##### 2) Zahušťování

Při stoupající teplotě ze 70 na 85 °C, zvyšuje se koeficient přesycení na hodnotu  $K_p = 1,15$  až  $1,20$ .

### 3) Zrnění

Provádí se očkováním mikroočkem nebo zásypem cukerné moučky. Mikroočko je suspenze krystalů sacharosy o velikosti 1 – 10 mikronů v alkoholu, připravená mletím krystalového cukru nebo srážením cukerného roztoku alkoholem. Příprava se může provádět i tak, že v jednom zniči připravíme očkovací základ pro další zniče.

### 4) Úprava zrna a stabilizace

Přechod z fáze tvorby zrna do fáze růstu krystalů - metastabilní oblast,  $K_p$  se sníží na 1,08 – 1,12 přitahem těžké šťávy nebo sirobu, zabrání se tím tvorbě srostlých krystalů a upraví se vzdálenost mezi krystaly.

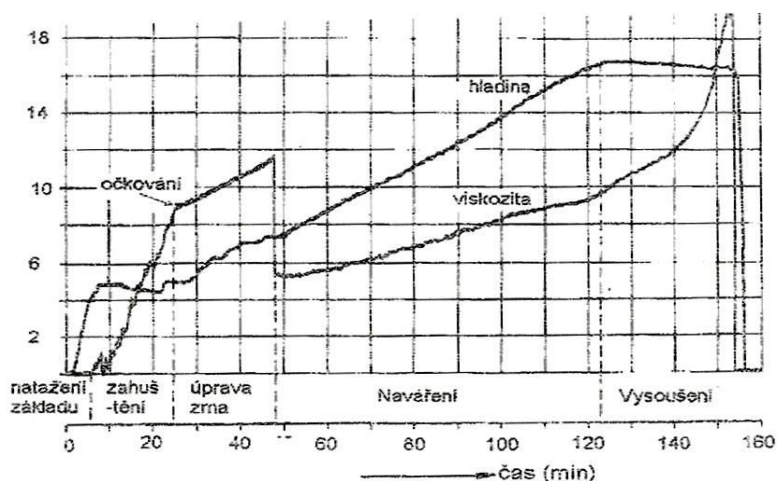
### 5) Naváření

Probíhá při  $K_p$  1,10. Sacharóza krystalizuje z matečného sirobu a roste na zárodcích krystalů, matečný sirob se vyčerpává, opakovaně se přitahují další dávky sirobu, až je dosaženo horní hladiny cukroviny v zniči

### 6) Vysoušení

Zahuštění cukroviny po posledním přitahu sirobu na konečnou sacharizaci cukroviny 93 – 95%.

Zrnění a následující úprava zrna patří k nejnáročnějším a nejcitlivějším operacím celého svařování. Výhodnější je pracovat s očkovacím zádělem. Očkovací záděl se připraví mísením meziproductového nebo zadinového cukru s těžkou šťávou nebo sirobem, záděl se natáhne do zniče hned jako základ varu, takže můžeme okamžitě pokračovat navářením varu. Svařování cukrovin je automatizovaný proces, založený na regulaci vstupní veličiny pro měření koeficientu přesycení a obsahu krystalů, resp. výšky hladiny. K měření  $K_p$  se používá měrné elektrické vodivosti nebo viskozity. Průběh změn viskozity cukrovin během svařování udává následující diagram (Obr. 108).



Obr. 108: Diagram změn viskozity cukrovin během svařování

#### 4.4.2 Ošetření cukrovin v krystalizátorech

Po zahuštění cukroviny v zrnících se cukrovina vypouští do krystalizátorů, tzv. refrigerantů, kde krystaly dále rostou a vyzrávají. Krystalizátory jsou jakési "vany" opatřené míchadlem (Obr. 109). Cukrovina je v krystalizátorech homogenizována s mísícím sirobem a za stálého míchání dále krystalizuje při postupném ochlazování. Doba ošetření cukroviny v krystalizátorech závisí od čistoty cukroviny. U první cukroviny (šťávná krystalová cukrovina) trvá 2 - 6 hodin, u zadinové cukroviny 24 - 70 hod.

*Přesycení matečného sirobu musí být stále udržováno v metastabilní oblasti.*



Obr. 109: Krystalizátory

Urychlení krystalizace a lepšího vycukernění docílíme v kontinuálních vakuových mísidlech. Mísením uvařené cukroviny s vráceným sirobem v uzavřených mísidlech, kde je udržován tlak 9 - 14 kPa, se docílí dalšího vycukernění sirobů a zvýšení obsahu krystalů v cukrovině.

#### 4.4.3 Odstředování cukrovin

Po ukončení mísení cukrovin je nezbytné oddělit matečný sirob od krystalů cukru a současně provést zjednodušenou afinaci tak, aby získané krystaly byly bílé a obsahovaly co nejméně popelovin. K oddělení krystalů cukru od matečného sirobu se používají odstředivky (Obr. 110). Odstředivky rozdělujeme na:

-**periodické:** Pracují cyklicky s plnou automatikou pracovního cyklu

-**kontinuální:** Jsou výhodné pro jednodušší konstrukci, pracují bez nároku na regulaci otáček s nižším odběrem el. proudu. Nevýhodou je poškozování krystalů, nutná homogenizace a temperace cukroviny před odstředěním. Používají se pro vytáčení meziproductových a zadinových cukrovin. tj. tam, kde se cukr rozpouští a vyrábí se z něj klér, který slouží společně s těžkou šťávou jako základ pro svařování šťávná krystalové cukroviny.





Obr. 110: Odstředivky

Odstředování probíhá tak, že se nejprve odstředí matečný sirob, který se dává zvlášť. Odstředění je možné, protože cukr je umístěn v koši, který je perforovaný. Následně se krystaly cukru v koši odstředivky vykrývají vodou nebo párou, která krystaly opláchně a odstředí se bílý aфинаční sirob. V odstředivce zůstává cukr.

#### 4.4.4 Surový cukr a melasa

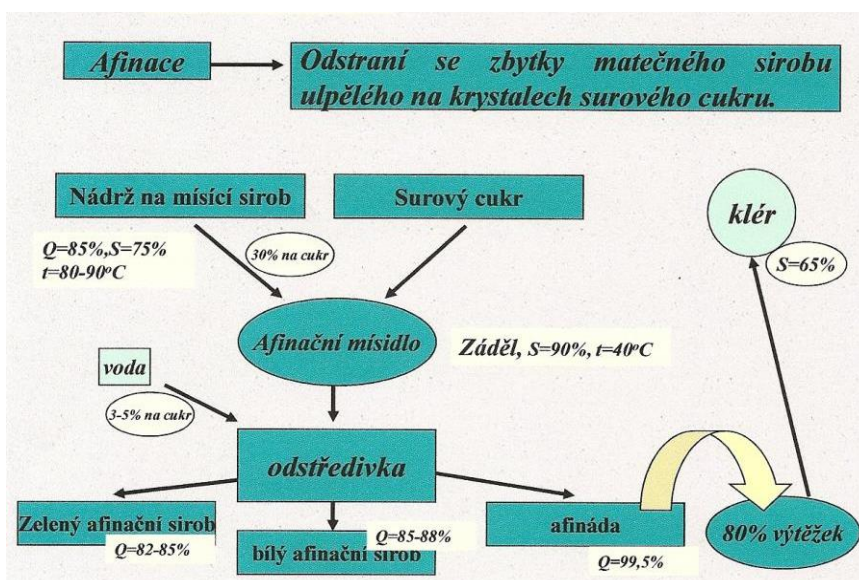
Cukr, který se obvykle získá z první krystalizace, je tzv. **surový cukr**, obsahující v povrchové vrstvě krystalů zbytky matečného sirobu. Barva surového cukru je žlutohnědá, polarizace  $P = 97 \%$ , obsah popela  $A = 0,7 \%$ . Raфинаční schopnost surového cukru je z obchodního hlediska hodnocena podle hodnoty **rendement** (čti randmá)  $Rd$ , která se vypočte podle vztahu  $Rd = P - 5.A$ . Výrobkem, v němž jsou koncentrovány téměř všechny necukry, je **melasa** - matečný sirob od poslední cukroviny. Obsahuje asi 50 % cukru ( $S = 80 \%$ ,  $Q = 60 - 64 \%$ ) a její výroba se pohybuje okolo 5 % n. ř. Melasa je významnou surovinou pro kvasné a biochemické technologie, pro výrobu droždí, ethanolu, kyseliny mléčné, citronové, aminokyselin, betainu, některých organických rozpouštědel a je rovněž významnou složkou krmných směsí.

#### 4.4.5 Raфинаce cukru

##### 4.4.5.1 Aфинаce

Úkolem raфинаce je vyrobit bílý cukr žádaného druhu, složení a ve vhodném balení. Základní operací raфинаce je **aфинаce surového cukru**, při níž se odstraní zbytky matečného sirobu, ulpělého na povrchu krystalů surového cukru. Aby byla aфинаce možná, je nutno nejprve surový cukr rozmístit s mísicím sirobem v aфинаčním mísidle **na umělou cukrovinu, záděl**. Tím dojde k ovlhčení krystalů, naředění barevných látek a popelovin a k jejich rozptýlení v mísicím sirobu. Jako mísicí sirob se používá cukerný roztok, který je kvalitnější, jak z hlediska čistoty, tak i z hlediska obsahu barevných látek a popelovin než zbytky matečného sirobu ulpělého na krystalech surového cukru. Čistota mísicího sirobu je vyšší než

85 % a sacharizace 75 %, množství mísícího sirobu použité k přípravě zádělu je asi 30 % na surový cukr, výsledná sacharizace zádělu je 90 %. Teplota mísícího sirobu 80 - 90 °C usnadní zpracování surového cukru i s vyšším podílem prachového zrna, výsledná teplota zádělu je 40 °C. Záděl se odštěďuje na afinačních odstředivkách s dělením sirobů. Po odmetání matečného sirobu, **zeleného afinačního sirobu** (čistota 82 - 85 %) se provádí vlastní afinace, tj. vykryvání (oplachování) cukru v odstředivce vodou nebo čistým cukerným roztokem. Sirob odmetaný při afinaci se nazývá **bílý afinační sirob** a má obvykle vyšší čistotu, 85 - 88 %. Spotřeba vody na afinaci je 3 - 5 % na hmotnost cukru. Cukr, který se takto získá, se nazývá **afináda**, má čistotu 99,5 % a její výtěžek je okolo 80 %. Rozpuštěním afinády ve vodě, lehké šťávě nebo v sirobu se získá **klér** ( $S = 65\%$ ), který se alkalizuje vápenným mlékem, filtruje na naplavovacích filtrech a případně odbarvuje pomocí aktivního uhlí nebo odbarvovacích ionexů (Obr. 111).

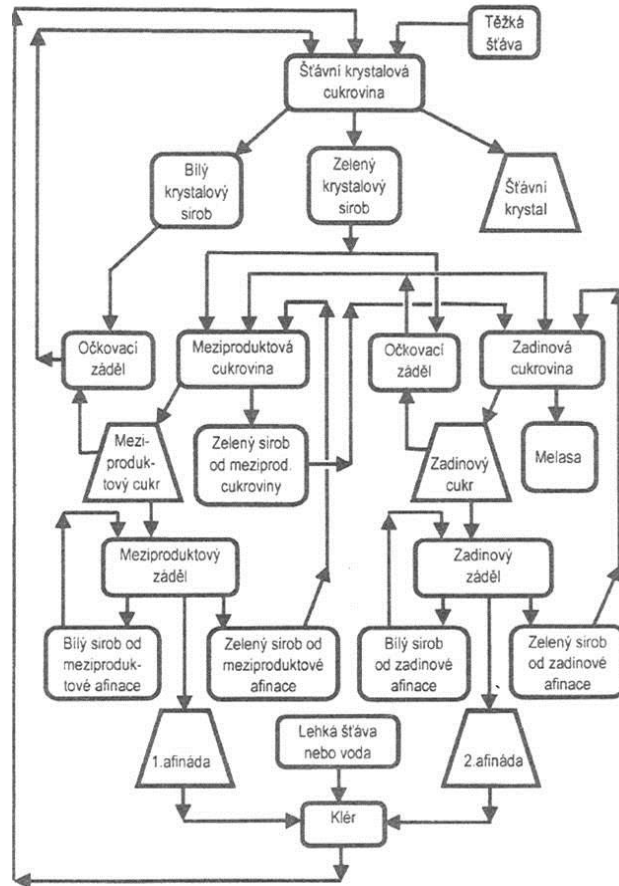


Obr. 111: Rafinace cukru (schéma)

#### 4.4.6 Výroba šťávného krystalu s jedním klérem

Těžká šťáva se svařuje za sníženého tlaku na přesycený roztok, z něhož sacharosa krystalizuje. Směs krystalů a matečného sirobu, tzv. cukrovina, se odštěďuje na filtračních odstředivkách. Získaný cukr má na povrchu krystalů zbytky matečného sirobu, což se odstraňuje rafinačními postupy. Základní operace je afinace, při níž se cukr smísí s čistým sirobem, odstředí a opláchne (vykryje) v odstředivce parou či vodou. Vzniklá afináda se rozpustí ve vodě (klér), případně i odbarví aktivním uhlím a svařuje přes opakovanou krystalizaci na bílý cukr. K výslednému bílému cukru se dostaneme po opakovaném svařování a krystalizaci, což záleží na uspořádání výrobního schématu a požadované kvalitě bílého cukru (rafinádě).

Nejkvalitnější bílý cukr se vyrábí v cukrovarch s úplnou převázkou těžké šťávy – to znamená, že k výslednému bílému krystalu se dostane minimálně po dvou stupních svařování a krystalizace. Z tohoto pohledu je nejehospodárnější výroba šťávního krystalu s jedním klérem (Obr. 112).



Obr. 112: Výroba šťávního krystalu s jedním klérem

Při výrobě cukru se postupně svařuje trojí cukrovina: 1. šťávní cukrovina, 2. meziproduktová cukrovina a 3. zadínová cukrovina. Krystalizace tedy proběhne také třikrát. Poprvé získáme nejkvalitnější cukr A (šťávní krystal), který je hlavním produktem výroby. Matečný roztok z této krystalizace se nazývá zelený sirob. Ten se použije za základ pro cukrovinu svařenou ke druhé krystalizaci. Při ní získáme cukr B (meziproduktový cukr). Ten již obsahuje nečistoty (necukry) ve větší míře. Matečný roztok z druhé krystalizace se nazývá černý sirob a používá se jako základ pro svařování cukroviny určené pro třetí krystalizaci. Tou obdržíme nejméně kvalitní cukr C (zadínový cukr). Matečný roztok ze třetí krystalizace je melasa. Obsahuje zakonzentrované všechny necukry obsažené v původní těžké šťávě. Zbývající sacharosu již z melasy není možné efektivní cestou získat. Melasa je tedy konečný vedlejší produkt výroby. Používá se zejména k výrobě kvalitního lihu. Šťávní cukrovina se svařuje hlavně z těžké šťávy, kléru a očkovacího zádělu, který se získá

smícháním cukru B s bílým sirobem. Cukr A se po odmetání zeleného sirobu ještě v odstředivce vykrývá (oplachuje) vodou nebo párou. Tím se zbavuje zbytků matečného sirobu, který přejde s částí cukru do oplachující vody, čímž vzniká bílý sirob. Cukr A je dopravován k sušící lince a k dalšímu zpracování. Meziproduktová cukrovina se svařuje hlavně ze zeleného sirobu a očkovacího zádělu, který se získá smícháním cukru C se zeleným sirobem. Cukr B po odmetání černého sirobu prochází tzv. afinací. To znamená, že se mísí s bílým sirobem na tzv. meziproduktový záděl. Tím se naředí ulpěné nečistoty na povrchu krystalů a přejdou do roztoku. Na afinační odstředivce se tento roztok odmetá jako zelený afinační sirob a vrací se zpět ke svařování meziproduktové cukroviny. Vlastní krystaly se ještě v odstředivce vykrývají vodou nebo čistou šťávou. Vzniklý roztok se odmetá jako bílý sirob a používá se opět na meziproduktový záděl. Získané krystaly se nazývají afináda. Zadinová cukrovina se svařuje hlavně z černého sirobu a očkovacího zádělu stejného jako u meziproduktové cukroviny. Cukr C po odmetání melasy prochází afinací obdobně jako cukr B. Na zadinový záděl se používá bílý sirob získaný odmetáním při vykrývání tohoto cukru. Sirob odmetaný při odstředění zadinového zádělu se jako černý sirob vrací zpět ke svařování zadinové cukroviny. Takto upravený cukr C se také nazývá afináda. Afináda se rozpouští ve vodě nebo šťávě na roztok zvaný klér. Ten se vrací ke svařování šťávní cukroviny. Uvedený postup je dnes nejrozšířenější, protože je nejekonomičtější. Říká se mu vaření s jedním (jednotným) klérem. Melasa je matečný sirob od cukru C. Jedná se o tmavou sirupovitou kapalinu. Obsahuje ještě určité množství cukru, který ovšem již nemůžeme běžnou krystalizací získatv dostatečně čisté formě. Proto se melasa používá tam, kde přítomnost uvedených nečistot nevádí. Zejména v lihovarech, kde se z ní kvašením vyrábí líh. V poslední době získává na oblibě její použití v potravinách jako složka zdravé výživy.

#### 4.4.7 Sušení, chlazení, balení a skladování krystalového cukru

Šťávní krystal z odstředivek se dopravuje pomocí dopravníků na principu vytrásadel (Obr. 113) směrem k sušárně, kde probíhá jeho sušení.



Obr. 113: Dopravníky cukru

### *Principy sušení*

- Při sušení cukru dochází k přestupu vlhkosti mezi krystalem a okolním vzduchem.
- Na povrchu krystalu je velmi tenká povrchová vrstva nasyceného cukerného roztoku.
- Zvýšením teploty se roztok přesyť a sacharosa na povrchu začne krystalizovat.
- Nesmí dojít k vytvoření povrchové amorfni sacharosy a uzavření vlhkosti pod touto vrstvou.
- Průběh sušení volíme tak, aby relativní vlhkost vystupujícího vzduchu nepřekročila 80 %.

Konečná vlhkost cukru má být 0,05%

K sušení se používají sušárny: ***bubnové, talířové, turbínové, fluidní***

Čerstvě usušený cukr obsahuje vázanou vodu – pozvolně se uvolňuje. Cukr není vhodné okamžitě zaskladnit – musí dozrát – uvolní se část vlhkosti a cukr se zastabilizuje.

**Stabilizace cukru** – postupná dokrystalizace sacharosy ze zbytkové povrchové vrstvičky sírobu a ustavení rovnováhy mezi povrchovou vlhkostí cukru a okolním prostředím. Uvolněnou vodu odvádíme suchým provětrávaným vzduchem.

*Probíhá ve speciálním síle po dobu 5 – 6 dní nebo při  $t = 45 - 55^{\circ}\text{C}$  za dobu 24 - 48hod.*

Cukr skladujeme (Obr. 114):

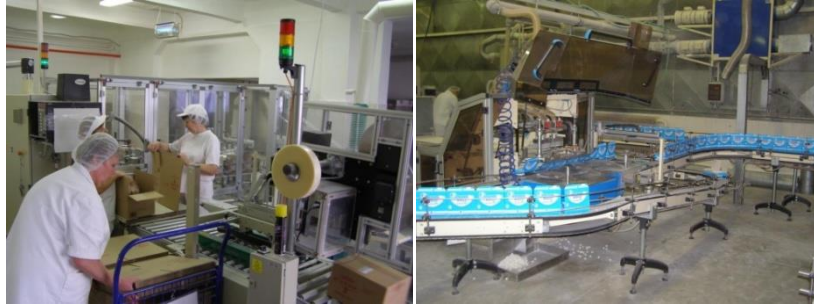
- cukerná síla
- pytle a vaky
- drobné balení (spíše v meziskladech a u prodejců)

Podmínky skladování:  $t = 20 - 22^{\circ}\text{C}$ , vlhkost: 50 – 60 %



Obr. 114: Balení a skladování cukru

Některé cukrovarny mají k dispozici linky na balení cukru do drobného spotřebitelského balení (obr. 115).

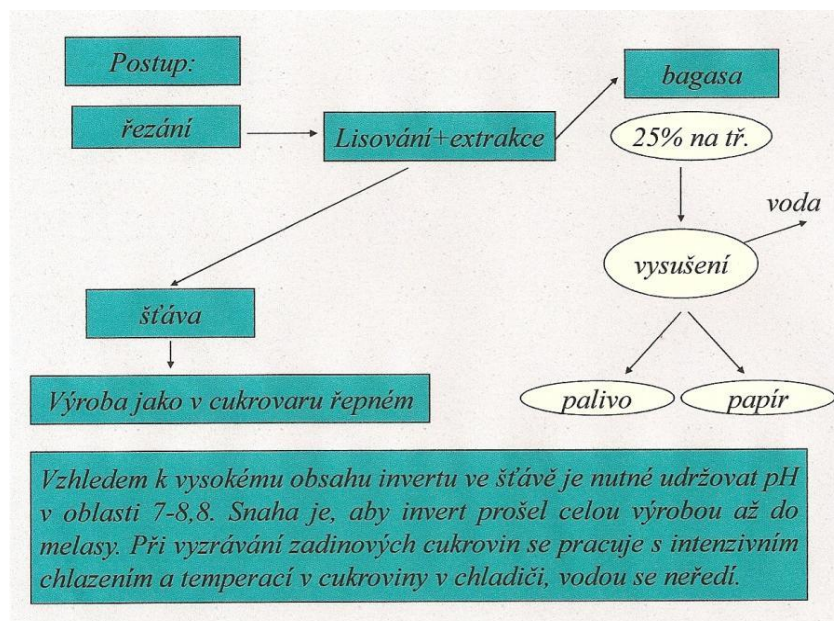


Obr. 115: Balení cukru

#### 4.5 Výroba cukru z cukrové třtiny

- Třtinový cukr se vyrábí ze třtiny cukrové
- Rozmnožuje se vegetativním způsobem
- Z jedné výsadby bývá 5-6 úrod
- Sklizeň je po 12-16ti měsících
- Výnos cca 40-70 t/ha
- Teplota během vegetace nesmí klesnout pod 16 °C a srážky za rok 1700mm
- Do 48hod po sklizni se musí zpracovat
- Obsah sacharosy ve třtině – 13-17 %
- Q šťávy je cca 81-85 %

Schéma výroby zachycuje Obr. 116.



Obr. 116: Schéma výroby třtinového cukru

## 5 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDOVÝCH A NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK

### 5.1 Suroviny cukrovinkářského průmyslu

Základními surovinami v průmyslu cukrovinek jsou sacharosa, škrobový sirup a kakaové boby. K dalším surovinám patří mléko (zpravidla sušené), tuky (rostlinné tuky a oleje, máslo), rosolotvorné látky a rostlinné gummy, jádroviny, ovocné výrobky, aromatické a chuťové látky, barviva aj.

#### 5.1.1 Cukerné suroviny

Mezi cukerné suroviny cukrovinkářského průmyslu řadíme látky, které jsou čistými sacharidy (sacharosa, glukosa, laktosa, škrob) nebo látky, v nichž cukerné složky převládají. Rozhodující je jejich sladivost, rozpustnost a hygroskopicitu. Sladivost jednotlivých cukrů je vyjadřována v relativních hodnotách ve srovnání se sladivostí sacharosy (hodnota 100). Sladivost je ovlivněna koncentrací příslušného sacharidu, teplotou a přítomností jiných látek, které mohou ze sensorického hlediska sladkost podpořit. Se zvyšující se koncentrací cukerného roztoku se relativní sladivost rozpuštěného cukru zvyšuje, zatímco u syntetických sladidel relativní sladivost klesá. Následující tabulka (Tab. 18) uvádí relativní sladivost 10% roztoků některých cukrů ve srovnání s 10% roztokem sacharosy.

Tab. 18: Relativní sladivost vybraných cukrů ve srovnání s 10% roztokem sacharosy

laktosa	39	glukosa	69
maltosa	46	glycerin	75
sorbit	51	invertní cukr	95
galaktosa	63	sacharosa	100
xylosa	67	fruktosa	114

Rozpustnost u jednotlivých cukrů je různá. Se stoupající teplotou vzrůstá. V cukrovinkářství se zpravidla pracuje se směsí cukrů a to hlavně se směsí sacharosy a škrobového sirupu. Hygroskopicitu je charakterizovaná sorpční izotermou každého cukru. Sacharosa např. vlhne až při relativní vlhkosti 84 %, invertní cukr vlhne již při 82% relativní vlhkosti. Hygroskopicitu jednotlivých cukrů je důležitá při skladování cukrovinek. U cukrovinek náchylných např. k vysychání (fondánové cukrovinky) zvyšujeme podíl složky s vyšší hygroskopicitou, u kandytů, které jsou hygroskopické, naopak obsah těchto složek eliminujeme.

*Sacharosa* – používá se jako rafinovaný cukr, ve výrobě pak jako tzv. tekutý cukr o sušině cca 67 %.

*Glukosa* – vyrobená hydrolýzou škrobu se používá např. při výrobě komprimátů.

*Škrobový sirup* – patří mezi základní suroviny. Vyrábí s ekyselou hydrolýzou kukuřičného, bramborového nebo pšeničného škrobu. Jeho nejdůležitější vlastností je stupeň zcukření, vyjádřený jako dextrózový ekvivalent (DE) se kterým souvisí viskozita, hygroskopicitata a sladivost škrobového sirupu. V cukrovinkách se používá hlavně jako antikryslalizátor. Sušina se pohybuje kolem 80 %.

*Škrob* – Slouží jako základní surovina při výrobě škrobových cukrovinek (škrobové želé), kukuřičný škrob se používá jako materiál pro výrobu forem při "odlívání" gumových cukrovinek. Slouží i k poprachu cukrovinek pro omezení lepivosti.

*Modifikované škroby* – jedná se o upravený nativní škrob, u kterého byly některé jeho vlastnosti upraveny (modifikovány) tak, aby to vyhovovalo vlastnostem výrobku.

*Alkoholické cukry* – Sem patří např. sorbitol, xylitol, palatinitol, manitol, které se uplatňují při výrobě dietních cukrovinek, zamezují vysychání cukrovinek, pomáhají udržení vláčné konzistence, mají chladivý efekt.

### 5.1.2 Ostatní suroviny

#### Bílkovinné suroviny

*Mléko* - většinou sušené (plnotučné či odstředěné, slazené), *vaječný bílek* sušený jako pěnotvorná látka pro výrobu šlehaných cukrovinek.

#### Tuky

- mléčný tuk
- ztužené tuky (výroba hmot a tukových náplní)
- náhrady kakaového másla
- kakaové máslo

#### Emulgátory

Používá se *lecitin* (fosfatidylcholin). Dříve se používal pouze sójový lecitin. V současnosti je nahrazován lecitinem slunečnicovým v důsledku toho, že většina sójového lecitinu pochází z GM sóji. Lecitin snižuje viskozitu čokoládových hmot, omezuje výskyt tukového výkvětu atp.

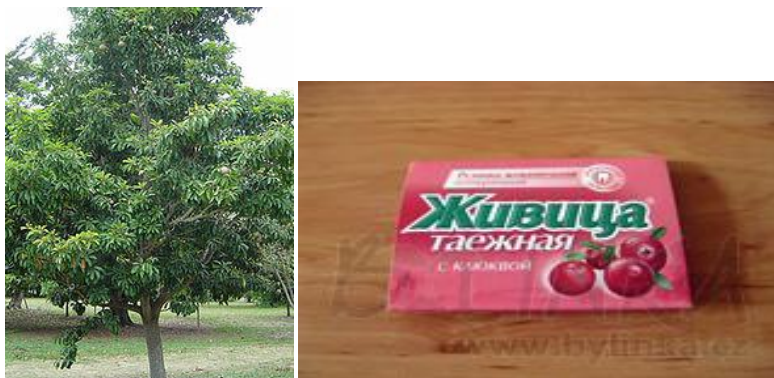


## Rosolotvorné látky

Mají různou chemickou povahu, vytvářejí reverzibilní a irreverzibilní gely. Patří sem *agar, pektin, želatina, modifikované škroby*. Používají se při výrobě želé.

## Rostlinné gemy

Jedná se o látky vytvářené různými částmi některých rostlin. Po naříznutí pletiva vytéká lepkavá viskózní tekutina, která na vzduchu tvrdne v tvrdou, křehkou a průhlednou hmotu. Nejdůležitější je *arabská guma*. Její základní složkou jsou cukry galaktosa, rhamnosa a arabinosa. Používá se při výrobě gumovitých cukrovinek., dražé apod. Při výrobě žvýkaček se používá jako základní surovina *chicle-gum* (rod *Manilkara*) (Obr. 117) a rostlinný latex *jelutong* (*Dyera costulata*) ze Sumatry a východní části Kalimantanu (Borneo). Žvýkačky se vyrábí např. i z altajského modřínu (Obr. 118) (obsahují přes 90 % čisté pryskyřice a zbylá procenta tvoří jen přírodní látky – extrakt plodů klikvy, rakytníku, šípku nebo kávových zrn, mátový olej nebo propolis).



Obr. 117 a Obr. 118: Suroviny pro výrobu žvýkaček

**Polyvinyl acetát** – syntetická guma, která je netečná, nerozpustná a nevstřebatelná. Převážná většina obsahuje náhradní sladidla, stabilizátory a konzervační přípravky, barviva a umělé chuťové látky.

## Aromatické a chuťové látky

- používají se při aromatizování a ochucování cukrovinkářských výrobků. Můžeme je rozdělit na:

**éterické oleje** - z chemického hlediska jsou éterické oleje heterogenní směsí lipofilních látek, především terpenů, které sestávají z izoprenových podjednotek. Jejich pachové vlastnosti, biologické a farmakologické účinky spočívají v aktivitě různých skupin složek jako jsou monoterpeny, monoterpenoly, monoterpenketony, seskviterpeny, estery, aldehydy, fenoly, fenylestery apod.

**přirozené esence (tresti)**- jsou alkoholické roztoky aromatických látek získané rozpuštěním éterických olejů v alkoholu nebo přímo extrakcí nebo destilací části rostlin alkoholem.

**umělé esence** - syntetické látky totožné nebo podobné přirozeným aromátům

## **Barviva**

Barviva rozdělujeme podle původu na :

- přírodní barviva
- syntetická barviva přírodně identická
- anorganické pigmenty

Uplatnění barviv v cukrovinkářství je stále problematické. Při jejich výrobě zpravidla převažují synteticky vyráběná barviva. Některá přitom představují větší potenciální ohrožení např. E 104, E 110 a E 124, u nichž Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) doporučil snížit dosavadní přijatelný denní příjem a to na základě nařízení EK č. 232/2012 z 16. března. Uvedené přípravky zvyšují hyperaktivitu dětí, přisuzuje se jim snížení inteligence u dětí, různé kožní choroby (například kopřivka), astmatické reakce či problémy trávicího ústrojí. Barvivo E 110 může údajně vyvolávat i nesnášenlivost aspirinu či zvyšovat příjem hliníku nad tolerovatelný denní příjem.

## **Vosky**

Slouží jako základní složky pro výrobu leštidel při výrobě dražé a komprimátů.

## **Laky**

Používají se při výrobě čokoládových figurek k jejich ochraně. Vesměs se jedná o laky na lihovém základě.

## **Chemikálie**

V cukrovinkářské výrobě používáme řadu chemických přípravků, které mají rozmanité určení. Patří sem kyseliny (jablečná, vinná, citronová, mléčná), které se používají např. při výrobě nečokoládových cukrovinek, dále pak preparační činidla u kakaové hmoty ( $K_2CO_3$ ,  $(NH_4)_2CO_3$ ). Látky určené ke konzervaci apod.

## **Jádroviny**

Jedná se o semena plodů rozličných rostlin. Jader se používá jako základní suroviny při výrobě cukrovinkářských hmot (nugát, marcipán, náplně). Mohou být využity

i k dozdobení výrobků. Patří sem lískové oříšky, mandle, vlašské ořechy, arašidy, kokosový ořech (dužnina) apod.

## Ovoce

Jeho využití je poměrně široké a uplatňuje se v různých formách. Ovocné dřeně a sirupy jsou vhodné pro výrobu různých náplní a při výrobě ovocného želé. Významnou část tvoří ovoce sušené (datle, fíky, rozinky). Využití má i ovoce proslazované, případně ovoce v alkoholickém nálevu.

## 5.2 Technologie výroby čokolády

### 5.2.1 Historie výroby čokolády

Před 3000 lety byl objeven kakaovník. S pěstováním kakaovníku a zpracováváním kakaových bobů měly první zkušenosti kmeny Olméků, Mayů, Aztéků. Kakaové boby v té době měly kromě zemědělského významu i význam náboženský. Byly považovány za symbol plodnosti a úrody, dar moudrosti a síly. Mayové s kakaem obchodovali a čokoládu považovali za afrodisiakum. Původní chuť čokolády byla velice hořká. Boby se fermentovaly, pražily a drtily, čokoládová hmota se zahušťovala kukuřičnou moukou a přidávalo se různé koření jako vanilka a chilli. Čokoládu pila pouze vládnoucí vrstva (Obr. 119).

Kakaové boby se používaly i jako platidlo (daně a žold vojákům), měly vysokou hodnotu a na trhu byly za vše směnitelné. Za 10 kakaových bobů se dal pořídit králík, za 100 kakaových bobů si mohl plantážník koupit otroka. Čokoláda se do Evropy dostala díky Hernandu Cortézovi. Cortéz nápoj zvaný chocolatl poprvé ochutnal na dvoře aztéckého vládce Montezumy. Zpočátku mu nápoj nechutnal, pro svou hořko-kyselou chuť, ale slazení medem chuť vylepšilo a horká čokoláda byla na světě. Cortés si nápoj velmi oblíbil a po deseti letech se vrátil z cest do Evropy s nákladem kaka a potřebným vybavením.



Obr. 119 Sklizeň a zpracování kakaových bobů, výroba čokolády a její užití

Ve Španělsku začaly vznikat první čokoládovny. V tehdejší době se jednalo o velmi módní záležitost. Španělé zakládali plantáže kakaovníku v Mexiku a po celé Střední a Jižní Americe (Kolumbii, Venezuele, Ekvádoru, Trinidadu). Pěstování postupně pronikalo na Africký kontinent a do Asie. Čokoláda se konzumovala v tekutém stavu.

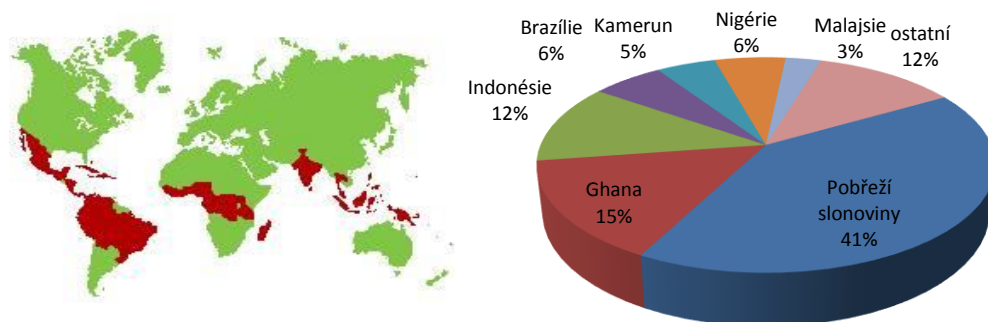
Později se výroba čokolády začala rozšiřovat i do českých zemí. První záznam o výrobci čokolády je z roku 1770. Prvním čokoládníkem byl Filip Watzke a první továrnou, kde se vyráběla kvalitní čokoláda, byla firma Luna. Revoluci ve výrobě čokolády způsobil v roce 1828 Holanďan Conrad van Houten, který oddělil kakaové máslo od kakaového prášku, čímž se stala výroba čokolády levnější a dostupnější. V roce 1847 vznikla první tuhá čokoláda. První mléčná čokoláda byla vyrobena v roce 1875 přidáním kondenzovaného mléka. K významným osobnostem, které přispěly k rozvoji čokoládové výroby, patřili například Lindt, Nestlé a Tobler. Rekordem ve světě čokolád, který je zapsaný v Guinnessově knize rekordů, se pyšní Arménie. Tabulka čokolády váží 4410 kg, měří 560cm. Je 70 cm široká 25 cm silná (Obr. 120).



Obr. 120: Rekordní čokoláda

### 5.2.2 Základní suroviny

Základní surovinu představují kakaové boby. Jedná se o upravená semena kakaovníku (*Theobroma cacao*, L.). Rozšíření pěstebních ploch kakaovníku ukazuje Obr. 121. Kakaovník se pěstuje v tropech v prostoru mezi 10° severní a 10° jižní šířky.



Obr. 121: Geografické rozšíření ploch kakaovníku a producenti kakaových bobů

Pochází z Jižní Ameriky. Největším producentem je Pobřeží slonoviny a Ghana. V Evropě se kakaové boby zpracovávají od 18. století.

### 5.2.3 Druhy kakaových bobů

**Criollo:** Má plody s tenkou slupkou, semena kulatá až mírně zploštělá, slabě nahořklá. Čerstvá semena jsou na řezu načervenalá, světle hnědá nebo bělavá. Jedná se o nejvzácnější a zároveň nejdražší kakaové boby, které se nachází v oblasti středoamerického kontinentu. Využívají se cca z 10% celkové produkce bobů.

**Forastero:** Vyznačuje se semeny trpkými až nakyslými. Plody mají silnou tvrdou slupku, semena jsou více zploštělá, uvnitř tmavě hnědá až červeně hnědá, Tvoří cca 80 % celosvětové produkce

**Trinitario:** Poslední druh byl vypěstován skřížením dvou předchozích druhů kakaovníků. Světoví výrobci čokolády běžně využívají pouze deset procent.

### 5.2.4 Botanická charakteristika

Pro kakaovník je typická tzv. kauliflorie (kmenokvětost). Plod je dlouhý 10 - 20 cm, průměr má 5 - 10cm. Semena jsou hnědočervená až fialová s papírovým osemením velikosti mandle. Jsou uložena v bělavé až načervenalé chutné dužnině (pulpě) a to vždy cca 20 - 50 semen v bobuli (Obr. 122):. Aromatická dužnina obsahuje cukr, pektiny, organické kyseliny. Kakaové boby obsahují: 50-60 % tuku, 14 % proteinů, 9 % škrobu, 4 % vlákniny, 5,6 % vody, 14 % volných N-látek, 6 % tříslovin, 3,5 % popelovin, 1,6 % thebrominu a barvivo antocyanin.



Obr. 122: Botanická charakteristika, morfologie a vzhled plodů kakaovníku, kakaových bobů (i po upražení)

### 5.2.5 Úprava kakaových bobů

Plod kakaovníku je tvořen dužnatou částí, ve které jsou uložena semena. Dužnina se musí odstranit a zároveň se zamezí klíčení semen, přitom se uvolní enzymy, které vyvolají reakce vedoucí ke snížení trpké chuti a zároveň se změní i barva. K tomu slouží fermentace.

### 5.2.5.1 Fermentace

Fermentace probíhá různě (na hromadách, v koších, v bednách). Procesy, které při fermentaci probíhají, rozdělujeme na **procesy vyvolané mikroorganismy** a **procesy vyvolané enzymy kakaového jádra**.

#### *Procesy ovlivněné mikroorganismy:*

Na hromadách za nepřístupu vzduchu probíhá anaerobní fáze, dochází k alkoholovému kvašení, činností pektináz se rozpadá dužnina. Následně v kontaktu se vzduchem dochází k oxidaci etanolu. Vzniká kyselina octová a nakonec oxid uhličitý a voda. Semena přijímají vodu, slupka hnědne a snadněji se odděluje. Konečná teplota v hromadách dosahuje cca 45 – 50 °C.

#### *Procesy vyvolané enzymy jádra:*

Probíhá rozklad tříslovin, mění se polyfenolická barviva, vznikají flobafény, které jsou bez chuti. Po skončení fermentace obsahují boby cca 35 % vody a musí se sušit buď přirozeně, nebo uměle. Kakaové boby jsou označovány podle produkční oblasti, přístavu nalodění apod.

### 5.2.5.2 Hodnocení jakosti kakaových bobů

U kakových bobů se hodnotí objemová hmotnost, hmotnost 100 bobů, podíl slupek (11-16 %), klíčků (0,8-1,2 %), tvar bobů, podíl vadných bobů, kvalita fermentace a sušení na řezu.

#### *Čištění a třídění kakaových bobů*

Kakaové boby se čistí na vibračních sítích. Odstraňuje se prach a lehké nečistoty proudem ventilátoru, kovové předměty pak oddělujeme magnety. Kakaové boby je možné i máčet pro odstranění slizovitých látek a úpravu aroma.

Kakaové boby se liší svou kvalitou a dle toho se také používají. Západoafrické boby (Ghana, Nigérie a Pobřeží slonoviny) se používají ve většině mléčných čokolád a jako základ pro mnohé hořké čokolády. Jiné, takzvané jemné výluhy, se přidávají jako prostředky pro zvýraznění chuti a vůně (např. Jamajka, Ekvádor, Papua Nová Guinea)

Obsah bobového tuku se liší dle původu a úrody a dodávek. Je obvykle kolem 54,5 %, ale může být i 51 %. Toto ovlivní tekutost během mletí i výrobu čokolády, zejména hořké čokolády. Boby nebo kakaová drť (oloupané boby) se praží kvůli snížení vlhkosti a kyselých prchavých látek, a také k rozvinutí chutě a eliminaci možných nebezpečných bakterií.

## 5.2.6 Výroba čokolády

### 4.2.6.1 Pražení kakaových bobů

Pražením kakaových bobů se vyvíjí typické aroma, zmírňuje se hořká chuť, mění se barva a vůně. Obsah vody se snižuje z 6 - 8 % na 2 - 3 %, slupka křehne, lépe se odděluje a mele.

#### Možné postupy pražení:

##### *Pražení kakaových bobů*

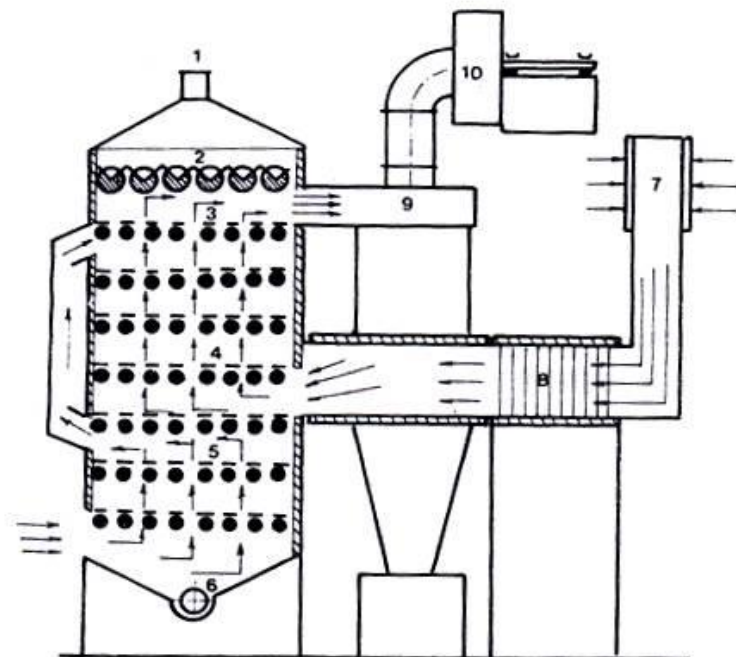
Jedná se o klasický dřívější způsob pražení bobů, který probíhá tak, že se praží celé boby a poté následuje odstranění slupek drcením a mletím.

##### *Pražení kakaové drti*

Po předsušení kakaových bobů proběhne odstranění slupek, poté se boby podrtí a podrcená směs se praží, poté následuje mletí.

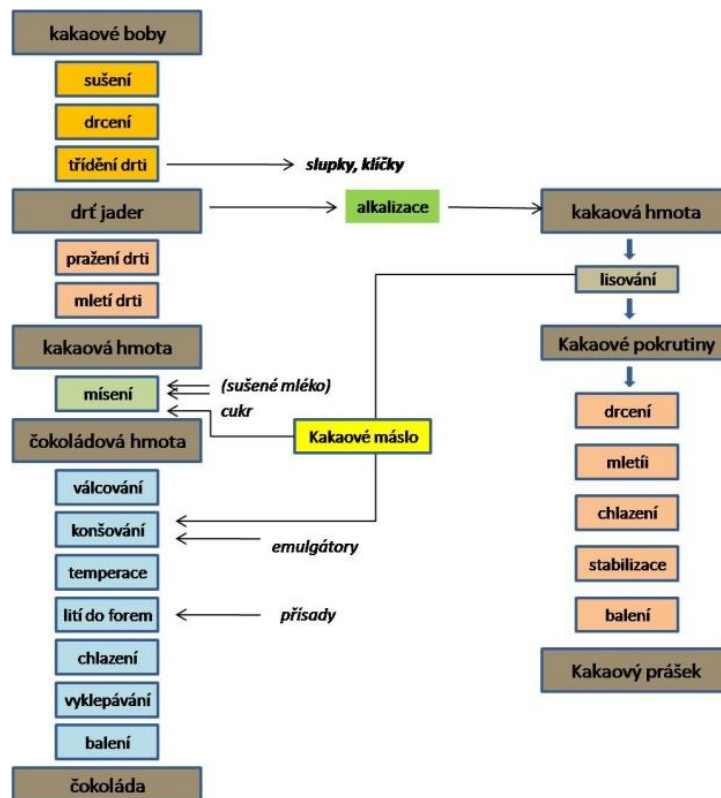
##### *Pražení kakaové hmoty (Obr. 123)*

Nejnovější způsob spočívá v tom, že se kakaové boby předsuší a po odstranění slupek následuje drcení, mletí a pražení. Upražená kakaová hmota se rozemílá na jemnější částice za současného uvolňování kakaového másla. Teplota pražení je 125-130°C.



Obr. 123: Zařízení na sušení kakaových bobů a pražení kakaové drti  
1) přívod bobů; 2) podávací válce; 3) předehřívací pásmo; 4) pražicí pásmo; 5) chladičí pásmy; 6) vynášecí šnek; 7) filtr vzduchu; 8) tepelný výměník; 9) cyklon; 10) odsávací ventilátor

Pražení a mletí kakaové hmoty je první etapou výroby čokolády (Obr. 124).



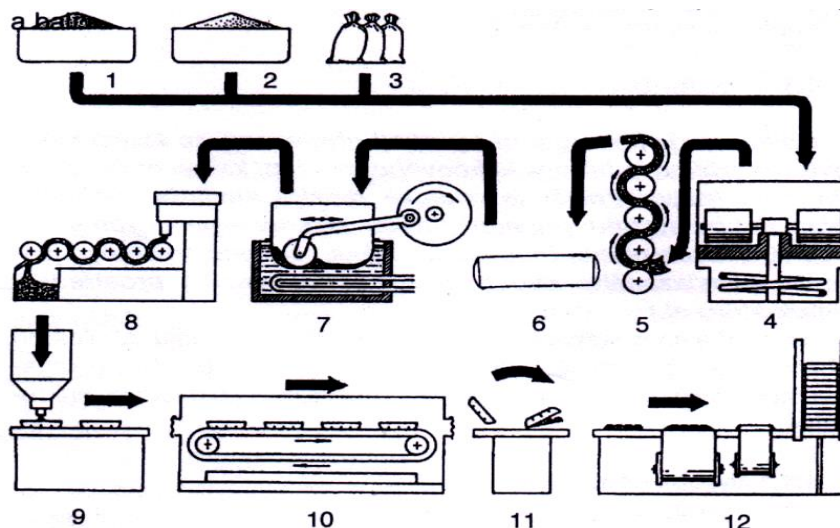
Obr. 124 Schéma výroby čokolády a kakaového prášku

V současnosti řada čokoládoven kakaové boby nepraží a nakupuje pro svoji potřebu rovnou kakaové máslo a kakaový prášek, případně kakaovou nebo čokoládovou hmotu, kterou si dále dle svých potřeb upravuje.

### 5.2.6.2 Mletí kakaové drti a výroba čokoládové hmoty

Jak již bylo uvedeno výše, po upražení podrcených kakaových jader rozemíláme upraženou drť na jemnější částice a získáváme tak kakaovou hmotu. Cílem mletí je zjemnění směsi a uvolnění kakaového másla z buněk (50 – 55 %). Získáváme tuk (kakaové máslo) a pokrutiny, které se dále rozemílají a vyrábí se z nich kakaový prášek. Aby vyráběná čokoláda měla specifické vlastnosti dle druhu, musíme ke kakaové hmotě přidávat další složky dle požadavků receptury. Získáme tak čokoládovou hmotu. Čokoládová hmota je tvořena kakaovou hmotou, cukrovou moučkou, kakaovým máslem a dalšími přísadami. Některé druhy čokolád také mohou obsahovat sušené mléko, obvykle odstředěné včetně syrovátky. Lze použít také kakaové máslo, laktózu a dextrózu i malá množství melasy případně sušený glukózový sirup. Suroviny musí odpovídat specifickým požadavkům pro výrobu jednotlivých druhů výrobků. Další proces výroby probíhá dle schématu na Obr. 125.





Obr. 125: Výroba čokolády

**Schéma výroby čokolády**

- 1 - směs kakaové hmoty a tuku
- 2 - sladidlo
- 3 - přísady
- 4 - melanzér
- 5 - válcovací stolice
- 6 - velkokapacitní zásobník

- 7 - konše
- 8 - temperárka
- 9 - formovačka
- 10 - chladicí skříň
- 11 - stůl na vyklepávání forem
- 12 - balicí stroj

### Charakteristika používaných surovin

#### *Cukr*

K výrobě by se měl používat cukr o příslušné velikosti krystalů. Neměly by se používat nadměrně velké a naopak příliš drobné krystaly cukru. Pokud jsou krystaly příliš drobné, prochází rafinérem a zvyšují viskozitu čokolády - čím více je přítomno malých částic, tím větší plocha se pokryje tukem. Konzistentní velikost částic zaručí stabilní proces. Cca 90 % krystalů by mělo mít velikost v rozmezí 0,2 – 1,4 mm a vlhkost cukru by měla být nižší než 0,05 %.

#### *Náhradní sladidla*

Použití cukrů jako např. glukózový sirup nebo monohydrát dextrózy zvyšuje konečnou viskozitu čokolády, ale má menší dopad ve směsi. Bezvodá dextróza a laktóza se může bez problémů přidat v množství až 10 % v mléčných, bílých a hořkých hmotách. U dextrózy může nastat mírný chladicí účinek na patře způsobený jejím rozpouštěcím teplem.

#### *Kakaové máslo*

Vyrábí se rozemláním drti. Rozemlání uvolňuje z buněk tuk, a poté se lisováním vyrábí kakaové máslo (Obr. 126) a kakaový prášek (Obr. 127), nebo čokoláda. V ideálním

případě by se boby měly předběžně mlít na konečnou velikost částecek čokolády, aby se snížilo opotřebení dalších zušlechťovacích zařízení. Moderní provozy používají dva typy mletí (např. talířové a pak s kolíky), aby bylo možné uvolnit co nejvíce tuku bez tvorby příliš jemných částic. Právě chuť kakaového másla určuje chuť konečné čokolády. Má menší vliv na mléčnou čokoládu než na hořkou, a to kvůli přítomnosti menšího množství a maskování mléčné sušiny.



Obr. 126: Kakaové máslo



Obr. 127: Kakaový prášek



Obr. 128: Sušené mléko

### ***Sušené mléko*** (Obr. 128)

Musí být dobré kvality a čerstvé. V hotovém výrobku se projeví jakékoli chuťové nedostatky. Rozlišujeme:

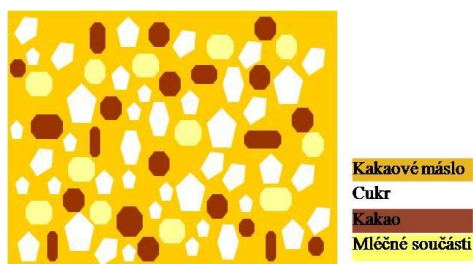
- *Sušené plnotučné mléko sušené rozprašováním* - pro rafinaci je pak potřeba méně tuku, a to samé platí obvykle i pro dokončený produkt.

- *Mléko sušené ve válcové sušárně* - je obecně lepší pro výrobu čokolády. Je ovšem dražší. Jeho chuť obsahuje stopy karamelizovaného mléka, protože se suší pomaleji.

- *Odstředěné mléko*

### **5.2.6.3 Míchání jednotlivých složek**

Při míchání je homogenizována suspenze jednotlivých složek čokoládové hmoty (Obr. 129) tj. cukru, kakaového másla, kakaa, mléčných součástí případně tukových náhražek. Získaná hmota má těstovitou konzistenci. Míchání probíhá v kovových nádobách s dvojitými stěnami vyhřívanými, případně chlazenými vodou, můžeme využít i melanzér. Získaná hmota má těstovitou konzistenci. Před vlastním zjemňováním se ještě může tzv. předběžně zjemňovat (rafinovat) na dvouválci (Obr. 130).



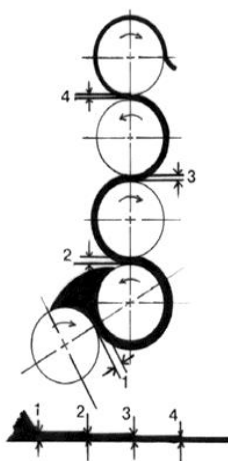
Obr. 129: Složení čokoládové hmoty



Obr. 130: Dvouválec

#### 5.2.6.4 Válcování

Hmota získaná mícháním vykazuje poměrně nízký stupeň disperzity. V hmotě je možno vidět částice kakové hmoty a cukru. Je nezbytné provést zjemnění této hmoty a to probíhá válcováním. Zjemňování čokoládových hmot na velikost částic 20-25 $\mu$ m probíhá na „pětiválci“ (Obr. 131). Při  $t = 32 - 35$  °C. Během válcování se mění konzistence hmoty. Těstovitá konzistence se mění na sypkou v důsledku zvětšení povrchu po zjemnění částic. Kakaové máslo, které slouží ve hmotě jako pojivo, již nestačí k pokrytí všech částic a proto se pastovitá konzistence rozpadá a mění se na práškovou (Obr. 132).



Obr. 131: Válcovací stolice ("pětiválec")



Obr. 132: Čokoládová hmota po válcování

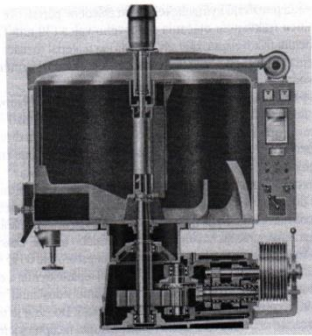
#### 5.2.6.5 Konšování

Konšování je proces, při kterém se čokoládová hmota intenzivně míchá, roztírá a provzdušňuje, aby se vytvořilo optimální čokoládové aroma a odstranily se z čokoládové hmoty nežádoucí těkavé látky vzniklé předchozími chemickými pochody včetně fermentace. Kromě vývinu aroma dochází ještě k dalším změnám.

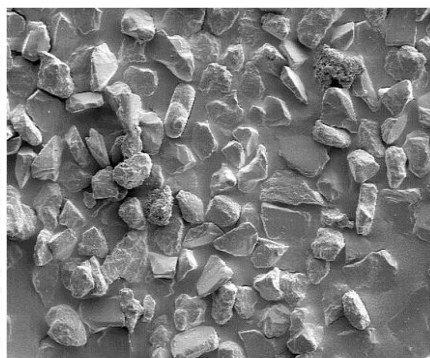
- snižuje se obsah vody a tím i obsah těkavých látek (kyselina octová - je přítomna z fermentace)

- obrušují se ostré hrany pevných částic
- tuk se dokonale rozptýluje na povrch pevných částic
- roztíráním se rozruší agregáty cukru a kakaové hmoty

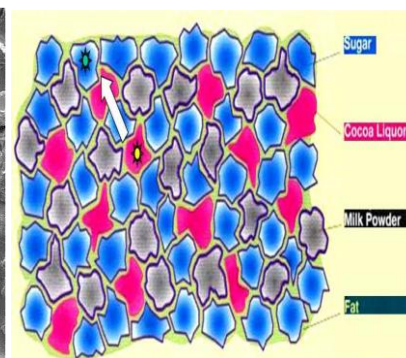
Poslední výzkumy prokazují, že během konšingu se chuť vyvíjí jen málo, pokud se nepoužije vysoká teplota ( $>75$  °C) nebo pokud se nepřidá voda. Důležitější je, že molekuly aromatu spojené s výluhem se přenesou na částice cukru, kde mají rozdílně vnímatelnou chuť. Tento proces vyžaduje určité množství času, proto je konšing občas zdlouhavý. Proces zjemňování probíhá v konších (konše) (Obr. 133). Vzhled čokoládové hmoty po konšování po patřičném zvětšení a v grafickém znázornění ukazuje Obr. 134.



Obr. 133: Konše  
*Proces konšování*



Obr. 134 Čokoládová hmota po konchingu



**suché konšování** – tření, promíchávání, postupné zahřívání (odstranění nežádoucích aromat. látek, rozptýlení tuku po povrchu netukových látek) – 6-10 hod

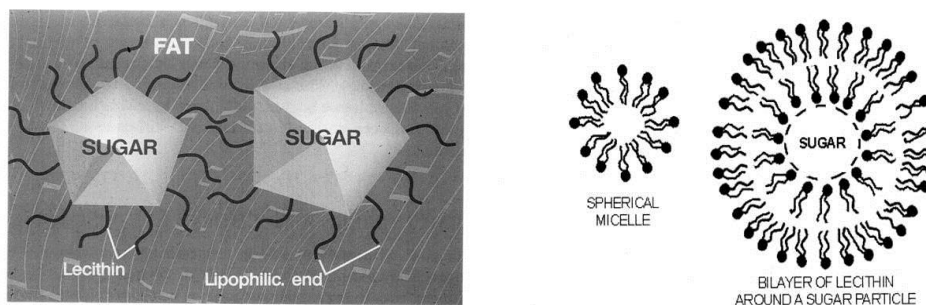
**tekuté konšování** – přidání kakaového másla – stekucení, emulgace a homogenizace (6-40 hod)

**homogenizace** – 2-3 hod před koncem konšování přídavek lecitinu (do 0,5 %) – nahradí 8 -10 dílů kakaového másla

**Moderní způsoby konšování:** zintenzivnění pochodů. Intenzivní namáhání hmoty vede k rozpadu cukerných shluků. Roztírání v tenké vrstvě, uplatnění kontikonche, varných extrudérů apod.

### *Význam lecitinu*

Lecitin snižuje spotřebu tuku. Působí zejména na plasticitou viskozitu. Kvůli svým chemickým vlastnostem zpomalí odstraňování vody z konše. Standardně přidáváme 0,3 %. Přidání malého množství (<0,1 %) lecitinu do předběžného míchacího stroje pomůže konšování a zamezí stroji konše pracujícímu na maximální výkon, aby se zastavil. Navíc zamezí odstranění vody a sníží zatížení čepelí míchacího stroje. (výsledná čokoláda může být tixotropická, tj. při delším odstavení začne rosolovatět). Nadměrné množství lecitinu (>0,6 % v závislosti na rozložení velikostí částic) zvýší mez tečení. Molekuly lecitinu mají jeden konec přitahován k molekulám tuku (lipofilní), a druhý konec je přitahován k vodným molekulám (lipofobický). Krystaly cukru lze pokrýt tak, že jsou přijímány tukovou fází v čokoládě. A naopak, když je lecitinu příliš mnoho, lipofobické konce molekul se mohou navzájem přitahovat (Obr. 135 - 136).



Obr. 135 a Obr. 136: *Funkce lecitinu v čokoládové hmotě*

Při konšování se mohou vyskytnout problémy, které jsou spojeny s vadami vyskytujícími se v konšované čokoládové hmotě. Popis vad je uveden níže.

**Krupičnatost** - je obvykle zaviněna příliš rychlým lokálním uvolňováním vlhkosti, která nemůže uniknout do atmosféry. Toto lze minimalizovat pomalejším zahříváním, lepším odvětráváním konše nebo přidáním malého množství (<0,1 %) lecitinu na začátku cyklu.

**Nabalování** - se může vyskytnout z důvodu příliš nízkého počátečního obsahu tuku. Tvoří se tvrdé kuličky 1 - 2 mm v průměru, které přetrvávají i po přidání emulgátorů.

**Nestálá viskozita** – může se vyskytnout houstnutí při skladování. U bílých čokolád může docházet ke tvorbě tixotropní hmoty.

**Cizí pachuti** - obecně přicházejí z výluhu. Jinými častými zdroji jsou nedeodorizované (nebo špatně deodorizované) kakaové máslo, sušené mléko nebo syrovátka. V tomto případě by se každá z ingrediencí měla ochutnat a nalézt tak příčinu. Pokud místnost konšingu není dobře ventilována, může nastat přechod prchavých látek z jedné konše do druhé.

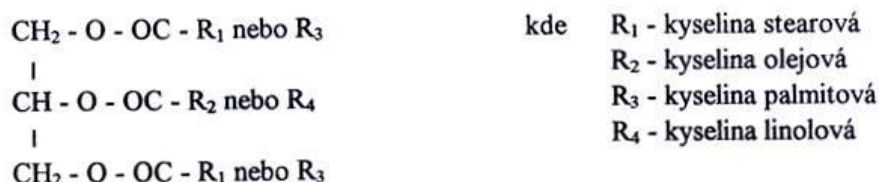
**Nedostatečná chuť** - opět je nejčastější příčinou kakaové máslo. Další jsou teplota, příliš krátký cyklus neumožňující vznik chuti nebo příliš dlouhé odstraňování chuti. Jemné sušené mléko také může způsobit nedostatek karamelizovaných stop.

#### 5.2.6.6 Temperace čokoládové hmoty

Temperace vycházející z chlazení a ohřátí čokolády zajistí správnou krystalickou modifikaci tuku pro výrobek. Existuje mnoho způsobů temperace čokolády, ale vždy je jejich cílem získat správnou formu krystalů tuku v čokoládě. Všechny tuky mohou vytvářet krystaly. Hlavním tukem v čokoládě je kakaové máslo (Obr. 137). Kakaové máslo může vytvářet 6 typů krystalů, ale pouze jeden je stabilní. Je to forma beta (VI). Každý typ má jiný rozsah teploty tání. Nestabilní krystaly se rozpouštějí při nižších teplotách než forma beta. Řízením ohřevu a ochlazováním čokolády můžeme podporovat růst stabilních krystalů. To je známo jako temperance. Beta modifikace je stálá a bod tání této modifikace je 36,3 °C

a je charakteristický pro dobře vytemperovanou čokoládovou hmotu. Krystalizace kakaového másla ve stabilní formě podporuje lepší strukturu, lesk, má vliv na viskozitu.

Proces temperace spočívá v tom, že čokoládovou hmotu nejdříve zahřejeme při intenzivním míchání na teplotu 45 – 50 °C, pak následuje ochlazení ( $t = 26\text{ °C}$ ), opětovné zahřátí ( $t = 31\text{ – }32\text{ °C}$ ) Zůstává stabilní  $\beta$ -modifikace, která působí jako mikroočko pro další krystalizaci této formy krystalů.



Obr. 137: Složení kakaového másla (95% všech kyselin v kakaovém máse tvoří R1 – R4)

### ***Vlastnosti čokoládové hmoty po temperaci***

Dobře vytemperovaná hmota má 3 až 5 % tuku v krystalickém stavu. Vyznačuje se dobrou dilatací a kontrakcí.

***Dilatace*** – schopnost kakaového másla zvětšovat svůj objem při nahřátí (přechod z tuhé do tekuté fáze).

***Kontrakce*** – zmenšení objemu po ochlazení, největší je u modifikace  $\beta$ . Toho se využívá při odlévání čokolády do forem. Po ztuhnutí se smrští a jde z nich snadno vyklepnout.

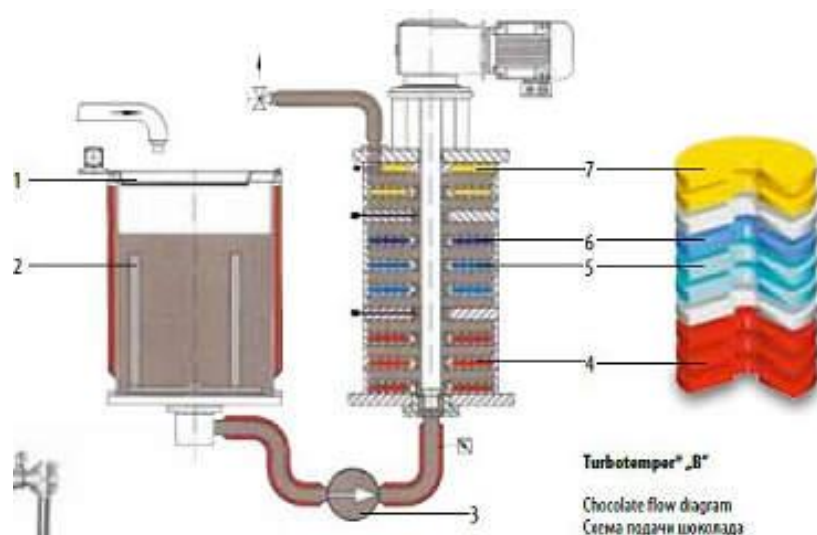
### **Typy temperace**

Cílem je dosáhnout dostatečného množství krystalů stabilní beta modifikace. Pro určité typy výrobků a případně další účely výroby se ale proces temperace upravuje. Provádí se tzv. podtemperování a přetemperování, což by při standardním postupu výroby čokolády bylo považováno za vadu.

- **Podtemperování**
  - Dosáhne se zvýšením konečné teploty
  - Podporuje tekutost čokolády, ideální pro zátěr náplně a máčení
  - Vyžaduje delší dobu tuhnutí
  
- **Přetemperování**
  - Dosáhne se ho snížením konečné teploty
  - Používá se při výrobě dutinek, kde se vyžaduje dostatečné ztuhnutí a kontrakce

- při vyklepávání z forem
- Vyžaduje nižší ochlazení
- Dává dobrý lesk
- Čokoláda je tužší

Temperace probíhá na speciálních zařízeních (Obr. 138).



Obr. 138: Turbotemper

#### 5.2.6.7 Formování čokoládových výrobků

Při formování **tabulkové čokolády** se vytemperovaná čokoládová hmota nalévá do forem ve tvaru tabulky, ty procházejí přes vibrační úsek (kde se uvolňují bublinky vzduchu) do chladicího tunelu. Po ztuhnutí se čokoládová tabulka vyklepne silnějším úderem z převrácené formy na pohyblivý pás a následuje balení.

Při výrobě **formovaných cukrovinek** se vytemperovaná čokoládová poleva plní do forem, po projití vibrační drahou se forma převrátí, takže většina polevy vyteče a na stěnách ulpí jen tenká vrstva, která v chladícím tunelu ztuhne. Získané dutinky zaplní příslušnou náplní a zalévají (víčkují) čokoládovou polevou. Přebytek hmoty je stírán stěrači. Po ztuhnutí a dokonalém vychlazení v tunelu se výrobky vyklopí z forem a dopravují k balícím strojům.

**Duté čokoládové figurky** lze formovat různým způsobem. Poměrně pracný způsob spočívá v tom, že vyformují 2 poloviny (viz. předchozí způsob). Po ztuhnutí a vyklepnutí se okraje nahřejí, přiloží k sobě a slepí. Jiným způsobem se uzavíratelné dvoudílné formy naplní zčásti čokoládou, uzavřou a vloží do košů upevněných na rotujícím hřídeli. Tím se docílí

rovnoměrné rozptýlení hmoty po vnitřních stěnách formy. po ztuhnutí a ochlazení s figurka vyjme z formy.

**Máčené cukrovinky** v čokoládové polevě tvoří pestrou skupinu výrobků. Jedná se o nejrozmanitější druhy. Převažující složku tvoří vložka, která je krytá tenkou vrstvou čokoládové polevy.

#### 5.2.6.8 Chlazení čokoládových výrobků

Tři etapy chlazení (3 oddělení)

**První část:** pozvolné chlazení (16°C)

**Prostřední část:** nejnižší teplota (3 - 10°C) chlazení musí být rychlé, aby nedošlo k tvorbě malého množství krystalizačních jader a velkých krystalů – zrnitá čokoláda

**Poslední část:** teplota vyšší nad rosným bodem (13°C)

#### 5.2.6.9 Vady čokolády

Největším problémem stávající výroby čokolády je **tukový výkvět**. Může vznikat na netemperované nebo špatně temperované čokoládě (Obr. 139). Stává se ale také, že se vytvoří i na dokonale temperované čokoládě. Proto, aby k těmto problémům nedocházelo, musíme zajistit dokonalou emulgaci kakaového másla v čokoládové hmotě, zajistit dokonalé konšování a správně provést temperance, případně podpořit tvorbu krystalů stabilní  $\beta$ -modifikace pomocí tzv. retemperace čokoládových výrobků.

Problémy s výskytem tukového výkvětu můžeme pozorovat často při náhradách kakaového másla jinými rostlinnými tuky.

**Cukerný výkvět** bývá méně častý a dochází k němu při poklesu teploty nad čokoládovým výrobkem pod rosný bod. Vodní páry kondenzují na povrchu čokolády, začne se rozpouštět sacharosa, která difunduje z čokoládové hmoty na povrch. Dojde-li k opětovnému odpaření vody, sacharosa vykristalizuje a tvoří bělavý povlak.



Obr. 139: Tukový výkvět (*napravo standard*)



### ***Další vady***

- Změna vůně či chutě by mohla signalizovat porušení zdravotní nezávadnosti. Čokoláda může například plesnivět, byla-li uložena např. ve vlhkém prostředí.
- Další vadou čokolády je žluknutí. Kakaové máslo je sice stabilním tukem, ale žluknutí mohou způsobit některé další použité suroviny.
- V čokoládě se mohou vyskytnout i škůdci, např. housenka zavíječe (mola) skladištního, někdy i paprikového. Škůdci se do čokolády mohou dostat ve výrobě nebo v prodejně, ale také při delším skladování v domácnosti.

### **Druhy čokolády**

Existuje mnoho druhů čokolády, které mohou mít různé formy a chutě a ty jsou vyráběny obměňováním množství přísad.

- Hořká čokoláda se skládá z kakaové hmoty, kakaového másla, cukru. Obsah kaka se pohybuje mezi 35 – 99 %. Kvalitní hořká čokoláda by měla obsahovat nejméně 50 % kakaových součástí.
- Mléčná čokoláda je složena z kakaové hmoty, kakaového másla, cukru, sušeného nebo kondenzovaného mléka. Obsah kakaových součástí je mezi 18-55 %. Kvalitní mléčná čokoláda by měla obsahovat nejméně 30 % kakaových součástí. Mléčné čokolády patří k nejoblíbenějším cukrovinkám po celém světě. Rakouský cukrář Georg Hochleitner vyvinul v roce 2002 první čokoládu s ovčím mlékem. Dnes se vyrábí i čokoláda s kozím, kobyším nebo velbloudím mlékem.
- Bílá čokoláda obsahuje kakaové máslo, cukr, sušené nebo kondenzované mléko. Oproti hořké čokoládě bílá neobsahuje kakaovou hmotu. Kvalitní bílá čokoláda by měla obsahovat nejméně 25 % kakaového másla, 25 % mléčných součástí.
- Ochucená čokoláda existuje v mnoha příchutích jako např. hořká, mléčná nebo bílá čokoláda s kávovým, mentolovým, pomerančovým, banánovým, karamelovým, jahodovým či rumovým aroma.
- Porézní čokoláda je hořká, mléčná nebo bílá čokoláda s bublinkami vzduchu. První bublinkové čokolády se objevily v polovině 30. let 20. století, kdy anglická firma Rowntree vyrobila první čokoládu Aero.
- Čokoláda bez cukru místo cukru obsahuje náhradní sladidla jako aspartam, sorbitol, maltitol nebo fruktózu. Jsou určené především lidem, kteří nesmí konzumovat cukr.

- Čokoláda s ingrediencemi obsahuje např. oříšky, rozinky, křupinky, želé, sušené ovoce apod. U nás je oblíbená čokoláda s arašidy, rozinkami a želé (typ Studentská pečeť).
- Plněná čokoláda je plněná různými náplněmi. K nejoblíbenějším patří čokolády s oříškovými či nugátovými náplněmi. Běžné jsou čokolády s ovocnou náplní, buď tekutou nebo na bázi fondánu či tuhou. Průkopníkem plněných tabulek s různými druhy náplní je rakouská firma Zotter. U plněné čokolády musí být vnější vrstva složena z hořké čokolády, mléčné čokolády nebo bílé čokolády, která musí tvořit nejméně 25 % celkové hmotnosti výrobku.
- Bio čokoláda je čokoláda vyrobená ze surovin organického zemědělství
- Fairtrade čokoláda je čokoláda z kakaových bobů od drobných pěstitelů, za které byla zaplácena výrazně vyšší cena tržní, což pomáhá zemědělcům z rozvojových zemí.
- Couverture: termín používaný pro čokolády obsahující mnoho kakaového másla nejvyšší kvality. Populární druh čokolády Couverture používaný profesionálními cukráři a často prodáván v gurmánských a speciálních potravinových obchodech obsahuje ingredience:
  - Valrhona, Lindt, Coco Barry a Esprit des Alpes. Tyto čokolády obsahují vysoké procento čokoládového moku (někdy víc než 70 %) právě jako kakaové máslo, aspoň 32 – 39 %, jsou velmi tekuté po rozpuštění a mají výbornou chuť.

### 5.2.7 Výroba kakaového prášku a kaka

Základem výroby kakaového prášku a kakaového másla je výroba kakaové hmoty. Důležitým krokem je preparace (alkalizace) kakaové drti či hmoty. Preparací se zlepší aroma kakaového prášku a umožní výrobu kakaového prášku v širokém stupni barevných odstínů. Při postupu alkalizace, který je označován jako "holandský" se užívá roztoku uhličitanu draselného, sodného nebo vápenatého. Přitom se uvolňuje oxid uhličitý, roztok proniká buněčnou tkání, reaguje s barevnými pigmenty a taninem, čímž se docílí tmavá barva, uvolní se struktura hmoty, což u kakové drti usnadní následné mletí a sušení. Velmi kvalitní kakaový prášek se získá působením infračerveného záření na kakaové boby. Slupky se snadno odlupují od jader a snižuje se mikrobiální zamoření produktu. odslupkované boby jsou pak drceny a kakaová drť je přímo alkalizovaná v pražícím bubnu. Tam se pak opatrně suší ( $t \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ) i praží při teplotě 120 – 135  $^\circ\text{C}$ .

Kakaová hmota se nejdříve nahřeje na 70 – 80 °C, pak se dopravuje do lisu. Získáme kakaové máslo a pokrutiny. Pokrutiny se rozemílají a vzniká kakaový prášek.

#### **5.2.7.1 Instantní kakaový prášek**

Vyrábí se nabalováním částechek kakaového prášku na vlhké částičky cukru. Do směsi se přidává 2 % lecitinu, čímž se docílí lepší rozpustnosti produktu. Vzniklé agregáty částic cukru a kakaa se suší a třídí. Instantní kakaový prášek obsahuje 80 % cukru a 20 % kakaového prášku. Kakaový prášek má obsahovat nejméně 20 % kakaového tuku v sušině, nejvýše 7 % vlhkosti a nejvýše 13 % popela.

#### **5.2.7.2 Čokoládová poleva**

Složení: kakaový prášek 20 %, náhrada kakaového másla 41%, cukr 30 %, sušené odtučněné mléko 8,7 %, emulgátor 0,3 %. Uvedené směsi není třeba temperovat. Teplota máčení 36-39°C. Tuky pro polevy: Equivalents, extenders, substitutes (tvrdá másla, ztužené tuky, frakcionované a ztužené bez kys laurové).

### **5.3 Technologie výroby nečokoládových cukrovinek**

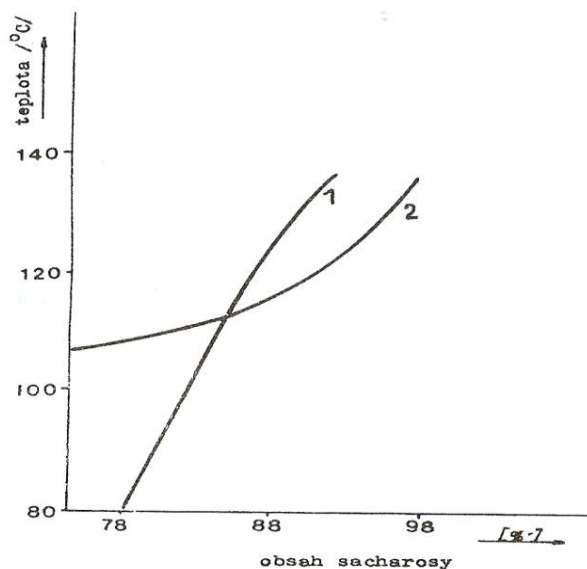
#### **5.3.1 Cukrovinky s nevykrystalizovanými cukry**

Cukrovinky s nevykrystalizovanými cukry vznikají za pomoci škrobového sirupu, který zabraňuje krystalizaci a vytváří amorfní stav hmoty

Vlastnosti cukerných roztoků: Je-li roztok, který obsahuje pouze sacharosu, zahušťován, stoupá jeho bod varu v závislosti na sušině podle křivky 2 (Obr. 140), kde je také znázorněna závislost rozpustnosti sacharosy na teplotě (křivka 1). Při teplotě 115°C se křivky bodů varu a rozpustnosti prolínají a křivka bodu varu přechází v tomto bodě z oblasti nenasyčených roztoků do oblasti přesycené. To znamená, že dalším koncentrováním roztoku může dojít ke krystalizaci sacharosy. Krystalizační rychlost sacharózy je silně závislá na přesycení roztoku. Oblast přesycení může být rozdělena na oblast:

- metastabilní do přesycení 1,2, kdy se krystaly netvoří, ale narůstají již existující krystaly
- intermediální oblast s přesycením 1,2-1,3, kdy se mohou tvořit nová krystalická centra
- labilní oblast s přesycením 1,3, v této oblasti se mohou tvořit spontánně krystalická centra

Tím se vysvětluje, proč sacharóza při odpařování roztoků začíná krystalizovat většinou mezi 115 – 121 °C. ***Škrobový sirup krystalizaci zabraňuje a zároveň napomáhá přesycení, takže může krystalizaci zcela zabránit.***



Obr. 140: Vlastnosti cukerného roztoku

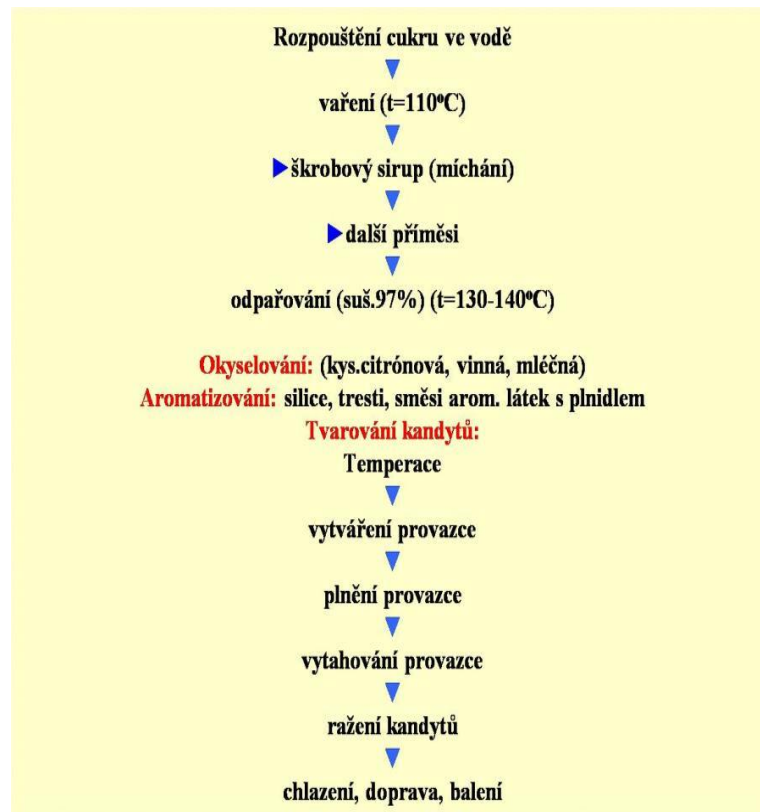
### 5.3.1.1 Kandyty

- cukrovinky tvrdé konzistence, sklovitého vzhledu a rozmanitých tvarů, různě zbarvené a ochucené, bez náplně i s náplní.
- Kandytová hmota – amorfni cukerná hmota s velmi nízkým obsahem vody (1 – 3 %), která se připraví z cukerného roztoku o obsahu vody 20 % odpařením bez krystalizace za přídavku škrobového sirupu.
- Důležitý pro vlastnosti daného výrobku je tzv, varný poměr.

**Varný poměr:** hmotnost sacharosy/škrobový sirup (100:50 - 100:90)

Při sváření kandytové hmoty (Obr. 141) je třeba odpařením snížit obsah vody nejméně na 3 %. Potom je třeba kandytovou hmotu rychle ochladit, aby se zabránilo inverzi, což je nežádoucí reakce, při které se tvoří invert, který následně výrazně zhoršuje odolnost kandytů vůči vlhnutí. Fruktóza je značně hygroskopická a výrobky pak vlhnou. Inverzi podporuje použití kyselin, které se do kandytové hmoty přidávají jako ochucovadla. Již 5 % invertního cukru obsaženého v kandytech může výrazně zvýšit lepivost výrobku tím, že na sebe váže velké množství vody způsobující vlhnutí.

Rychlost inverze stoupá s teplotou, a proto musíme kyselinu do hmoty přidávat při teplotě pod 120°C a hmotu následně co nejrychleji zchladit, tím se inverze zpomalí a množství invertu nedosáhne 5 %. Nižší teplota zároveň vyhovuje i aromatickým látkám, které jsou citlivé vůči teplotě.



Obr. 141: Vaření kandytové hmoty

### ***Vady kandytové hmoty***

Kandytová hmota je při teplotách zpracování silně přesycený roztok sacharosy a při míchání a hnětení s přísadami dochází k vysokému střižnému napětí, jež snadno vyvolává krystalizaci. Kandytová hmota, která podlehla krystalizaci, se mléčně zakalí. Tento jev se nazývá jako "totální omírání", jež je třeba odlišit od tzv. "povrchového omírání", ke kterému dochází při vlhnutí povrchu kandytových výrobků při skladování.

### ***Tvarování kandytů***

Ochucená kandytová hmota odcházející z mísiče musí být temperována tj. opatrně ochlazována. To se děje na chladicí dráze, kterou tvoří ocelový pohyblivý dopravní pás, který má vespod temperované oblasti, kde je ostříkován vodou. Kandytová hmota opouští temperovaný pás ve formě hranolku, který je dále zpracováván v následujících operacích:

- vytváření provazce (Obr. 142 - 144)
- plnění provazce různými náplněmi
- vytahování provazce
- ražení kandytů
- chlazení hotových výrobků a doprava k balení



Obr. 142, Obr. 143 a Obr. 144: Vytahování provazce

**Jednoduchým ražením** zpracovávaná kandytová hmota s nejnižším obsahem vody (kolem 1 %) vytváří dropsy, které můžeme dělit na :

- drops kyselý
- drops sladký
- drops speciální

ražením je možné vyrobit také **plněné kandyty**, u nichž kandytová hmota tvoří obal, který uzavírá náplň různého druhu.

- ovocná, likérová
- tuková
- sirupovitá

Plněné kandyty se dělí na:

- furé skelné
- furé atlasové

### **Lité kandyty**

Výroba je pracovně méně náročná. Kandytová hmota je odlévána při teplotě 135 °C do kovových forem a potažených teflonem (Obr. 145). Formy po nalití hmoty postupují do chladicího tunelu, kde se 20 min. chladí a vystupují s teplotou 35 °C. Obsah vody u litých kandytů je vyšší (kolem 3 %) a proto balení musí okamžitě následovat.



Obr. 145: Kovové a teflonové formy na lité kandyty

### 5.3.1.2 Karamely

Karamely jsou ve srovnání s kandyty měkčí konzistence (Obr. 146). Vyznačují se určitou plasticitou, která jim uděluje žvýkavý charakter. Vedle cukru a škrobového sirupu se při jejich výrobě používá kondenzované mléko, máslo nebo ztužený tuk a další suroviny. Proto nemají sklovitý charakter jako kandyty, ale jsou matného vzhledu. Svařují se s menší intenzitou, takže obsahují více vody (4 – 7 %) Vzhledem k tomu, že je jich velké množství, vaří se v širokém rozmezí teplot. Tvrdé máslové anglické karamely (butter scotch) se vaří až při 150 °C., zatímco naše karamely se svařují při teplotě cca 137°C. Varný poměr je vysoký z důvodu udržení nekystalického stavu (100:60-100:100)

Důležitou složku karamelu tvoří tuk (4 – 20 %), který dodává výrobku vláčnost a současně také pevnost. Zpravidla používáme ztužený tuk o bodu tání 30 – 34 °C. Tuk je v karamelové hmotě emulgován. Další přísady tvoří vanilin, káva, kakao, sladový výtažek, ovocné trestí, kyseliny apod.



Obr. 146: Karamel



Obr. 147 a Obr. 148: Toffee

K rozšířeným druhům karamelu patří toffee (Obr. 147 - 148). Zajímavým druhem jsou karamely **fudge**. Pod tímto označením se skrývají různé druhy karamelu (Obr. 149 - 150). Může jít o kombinaci karamel a fondánu - mikrokrystalická struktura. Porézní strukturu mají šlehané karamely, které bývají měkké, většinou s ovocnou příchutí.



Obr. 149 a Obr. 150: Fudge

### 5.3.1.3 Želé

Jedná se o cukrovinky konzistence tuhého rosolu (Obr. 151). Vyrobené jsou ze želírujících látek sacharosy, škrobového sirupu, kyselin, aromatických látek a barviv. Rosolotvorné látky tvoří za určitých podmínek pevné a chuťově jemné gely. Tyto cukrovinky se vyrábějí většinou na mogulech, které tekutou hmotu nalijí do tvarů vytvořených ve škrobovém pudru. Po zchlazení se vytvoří gel, tvary se ze škrobového pudru vyjmou a buď olejují nebo cukrují. Želé obsahuje ze všech cukrovinek nejvíce vody (cca 20 %). Tyto cukrovinky mají charakteristické vlastnosti:

- jedinečnou texturu, závislou na druhu použité želírující látky a receptuře
- výbornou stabilitu vůči teplu
- dlouhou dobu trvanlivosti
- příjemnou ovocnou chuť
- ve srovnání s ostatními cukrovinkami zdravotně příznivější skladbu živin (bez tuků) s obsahem žádoucích látek (želatina, pektin), podílem ovocných šťáv a koncentrátů apod.
- nižší energetický obsah
- variabilitu tvarů a velikostí

Podle druhu použitých želírujících látek se tato skupina dělí na želé vyrobené z :

- pektinu
- želatiny
- modifikovaných škrobů
- agar-agaru
- arabské gumy
- kombinací výše uvedených želírujících látek



Obr. 151: Sortiment želé cukrovinek



## ***Pektinové želé***

Hlavní složkou pektinového želé je **pektin** (Obr. 152). Pektin se získává převážně z usušených citrusových nebo jablečných výlisků. Tyto výlisky se extrahují obvykle okyselenou vodou při vyšší teplotě a extrakční podmínky určují i typ získaného pektinu. Extrakt (výluh) se přečistí odstředěním a filtrací a dále zahustí za sníženého tlaku. Zahuštěný výluh se vysráží směsí alkoholů, sraženina se oddělí, zbaví alkoholů a usuší. Po umletí se standardizuje sacharózou. Stavební jednotkou pektinů je kyselina galakturonová, která je navzájem vázána a tvoří kyselinu polygalakturonovou. Některé karboxylové ( $\text{COOH}^-$ ) skupiny jsou esterifikovány metylskupinou ( $\text{COOCH}_3$ ). Stupeň esterifikace je velmi důležitý, protože rozhoduje o vlastnostech pektinu. Stupeň esterifikace 50 % znamená, že polovina všech karboxylových skupin je esterifikována. Stupeň esterifikace 50 % tvoří hranici mezi nízkoesterifikovanými enzymy (LM), které mají hodnotu 50 % a vysokoesterifikovanými pektiny (HM), které mají hodnotu nad 50 %. Při nízkém anebo vysokém pH a zejména za vyšší teploty se pektin štěpí na kratší řetězce, které mají zhoršené želírující vlastnosti. Hlavní rozdíl mezi LM a HM spočívají v tom, že HM pektin tvoří gel působením kyselin a gel je nevratný. Naopak LM pektiny tvoří gel přidávkem vápenatých iontů a gel je vratný. Esterifikované skupiny jsou méně hydrofilní než karboxylové a z toho důvodu stupeň esterifikace u HM pektinů ovlivňuje rychlost tvorby gelu, tzn. čím vyšší esterifikace, tím rychlejší tvorba gelu.

## **Tvorba gelu**

Výroba gelu z pektinu je složitý proces, který je limitován mnoha faktory. Rozhodující je množství použité vody, obsah cukrů a jejich koncentrace, přítomnost kyselin a teplota. Při výrobě musíme nejdříve pektin rozpustit ve vodě. Teprve po hydrataci je schopen tvořit s ostatními látkami gel.

Pektiny typu HM, které se používají pro výrobu běžného želé, tvoří gel pouze tehdy, když koncentrace cukrů převyšuje ve hmotě 55 %. Nejpevnější gel pak tvoří sacharóza, následuje glukóza a pak fruktóza. Pevnost gelu navíc roste se zvyšující se koncentrací cukrů.

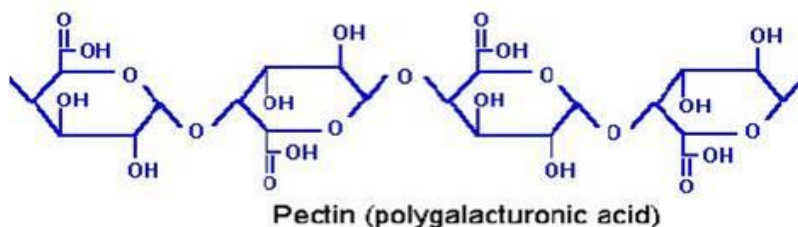
Důležitý je rovněž obsah kyseliny ve hmotě. Kyselina není důležitá z hlediska chuti, ale ovlivňuje správnou funkci gelu. Kyselina se dávkuje zpravidla nadvakrát. *První dávka* se používá při rozváření pektinu, musí vytvořit společně s pufrující solí pH 4,1, při kterém má pektin nejvyšší stabilitu vůči degradaci. Druhá dávka kyseliny zpravidla před nalitím vytváří optimální pH pro tvorbu gelu (pH 3,5).

Při vyšších teplotách nemůže vzniknout gel. Tvorba gelu začíná při dosažení tzv. teploty tuhnutí, která je u HM pektinů cca 75 °C . Tato teplota závisí je odvislá od typu pektinu a jeho koncentrace, roli zde hraje také pH. Pro dobrou kvalitu želé je potřeba dodržovat zásadu, že teplota by nikdy neměla klesnout pod 90 °C .

### Princip tvorby gelu

Rozpuštěný pektin je obklopen molekulami vody, a aby mohlo dojít ke spojení pektinových molekul, je nezbytné vodu pektinu odejmout. To zajistíme pomocí cukrů, které navážou vodu na sebe. Pektin je jako slabá kyselina disociován, pektinové molekuly mají záporný náboj a proto se mezi sebou navzájem odpuzují. Záporný náboj můžeme eliminovat přidáním látek, které obsahují kladné ionty, tj. přidáním silnějších kyselin než pektin. Tím docílíme toho, že polovina molekul kyseliny polygalakturonové má náboj kladný a polovina záporný. Mírou množství přidávku kyseliny je hodnoty pH 3,5, při které je disociace na úrovni cca 50 %. Každá odchylka od této hodnoty zejména směrem k vyššímu pH prodlužuje tvorbu gelu a nevyužívá plnou dávku pektinu. Následným ochlazením pak dochází ke tvorbě síťovité struktury pektinu a tvoří se gel.

**Schéma výroby pektinového želé:** schéma – pektin + sacharosa → rozpouštění ve vodě (c 20 %) → var →+ škrobový sirup + část kyseliny → po povaření zbytek sacharosa → svařování (S 75-79 %) → chlazení + kyselina → lití do forem



Obr. 152 Pektin

**Postup:** Jedná se o nejkvalitnější želé. Je nutno dodržet bezpodmínečně všechny podmínky výroby. Pektin, nejlépe práškový se míchá se sacharózou, rozpustí se ve vodě (koncentrace sacharózy cca 20 %) a za varu se přidá škrobový sirup a část kyseliny. Po povaření se přidá zbytek sacharózy a roztok se svaří až na 75-79 % sušiny. Po ochlazení se přidá zbývající část kyseliny a hmota se ihned nalévá do forem, protože velmi rychle tuhne.

Obchodní druhy pektinového želé můžeme rozdělit na:

- aromatizované ovocnými příchutěmi a kyselené
- pěnové
- speciální jako Turkish Delight a Neger Küsse (z LM pektinu)

## **Želatinové želé**

Hlavní recepturní složkou je želatina. Vyrábí se z kolagenových látek, tj. látek, které se nacházejí v kůži, šlachách, pojivě a kostech živočichů, zejména vepřů (Obr. 153). Tyto suroviny se zbaví tuku, vyluhují vodou s přidávkem činidel. Z prvních výluhů se získává kvalitnější želatina. Výluhy se čistí tlakovou filtrací a tyto se zahušťují v odparkách. Zahuštěný výluh je poměrně koncentrovaný, ochlazením vytvoří gel, který se suší a mele (Obr. 154).

Želatina je živočišná bílkovinasložená ze základních kamenů – aminokyselin. Ty jsou navzájem spojeny peptidickými vazbami. Podobně jako u pektinu dochází zejména při nízkém pH a za vyšší teploty k odstranění těchto vazeb a vzniku kratších bílkovinných řetězců, čímž je odstraněna želírující schopnost. Želatina s kratšími řetězci (hydrolyzovaná) má nižší želírující mohutnost ale má vyšší pěnotvornou schopnost.

Želatinu můžeme rozdělit podle způsobu výroby (kyselý nebo alkalický způsob), podle želírující mohutnosti (nízká, vysoká) a viskozity (nízká, vysoká).

### **Tvorba gelu**

K tvorbě gelu je nutná voda a teplota. Obsah vody je nezbytný k rozpuštění želatiny. Gel pak vzniká po ochlazení na teplotu pod 40 °C. Na rozdíl od pektinů je želatina schopna sama vytvořit gel. Gel je vratný, po zahřátí dochází k jeho ztekucení a po zchlazení znovu tuhne.

**Schéma výroby želatinového želé:** schéma - cukerný roztok → svaření sacharosa + škrobový sirup (2:1 - 1:1) při  $t = 113 - 121$  °C, roztok želatiny ( $t = 60$  °C) → pomalé přilévání cukerného roztoku do želatiny → kyselina citronová (pH 3,8 - 4).



Obr. 153: Surovina k výrobě želatiny Obr. 154: Želatina

Obr. 155: Hotová cukrovinka

**Postup:** Cukerný roztok se připravuje svařením sacharózy a škrobového sirupu v poměru 2:1 až 1:1 při výše uvedené teplotě. Roztok želatiny (surovina pro výrobu - Obr. 152, výrobek obr. 153) rozpouštíme v teplé vodě 60 °C. Oba roztoky se smíchají tak, že na 100 °C ochlazený cukerný roztok se pomalu přilévá do roztoku želatiny, aby nedošlo

k prudkému zvýšení teploty. Želírující schopnost želatiny je velmi závislá na reakci prostředí. Neoptimálnější oblast pro tvorbu želatinového gelu je pH 3,8-4,0. poněvadž u želatiny je pH 4,5-5,5, je nutné provést okyselení např. kyselinou citrónovou. Hotový výrobek viz. Obr. 156. Obchodní druhy želatinového želé můžeme rozdělit na:

- aromatizované ovocnými příchutěmi a kyselené
- aromatizované mintovými příchutěmi, anýzem, lékořicí a většinou nekyselené
- zdravotní s přidavkem chloridu amonného
- pěnové (marschmallow)

### **Agarové želé**

Vyrábí se z určitého druhu mořských řas, které se properou, odbarví a extrahují vodou. Výluh se přečistí filtrací, nalije do nízkých nádob, ve kterých se vytvoří gel. Z gelu se odstraní voda zmražením a agar se dosuší.

**Agarové želé** (Obr. 156): schéma - rozpuštění agaru (90°C) + sacharosa → svaření (105-107°C) + škrobový sirup → chlazení (60°C) + kyselina, barvivo aromata



Obr. 156 Agarové želé

Obr. 157: Řasy - zdroj agaru

**Postup:** V první řadě musíme převést práškový nebo vláknitý agar (získává se z řas - obr. 158) do roztoku, a to máčením v dostatečném (cca 30 násobku) množství čisté vody a jeho rozpuštěním při teplotě kolem 90°C. Do rozpuštěného agaru se přidá sacharosa, roztok se svaří na teplotu 105 – 107 °C, přidá se škrobový sirup a roztok se ochladí na teplotu asi 60 °C. Až při této teplotě přidáváme kyselinu, barviva a aromata. Ochucená hmota se pak formuje buď vylitím na stoly, kde se po ztuhnutí rozřeže na kostky nebo se nalévá do škrobových forem. Škrob ulpělý na želé se odstraňuje napařováním a navlhlé cukrovinky se obalují v cukru (*suché kandýrování*).

Obchodní druhy agarového želé jsou obdobné výrobky jako u pektinového želé.

### **Škrobové želé**

**Škrobové želé** (Obr. 158): schéma - modifikované řídce vařivé škroby, konc. sacharosy 10 -20 %



Obr. 158: Škrobové želé

**Postup:** Patří mezi orientální cukrovinky. Používá se zde řídce vařivých (modifikovaných) škrobů se sníženou viskozitou a zvýšenou tekutostí mazů, což umožňuje snáze rozmíchat ostatní suroviny. Takové želé se snadněji nalévá do forem. Želírující schopnost škrobu je nejvyšší při koncentraci sacharózy 10 – 20 %. K typickým zástupcům patří rahat-lakum.

#### **5.3.1.4 Gumovité cukrovinky**

Suroviny: sacharosa, škrobový sirup, arabská guma, želatina

**Výrobky z arabské gumy:** schéma - oddělené svařování sacharosy a škrobového sirupu ( $t = 121-136^{\circ}\text{C}$ ) míchání s roztokem gumy, ochucení chlazení na zprac. teplotu → lití do škrobových forem → sušení → odpudrování → obalení krystalovým cukrem → leštění olejem.

**Postup:** Při výrobě cukrovinek na základě arabské gumy se cukerný roztok (sacharóza, škrobový sirup) svařuje odděleně na teplotu  $121-136^{\circ}\text{C}$ . Stupeň sváření, stejně jako poměr, v jakém se cukerný roztok smíchá s roztokem gumy, je určen druhem cukrovinky (tvrdá, měkká). Do cukerného roztoku se vmíchá roztok arabské gumy, ponechá určitou dobu v klidu a po případném ochucení se hmota ochladí na zpracovatelnou teplotu.

Ochucená a obarvená gumovitá hmota se nalévá do škrobových forem (Obr. 159), ponechá 10 - 12 hodin při normální teplotě a pak se teplota postupně zvyšuje na 43 až 46 °C. Doba sušení cukrovinek je rozdílná. Želatinové gumovité cukrovinky se suší při normální teplotě. Po odpudrování se povrch cukrovinky upravuje (obalení cukrem, leštění olejem, lakování apod.)

#### **Žvýkáci gumy**

**Žvýkáci gumy** (Obr. 160): schéma – sacharosa + škrobový sirup + změkčovadla, emulgátory aroma, antiseptika apod.

**Postup:** Při jejich výrobě se vychází buď z přírodních surovin (chicle-gum, jelutong aj.) nebo jsou nahrazeny syntetickými látkami. Při výrobě se opět svařuje roztok sacharosu a škrobového sirupu, který se smíchá s roztavenou bází a ostatními složkami (změkčovadla, emulgátory) za přídavku aromatických látek (éterické oleje - pepermint, pomeranč, skořice atd.) přírodních i synteticky připravených.



Obr. 159: Škrobové formy



Obr. 160: Žvýkácké gumy

### 5.3.1.5 Šlehané cukrovinky

Suroviny: Cukerný roztok + pěnotvorné činidlo (látky bílkovinné povahy)

Základní schéma:

- *Jednostupňový proces:* společné šlehání všech použitých surovin (vyšší obsah vody (c = 25 - 35 %))

- *Dvoustupňový proces:* šlehání tuhé pěny + přimíchávání násady (nižší obsah vody)

**Postup:** Šlehání probíhá ve šlehačích periodických nebo kontinuálních. po uvolnění tlaku vzduch v pění expanduje a bubliny vzduchu zvětší objem hmoty. Při uvolnění přetlaku se objem pěny zvětší cca na dvojnásobek. Pěny, které se používají pro výrobu těchto cukrovinek rozdělujeme na lehké pěny a frapé (používá se větší množství sacharózy, výrobek má větší stabilitu a hustotu).

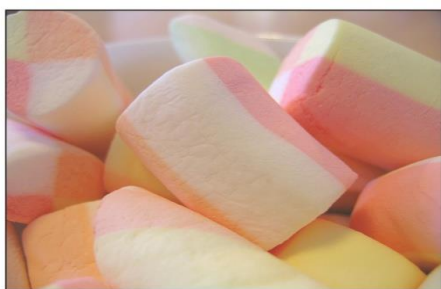
**Maršmalou** (Obr. 161): schéma - (voda 20 %) cukerný roztok (113 – 116 °C) + želatina → šlehání (t = 51°C) nalévání do škrobových forem (t = 38 °C)

**Postup:** Vyznačuje se vyšším obsahem vody (20 %) a vyrábí se ze slabě svařeného cukerného roztoku (113 - 116°C, ke kterému se přidává roztok želatiny a takto vzniklý roztok se šlehá do požadované hustoty. Šlehání se provádí při 51°C a po poklesu teploty (38 °C) se hmota nalévá do škrobových forem, které se ponechají v sušárně při 38°C asi 12 hodin. Během sušení na vlhkost cca 20 % se vytvoří na povrchu výrobku krusta, která zabraňuje lepení a deformacím. Může se máčet v čokoládě.

**Nugát šlehaný (francouzský) :** schéma – pěna – vaječný bílek (turecký med)

Vyznačuje se nízkým obsahem vody, pěnotvorným činidlem je zde vaječný bílek. U nás se ztotožňuje s tureckým medem. Pod pojmem nugát se u nás rozumí hmota vyrobená z pražených jader a cukru.

Francouzský nugát (Obr. 162) se vyrábí jako krátký nugát a měkký nugát. U krátkého nugátu se část sacharózy nechá vykrytalizovat v drobných krystalkách za použití menšího podílu škrobového sirupu. U měkkého nugátu se přidává želatina, přidává se více škrobového sirupu, aby se netvořily krystaly.



Obr. 161: Maršmalou



Obr. 162: "Francouzský" nugát

### 5.3.2 Cukrovinky s vykrytalizovanými cukry

#### 5.3.2.1 Fondánové cukrovinky

Složení: 9-14 % voda, 65-80 % sacharosa, 10-20 % škrobový sirup, invert

**Fondánová hmota:** schéma – tabulování (5-20  $\mu\text{m}$  krystaly) varný poměr 100:15-100:20 ( $t=115-120^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow$  lití do škrobových forem, tunutí od fouknutí ulpělého škrobu.

**Postup:** Výroba fondánové hmoty je podobná jako kandytová. Vychází z fondánového roztoku, který se po částečném ochlazení převede rušenou krystalizací na krystalickou fondánovou hmotu. Tento proces se nazývá **tabulování**. Fondánový roztok se získá rozpuštěním a svařením sacharózy se škrobovým sirupem, případně invertním roztokem. Poměr svážení i stupeň varu se upravuje dle druhu výrobku., způsobu tabulování, tvarování, povahy směsí, konečné úpravy cukrovinek (máčení, kandýrování). Fondánový roztok pro výrobu krémů se svařuje slaběji ( $117^\circ\text{C}$ ), pro formování litím do škrobových forem až  $120^\circ\text{C}$ . Škrobové formy pro lití fondánové hmoty se připravují z kukuřičného škrobu, který se naplní do lísek. Sádrovými tvořítka se do urovnané vrstvy škrobu vytlačí požadovaný tvar a do něj se fondán naleje. Po utužení se škrob vysype a z hotového kurpusu se odstraní od fouknutím.

Úprava fondánů proti vysýchání: **Kandýrování: suché a mokré.** U fondánu se provádí zpravidla mokré kandýrování, při kterém se vložky máčí v přesyceném roztoku sacharózy tzv. **kandysu**.

Suché kandýrování (Obr. 163) se dělá hlavně u želé a jedná se o obalování vložek krystalickým cukrem.



Obr. 163: Výrobek ošetřený suchým kandýrováním

### 5.3.2.2 Komprimáty

Jedná se o ochucené a obarvené práškové směsi lisované do tablet (Obr. 164).

Suroviny: sacharosa (někdy +glukosa), pojidla (škrobový sirup, želatina, pektin, arabská guma), mazací látky (kakaové máslo, stearan hlinitý), barviva

Základní schéma: suroviny → granulace → sušení → aromatizování, okyselení → lisování

**Postup:** Cukr se smíchá s pojidlem, přidají se látky mazací (snižují lepivost směsi). Zde se používá např. kakové máslo. Všechny složky se smíchají a nastává granulace, při které se odstraní velký podíl prachových a jemných částic, které by narušovaly soudržnost tablety. Získáme sypkou hmotu o jednotné velikosti částic. Připravená směs obsahuje cca 3 % vody. Hotový výrobek nesmí mít vyšší vlhkost jak 0,5 % a proto se ve fluidních sušárnách dosouší, pak se přidávají okyselující látky a probíhá lisování.



Obr. 164: Komprimáty

### 5.3.2.3 Likérové cukrovinky

Jedná se o výrobky, které obsahují uvnitř cukerné nebo čokoládové skořápky (Obr. 165) cukerný roztok ochucený buď pravou lihovinou nebo esencí.

**Postup:** cukerná skořápka se připraví svařením cukerného roztoku na teplotu 104 – 111 °C (podle tloušťky skořápky a způsobu ochucení roztoku) a po ochlazení asi na 75 °C se cukerný roztok ochutí lihovinou. Tento tzv. likér se vpravuje do škrobových forem. Stykem



s chladnějším škrobem se cukerný roztok ochladí, stoupne koeficient přesycení a na místě styku se škrobovou formou se začne vytvářet krystalická cukerná krusta. Uvnitř zůstává roztok o koncentraci cca 67 %. Vložky se vyjmou, ulpělý škrob se odstraní stlačeným vzduchem a provede se povrchová úprava (dražování, kandýrování, máčení čokoládovou polevou). Nejznámějšími výrobky u nás jsou rumové pralinky a třešně v čokoládě, belgické pralinky a různé speciální výrobky zpravidla pro dárková balení.



Obr. 165: Čokoládová forma a likérové cukrovinky

#### 5.3.2.4 Nugát

Nugáty rozdělujeme na tzv. mastné a třené. Jde o jemné třené tukové hmoty obsahující především cukr, tuk, pražené mandle nebo oříšky, které mohou být nahrazeny vlašskými ořechy, sójou, podzemnicí olejnou apod.

**Postup:** Pražená jádra se smíchají s cukrem a dalšími surovinami a směs se zjemňuje nejprve v melanžeru a pak na válcových stolicích. Potom se nugátová hmota zjemňuje konšováním, čímž se získá masa s poněkud jemnou konzistencí, poněvadž tuk z jader obsahuje více nenasycených mastných kyselin než kakaové máslo. Tabulkový nugát se formuje na stejných strojích jako čokoláda. Nugátová hmota se často roztírá na plát, který se potírá po obou stranách čokoládovou polevou a po vychlazení se krájí na kostky. Často se skládají pláty světlého (obsahuje jádra, cukr, tuk a sušené mléko) a tmavého nugátu (přídavek 10 - 15% kakaového prášku, kakaové nebo čokoládové hmoty) (Obr. 166).



Obr. 166: Čokoláda plněná nugátem

#### 5.3.2.5 Orientální cukrovinky

Do této skupiny patří např. **turecký med** (šlehaná cukrovinka), **rahat - lakum** (škrobové želé). Patří sem i **chalva**.

**Chalva** se vyrábí z pražených olejnatých jader a kandytové hmoty, ušlehané s pěnotvornou látkou. Bílkovinná hmota se připravuje rozemletím pražených olejnatých

semen zbavených slupek. Nejčastěji jader sezamu a slunečnice. Jako pěnotvorná látka se používá odvar z kořene mydlice lékařské a kořínků levantských, které obsahují saponiny. Kandytová hmota musí zůstat dlouho tvárná, aby ji bylo možno šlehat, proto obsahuje více škrobového sirupu.

Do kandytové hmoty se přidá pěnotvorná látka a směs se šleháním ve varném kotli zkypří. Potom se přidá bílkovinná hmota, smícháním se vytvoří homogenní hmota těstovité konzistence - chalva.

### **5.3.2.6 Výroba dražé**

Dražé jsou výrobky většinou drobnějších, oblých tvarů, které se vyrábějí nanášením vrstev cukerných či necukerných roztoků nebo čokoládových polev na rozmanité vložky v různých dražovacích zařízeních. Účelem dražování však není pouze vytvoření oblého tvaru výrobku. V potravinářském průmyslu se vytvořením obalu na vložce zvyšuje skladovatelnost cukrovinek, neboť se tak zabrání jak vlhnutí, tak naopak i vysychání složek. Při dražování měkkých vložek dochází ke zpevnění výrobku. Princip dražování má původ v antickém Řecku, kde byly na vložky přírodního původu, především ořechy, nanášeny přírodní substance. Odtud také pochází původní význam slova dražé, řecké slovo "tragemata" totiž označuje pamlsek či dezert. V 8. století byl v islámských zemích využit princip dražování např. pro nanašení medu či arabské gumy na různé druhy semen. Výroba dražé se rychle rozšířila i do Evropy. Středověká Francie je známa prudkým rozvojem výroby dražé pro využití v medicíně - např. potahování hořkých léčiv již vzpomínaným medem či pro stříbření nebo dokonce pozlacování tablet pro osoby vyššího stavu. V 19. století se díky všeobecnému rozšíření pěstování cukrové řepy, resp. třtiny stal podstatně dostupnější cukr, což vedlo k využití dražé coby cukrovinky. Na počátku dražování byl kotlík zavěšený na dlouhých řetězech nad otevřeným ohněm. Vložky byly udržovány v pohybu pomalým pootáčením a ručně se polévaly dražovacím roztokem. Kotlík vystřídaly nakloněné, tzv. konvenční bubny (Obr. 167). Konvenčních bubnů využívají pro dražování dodnes tisíce výrobců po celém světě. Výhodou využití těchto bubnů je nízká pořizovací cena. Nevýhodou pak je nedokonalé promísení dražovacího roztoku v důsledku tvorby zón s omezeným pohybem vložek, nedokonalý systém nanášení roztoku nebo nanášení ruční, nedokonalá cirkulace sušícího či chladícího vzduchu. Manuální obsluha konvenčních bubnů, výrobní postoje, zdlouhavé výrobní časy a v neposlední řadě omezená kapacita (max. hmotnost šarže asi 200 - 300 kg). Velcí výrobci v současnosti používají horizontálně rotující dražovací bubny. Kapacita je podstatně vyšší a je dosažena prodloužením bubny při zachování relativně úzké výšky vrstvy vložek. V současné době nabízené bubny mají kapacitu 2 000 - 3 000 kg

(Obr. 168). Díky stejnosměrnému nanesení roztoku pomocí nastříkovacího systému a efektivnímu proudění vzduchu po celou dobu procesu (jedná se o uzavřený systém, kde lze řídit teplotu a objem vstupujícího vzduchu) se doba dražování sníží až na polovinu doby potřebné pro dražování v konvenčním bubnu. Systém proudění vzduchu skýtá i další výhody - účinný odtah prachu (neulpívá na povrch dražé a neznehodnocuje vzhled výrobku) nebo "načechrávání" vrstvy měkkých vložek (které by se jinak mechanicky poškodily). Před dražováním se vložky gumují (nanášení arabské gumy, želatiny). Zvyšuje se tím skladovatelnost cukrovinek (brání se vlhnutí a vysychání). Proces dražování se rozděluje na tři základní kroky: *nanášení dražovacího roztoku, rozptýlení roztoku po povrchu rotujících vložek a sušení, resp. chlazení*. Dražujeme cukrem nebo čokoládou.

**Suroviny, potahující se čokoládou** - arašíd, lískové a vlašské ořechy, mandle, pistácie, kešu a para ořechy, rozinky, sušené nebo kandované kousky ovoce, želé (Obr. 169). Při dražování čokoládou se čokoládová poleva stejnoměrně rozptýlí po povrchu rotujících vložek, jejího ztuhnutí se dosáhne přiváděním studeného vzduchu. U čokoládové polevy je velmi nutné přesně dodržovat teplotní režim. Temperací čokolády dochází k přípravě krystalických center stabilní krystalické modifikace kakaového másla. Tento děj zajistí strukturu, konzistenci, lesk, viskozitu. Čokoládová poleva proto neustále cirkuluje v zahřátém potrubním okruhu. U konvenčních bubnů se nanáší poleva ručně nebo tenkým proudem, a teprve když se dokonale rozptýlí na převalující se vložky, přivádí se chladicí vzduch. U modernějších bubnů je zajištěno rozptýlení čokolády pomocí tlakového vzduchu. Tento princip spojený s uzavřeným prouděním vzduchu, zajišťuje okamžité ztuhnutí čokolády po jejím nanesení, a tím i výraznou úsporu času. Čokoládové dražé se leští roztokem arabské gumy nebo škrobového sirupu, na závěr se nanáší vrstva šelaku.



Obr. 167: Konvekční dražovací buben

**Suroviny, potahující se cukrem** - různobarevné cukrovinky ve tvaru drobných čoček nebo peciček- mandle, želé, žvýkačky (Obr. 170).

Při dražování cukrem rozlišujeme tzv. tvrdé a měkké dražování, podle požadavku na tvrdost cukerného obalu a snadnost rozpuštění v ústech.

**Tvrde dražování** - se postupně nanášejí vrstvy cukerného roztoku a každá vrstva je vysoušena teplým vzduchem. Přitom dochází ke krystalizaci sacharózy na povrchu vložek a odvádění odpařené vlhkosti. Ve finální fázi se ještě nanáší cukerný roztok s přídavkem aromat a barviv.

**Měkké dražování** - se střídavě používá nanášení vrstev cukerného roztoku a práškového cukru za přesně stanovených podmínek.

Na závěr se potažené dražé leští, čímž se vyrovnávají nerovnosti na povrchu a získává se lesklý vzhled. Leštěné dražé má pro zákazníka atraktivnější vzhled, leštěním se zvyšuje intenzita barev, zabraňuje se slepování a snadněji se třídí a balí. Pro leštění tmavých dražé se používají leštící roztoky, obsahující především tuky nebo vosky (např. kamabský vosk), pro leštění světlých, resp. pastelových barev se používají práškové leštící prostředky, tzv. pudry. Čokoládové dražé se leští roztokem arabské gumy nebo škrobového sirupu, na závěr se nanáší vrstva šelaku.



Obr. 168 Dražovací bubny



Obr. 169 Čokoládové dražé



Obr. 170 Cukrové dražé

## 6 POUŽITÁ LITERATURA:

- ARCIMOVIČOVÁ, J., VALÍČEK, P. (1999): *Čokoláda pokrm bohů*. Benešov: Start, 119 s. ISBN 80-86231-07-0.
- BECKETT, S. T. (1999): *Industrial Chocolate Manufacture and Use (Third Edition)*, Hardcover, 488 p. ISBN 0-632-05433-6
- BECKETT, S. T. (2004). *The science of chocolate*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 179 p. ISBN 0-85404-600-3.
- BRETSCHNEIDER, R., (1980): Technologie výroby cukru. SNTL Praha. 432 s.
- ČOPÍKOVÁ, J.: (1999): *Technologie čokolády a cukrovinek*. (Skriptum), Praha: Vydavatelství VŠCHT, 168 s., ISBN 80-7080-365-7
- DOUTRE-ROUSSEL, CH., (2006): *Čokoláda pro znalce: opravdová chuť i vášeň*. Praha: Slovart, 216 s. ISBN 80-7209-825-X.
- DRDÁK, M., a kol. (1996): Základy potravinářských technologií. 1. Vyd., Malé centrum, Bratislava. 512 s. ISBN 80-967064-1-1
- KADLEC, P., a kol. (2012) : Technologie potravin. *Přehled tradičních potravinářských výrob.* Ostrava: Key Publishing, 1. vyd., 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0.
- KODET, J., BÁBOR, (1991): K.: Modifikované škroby, dextriny a lepidla. SNTL Praha, 326 s. ISBN 80-03-00554-X.
- KRÁMSKÝ, S., FEITL, J., BRONCOVÁ, D., 2008: *Kniha o čokoládě: historie výroby čokolády a cukrovinek v českých zemích*. Praha: Milpo media, 1.vyd., 167 s. ISBN 978-80-87040-13-3.
- MCFADDEN, CH. (1999): *Velká encyklopedie čokolády*.Rebo Productions, Praha. 256 s 80-7234-056-5
- PELIKÁN, M., HUMPOLA,J., HŘIVNA, L., (2002) : *Technologie sacharidů* (skriptum). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 154 s. ISBN 80-7157-407-4.
- PRUGAR, J., a kol. (2008): *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. VÚPS Praha. 326 s. ISBN 978-80-86576-28-2
- RUŽBARSKÝ, J., a kol. (2005): *Potravinářská technika*. VMV Prešov. 564 s. ISBN 80-8073-410-0
- TREGUBOV, N., A KOL. (1986): *Technologie škrobu a výrobků ze škrobu*. Alfa, SNTL Praha. 484 s. ISBN 63-575-87-05.
- VELÍŠEK, J., A KOL. (1999): *Chemie potravin 1*. Osis Tábor. 1. Vyd. 352 s ISBN 80-902-391-3-7
- VOKÁL, B., a kol. (2000): *Brambory*. Agrospoj, Praha, 245 s.

VIKTOŘÍK, M. (2008): *Čokoládovnický a cukrovinkářský průmysl v Olomouci*. 1.st.ed.,  
Univerzita Palackého v Olomouci, 213 s ISBN 978-80-244-2047-9  
Vyhláška č. 76/2003 Sb. Mze

**Internetové zdroje:**

<http://www.agris.cz/clanek/170822> ,(28. 3. 2011) Agris on-line, Papers in Economics and Informatics ISSN: 1804-1930

[http://www.biosite.dk/leksikon/im\\_ages/chaconin.gif](http://www.biosite.dk/leksikon/im_ages/chaconin.gif)

<http://www.bylinka.cz/shop/sibirska-zvykaci-pryskyrice-s-klikvou.html>

<http://www.candyplus.cz/komprimaty>

<http://www.cs.wikipedia.org/wiki/Nug> <http://www.toppotraviny.cz>

<http://www.cukrar.cz>

[http://www.en.wikipedia.org/wiki/File:Handmade\\_fruit\\_fudge\\_squares.jpg](http://www.en.wikipedia.org/wiki/File:Handmade_fruit_fudge_squares.jpg)

[http://www.en.wikipedia.org/wiki/Manilkara\\_chicle](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Manilkara_chicle)

<http://www.en.wikipedia.org/wiki/Toffee>

<http://www.giftpflanzen.com>

[http://www.google.cz/info/edu.cz/cs/system/files/Tablety\\_obalene](http://www.google.cz/info/edu.cz/cs/system/files/Tablety_obalene). Ppt

<http://www.hostovka.cz/clanek.php?clanek=220>

<http://www.nabidky.edb.cz/Nabidka-27328-Blansery-pro-zpracovani-zeleniny-ovoce-Focus-Trade-s-r-o>

<http://www.pangamin.cz>

<http://www.poex.cz>

<http://www.svet-cokolady.webnode.cz/vyroba-cokolady/>

<http://www.wrigley.cz/>

<b>Autor</b>	Doc. Dr. Ing. Luděk Hřivna
<b>Název titulu</b>	TECHNOLOGIE SACHARIDŮ
<b>Vydavatel</b>	Mendelova univerzita v Brně Zemědělská 1, 613 00 Brno
<b>Vydání</b>	První, 2014
<b>Náklad</b>	200 ks
<b>Počet stran</b>	158
<b>Tisk</b>	ASTRON studio CZ, a.s.; Veselská 699, 199 00 Praha 9 Neprošlo jazykovou úpravou.
<b>ISBN</b>	<b>978-80-7509-022-5</b>

Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ