

CUKROVARNICKÁ TECHNOLOGIE – DÍL XXV.

Třídění, mletí, tvarování a balení cukru

SUGAR TECHNOLOGY – PART XXV: SORTING, MILLING, SHAPING, AND PACKAGING OF SUGAR

Zdeněk Bubník, Svatopluk Henke, Simona Gillarová, Pavel Kadlec, Evžen Šárka, Vladimír Pour
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Třídění cukru

Vysušené krystaly cukru se třídí pomocí **třídíčů**. Principiálně každý třídíč obsahuje třídící síta o určité velikosti oka a tloušťce drátu. Pod třídícími síty jsou umístěny nosná síta, aby se třídící

síta nepronášela. U nás jsou síta pro jednotlivé druhy krystalu normalizována, jejich velikost je dána počtem ok na délku 26,3 mm (tedy 1 vídeňský palec).

Dělení cukru podle tvaru a velikosti částic sacharosy podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. v Příloze č. 2 uvádí tab. I. (obr. 1.).

Jednotlivé frakce krystalu, jejich parametry a obchodní pojmenování uvádí tab. II.

Ke třídění je možné používat rovinné třídíče (trásadla) či vibrační třídíče. Jednotlivé varianty společně se schématy ukazují obr. 2. a obr. 3.

Mletí cukru

Mleté výrobky zahrnují cukr krupici, moučku a extra jemnou moučku, tzv. pudr. Melivem je cukr krystal případně zbytky kostek.

Mlecí zařízení

Pro mletí se využívají dvě skupiny mlecích zařízení. První skupinou jsou **úderové agregáty**. Sem patří kolíčkové a kladivové mlýny. Princip **kolíčkového mlýnu** je založen na statickém a rotujícím kotouči, přičemž oba jsou osazeny kruhovými řadami kolíčků o šířce 8 mm a výšce 20 mm. Kolíčky statoru a rotoru proti sobě přesně zapadají, krystaly jsou drceny v prostoru mezi kolíčky. Princip **kladivového mlýnu** je založen na drcení krystalů nárazem

Tab. I. Minimální obsah hlavní frakce u cukru krystalu, krupice a moučky pro normalizované velikosti sít

Cukr	Délka strany čtvercového oka síta (mm)						
	0,00–0,16	0,16–0,32	0,32–0,40	0,40–0,63	0,63–0,80	0,80–1,00	1,00–2,00
Obsah frakce (%)							
Krystal				min. 70			
Krupice		min. 70					max. 5
Moučka	min. 95			max. 5			

Tab. II. Frakce krystalu

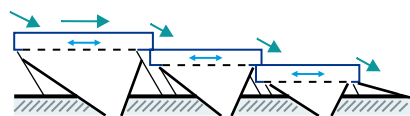
Frakce	Oko síta (mm)	Tuzemské	Exportní pojmenování frakce
F6	3,15	hrubý	Coarse Grain C. G.
F10	2,00	normální	Crystals C
F18	1,00	polojemný	Granulated G
F24	0,80	jemný	Fine Granulated FG
F32	0,63	jemný	Extra Fine Granulated EFG
F45	0,40	krupice	Finest Castor FC

Obr. 1. Frakce krystalů sacharosy

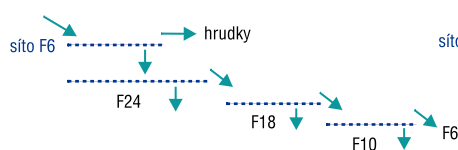


Obr. 2. Schémata třídění krystalů na rovinných třídících – třasadlech

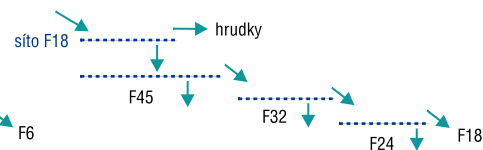
rovinné třídíče – třasadla



třídění hrubého krystalu



jemný krystal



do rotujících lopatek, drcený materiál je odváděn děrovaným sítím vně obvodu lopatek.

Druhou skupinou mlecích zařízení jsou **válcové stolice**, schematicky na obr. 4. Válce jsou buď hladké na moučku a pudr, nebo rýhované na krupici. Při mletí se válce otáčejí proti sobě různou rychlostí, poměr těchto rychlostí se nazývá předstih, průměr válců je 200 až 300 mm, délka 500 až 1 000 mm. Na účinnost mletí má zásadní vliv délka mlecí zóny z , která je určena poloměrem válců r , velikostí drcených krystalů d a šířkou mlecí spáry s . Délka mlecí zóny by měla být co nejdelší, ovšem za dosažení takového úhlu záběru β (závisí na koeficientu tření mezi částicemi a povrchem válce), aby částice byla ještě vtažena mezi válce.

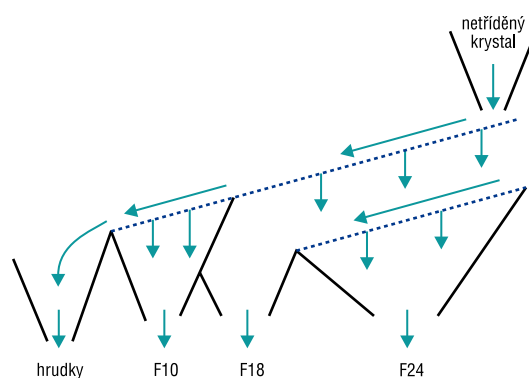
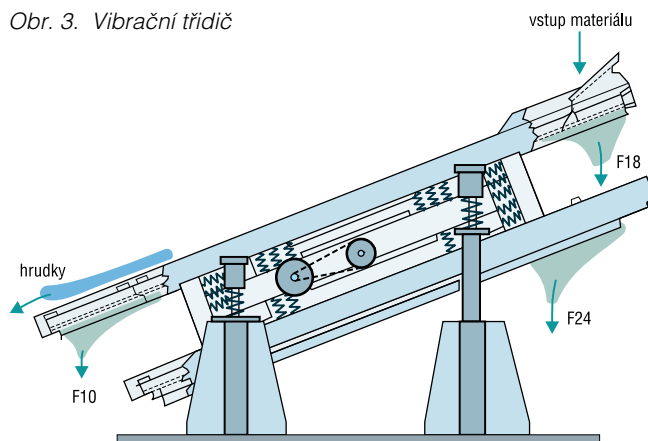
Pro výrobu extra jemné moučky se používají **turbinové mlýny** (obr. 5.).

Tvrdnutí moučky

Příčinou tvrdnutí a hrudkovatění moučkového cukru je především jeho vyšší vlhkost, která může být ovlivněna jak samotným výrobním procesem, tak i podmínkami během dopravy a skladování. Vzhledem k velkému povrchu jemně rozdrčených částic moučkového cukru dochází k snadnému pohlcování vzdušné vlhkosti. K navýšení obsahu vody přispívá také uvolnění vnitřní vlhkosti z krystalů cukru během mletí. Pokud je navíc moučkový cukr balen za nevhodných podmínek, může dojít k uzavření vlhké moučky a vlhkého vzduchu do obalu, což vytváří příznivé podmínky pro tvorbu hrudek. Optimálními podmínkami pro balení moučkového cukru jsou teplota v rozmezí 20 až 25 °C a relativní vlhkost vzduchu mezi 45 a 60 %.

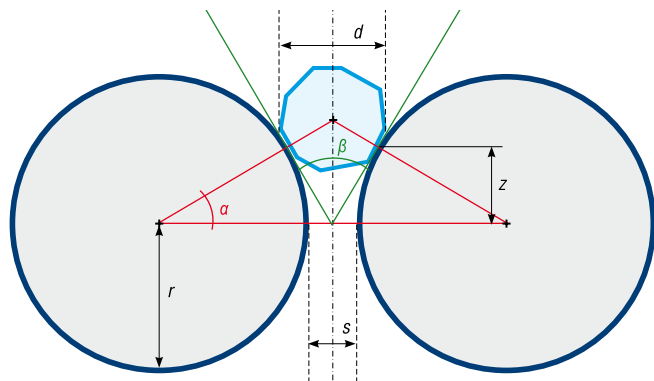
Ochrana proti tvrdnutí moučkového cukru spočívá především v udržení správné rovnováhy mezi vlhkostí produktu a okolního vzduchu při plnění do obalů. Zároveň je nutné zabránit kolísání teplot během skladování a používat obaly, které nepropouštějí vzdušnou vlhkost. Ke snížení sklonu k hrudkovatění se využívá

Obr. 3. Vibrační třídíč



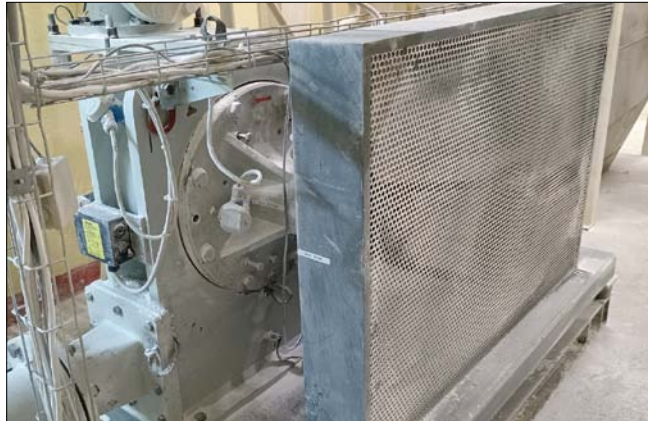
také tepelný záhřev neboli kondicionování, při kterém se rozemletý cukr krátkodobě zahřívá po dobu 3 až 9 min na teplotu 40 až 50 °C. Další možností je přidání hygroskopických látek, jako jsou modifikovaný škrob, nativní kukuřičný či bramborový škrob nebo oxid křemičitý.

Obr. 4. Schéma válcové stolice



z – mlecí zóna, s – mlecí spára, β – úhel záběru, d – velikost drcených krystalů

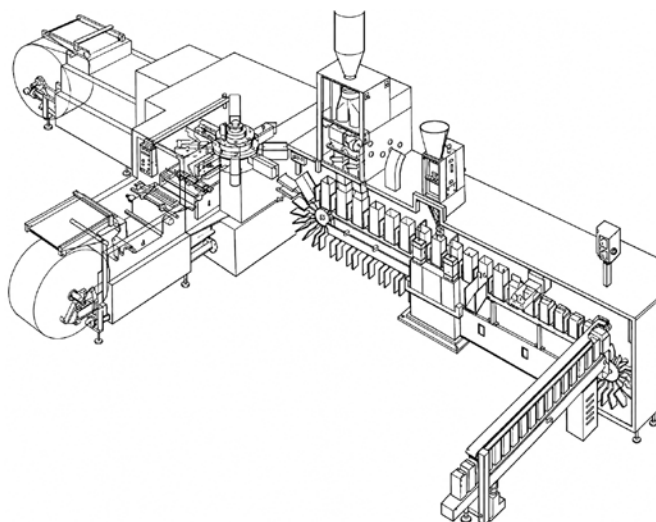
Obr. 5. Turbinový mlýn na extra mletou moučku



Obr. 6. Z balírny cukru Tereos TTD v Mělníku



Obr. 7. Celkové schéma balicí linky spotřebitelských balení



Obr. 8. Lisovací matrice jednotlivých tvarovaných cukrů



Balení cukru

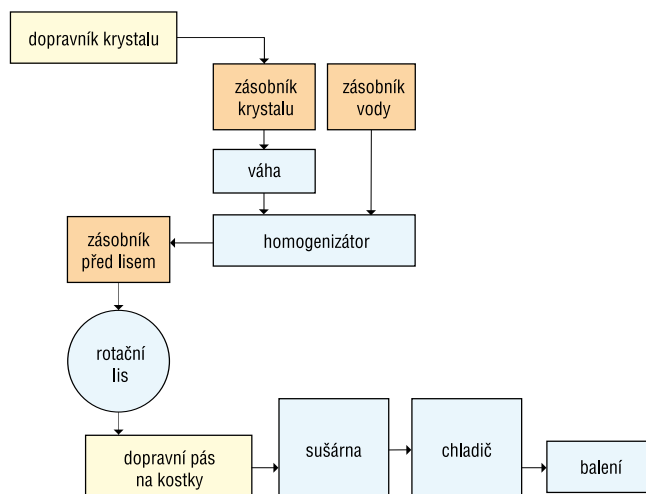
Linky na balení cukru (obr. 6. a 7.) pracují celoročně a zpracovávají cukr uskladněný v silech do balení různých velikostí. U drobných a spotřebitelských balení se používají obaly papírové, polyetylenové či papír s termoplastickou vložkou. Obvyklé hmotnosti těchto balení jsou 0,5 nebo 1 kg, či menší 5g hygienická balení. Pro běžná 0,5 a 1 kg balení se používá papírový obalový materiál, typicky papír kraft s hustotou $90-100 \text{ g cm}^{-2}$ v jedné vrstvě. Proces probíhá na **balicích automatech**. Papírové sáčky jsou zhotovovány z role papíru přímo ve stroji řezáním, skládáním a využitím disperzního lepidla. V plnicí části linky se do zhotovených sáčků nasype cukr o zadané hmotnosti, zkontroluje, dováží a v uzavírací části stroje se otevřený konec překládá a slepuje. Balení se pak odvádějí po lince se dvěma pásovémi dopravníky zajišťujícími tlak svrchu a zespodu, než lepidlo zaschne. Případně se nanáší tavné lepidlo a slepuje se přitlakem. Balicí automaty firmy F. Hesser (SRN) či SIG (Švýcarsko) mají výkon $85-120$ balíčků 1 kg za min, tj. 5 t h^{-1} . Na dalším stroji pak probíhá skupinové balení $10 \times 1 \text{ kg}$ a paletizace, příp. přímá paletizace, kde jsou jednotlivé vrstvy proloženy oddělovací fólií.

Termoplastické balení cukru provádí **rotační automaty**. Obalovým materiálem je papír s tenkou polyetylenovou vrstvou na vnitřní straně. Podélný pás odvíjený z role se tvaruje přes válcovou násypku, podélně se svařuje, následně příčně na spodní straně, plní a odřízne. Současně se příčně svařuje i předchozí naplněné balení. Termoplastická balení se používají jak na balení moučky, tak na hygienická balení krystalového cukru 4 či 5 g.

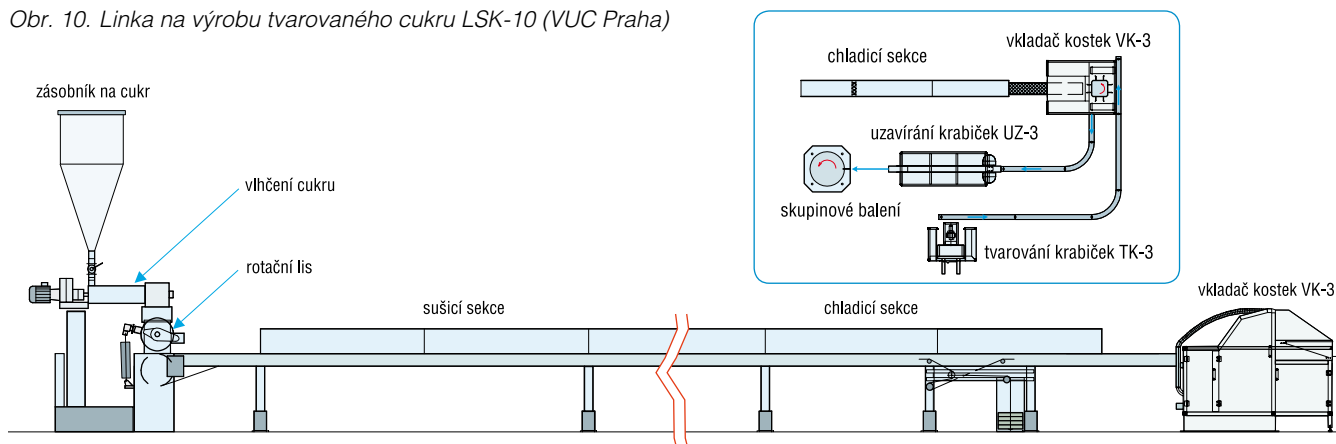
Tvarování cukru

Tvarovaný cukr se vyrábí buď lisováním vlhkých krystalů či odléváním cukrovin. Původní postup tvarování kostek či Adantův

Obr. 9. Schéma linky na výrobu kostek s rotačním lisem



Obr. 10. Linka na výrobu tvarovaného cukru LSK-10 (VUC Praha)



proces spočíval ve vytvarování cukroviny ve speciální odstředivce do tvaru desky, ta byla následně nařezána na tyčinky a dále na kostky. Dnes převládá tvarování cukru přímým lisováním.

K základním výrobkům patřily 4g kostky ve tvaru přesné krychle ($16 \times 16 \times 16$ mm), které se s přechodem ze sypaného na skládané balení začaly přizpůsobovat vyvoleným velikostem obalů. V dnešní době má kostka ve tvaru přibližné krychle rozměry $16,1 \times 14,7 \times 16$ mm. Podobně byla přizpůsobena i kostka mocca (obr. 8.) původně $12 \times 12 \times 12$ mm (asi 1,75 g), ze které se vyvinula dvojnásobná kostka mocca duo $24 \times 12 \times 12$ mm, dnes s rozměry $25,2 \times 12,6 \times 12$ mm. Vyrábí se též turecký model $17,6 \times 12,6 \times 12$ mm. Dále se vyrábí kostky bridž (na řezu s motivem hracích karet), kostky s motivem letní louky ve tvaru tří, čtyř, pěti a šestilístků s motýlem či zimní motivy ve tvaru sněhuláků a jedliček. Pro propagační účely se vyrábí i dříve tradiční homole.

Prvním krokem výroby tvarovaného cukru lisováním je vlhčení krystalů ve šnekovém dopravníku vodou či parou na obsah vody 1,5–2 %. Tvarování jednotlivých kostek probíhá na jednotlivých typech lisů. Jedná se např. o rotační lis (Chambon, Elba), tabletkovací stroj Stork (GOKA) či formovací stroj s vibračním účinkem (SSA Vibro). Dále probíhá sušení v parní nebo elektrické sušárně následované plněním do krabic a přepravních balení. Schéma linky na výrobu kostek s rotačním lisem je na obr. 9.

Hlavními faktory ovlivňujícími tvrdost, stabilitu a rychlost rozpouštění tvarovaného cukru jsou velikost použitých krystalů cukru, množství vody, aplikovaný lisovací tlak a doba sušení.

Automatické linky na výrobu a balení kostek

Výrobní linka na tvarovaný cukr obvykle sestává ze stroje na tvarování kostkového cukru, sušárny kostek s topnou a chladicí sekci, vkladače kostek, stroje na tvarování kartónových krabiček, stroje na uzavírání naplněných krabiček a detektoru kovů s kontrolní vahou. Na obr. 10. je schéma linky na výrobu kostek LSK-10 (VUC Praha). Ze zásobníku s cukrem krupicí se automaticky odebírá surovina do tvarovacího zařízení, kde se vlhčí, mírným tlakem tvaruje a klade na drátěný pás sušárny. Průchodem kolem infračervených zářičů a následným ochlazením v proudu vzduchu dochází k vysušení vytvarovaných kostek a dále k jejich vložení do obalů (kartónových krabiček). Krabičky

se slepují z rovných přířezů ve zvláštním stroji a po naplnění ve vkladači kostek se uzavírají lepením rovněž ve specializovaném stroji. Po kontrole v detektoru kovů se vkládají do skupinových obalů buď ručně nebo strojně. Stroje pro tvarování a uzavírání krabiček dokážou obsloužit i několik paralelně pracujících linek, což zvyšuje výkon a snižuje jednotkové náklady. Linka (obr. 11.) je řízena průmyslovým počítačovým systémem s operátorskými panely a s možností vzdálené správy. Kostky mohou mít kromě obvyklých hranatých tvarů i různé formy např. bridž. Výkon jedné linky dle velikosti a tvaru kostek a velikosti balení je 150 až 400 kg·h⁻¹.

Obr. 11. Detaily linky LSK-10 (rotační lis, balení)

