

Vedlejší produkty cukrovarnického a škrobárenského průmyslu – vznik, využití a optimalizace parametrů

BY-PRODUCTS OF SUGAR AND STARCH FACTORIES – GENESIS, USE AND QUALITY OPTIMIZATION

Evžen Šárka – VŠCHT Praha, Ústav sacharidů a cereálií

Environmentální problémy vyvolávají rostoucí potřebu využití vedlejších produktů jednoho průmyslového odvětví v dalších oborech, což vyžaduje jejich vzájemnou koordinaci. Vedlejší produkt určitého průmyslového procesu se tak může stát cennou surovinou pro jiný průmyslový obor. Toto řešení je zvláště efektivní, pokud umožní snížit potřebu primárních surovin nebo spotřebu energie a omezit tak negativní vlivy výrobního procesu na životní prostředí (1).

Aplikace recyklačních postupů však má řadu limitujících faktorů. Recyklaci lze uplatnit jen na takové produkty, které se vyskytují *přibližně ve stejné kvalitě* jako primární surovina, aby z hlediska cenových a kvalitativních relací představovaly konkurenci (2). Odběratelem je běžně vyžadována *standardní* jakost produktu (včetně granulometrie u sypké hmoty). Dalším úskalím u využití vedlejších produktů potravinářského průmyslu může být jejich *mikrobiální nestabilita*. Ta je ovlivnitelná snížením obsahu vody, což však s sebou nese zvýšení dodatečných nákladů. Při využití vedlejších produktů na další výrobky musí být vždy – jak jeho výrobcem, tak i zpracovatelem – respektovány příslušné *zákonné předpisy*.

Tento příspěvek se zabývá *třemi produkty*, které lze označit jako vedlejší – *saturačním kalem a melasou* cukrovarnického průmyslu a dále *pšeničným B-škrobem* vznikajícím v průmyslu škrobárenském.

Saturační kal

Vznik

Saturační kal vzniká při čištění surové cukrovarské šťávy vápenným mlékem. Po přidavku vápenného mléka koagulují koloidní látky a srážejí se nerozpustné nebo těžko rozpustné vápenaté soli. Následně se přebytek vápna vysráží oxidem uhličitým a vznikne saturační kal, který se oddělí filtrací. Obsahuje jemné krystaly CaCO_3 a vysrážené nebo adsorbované necukry.

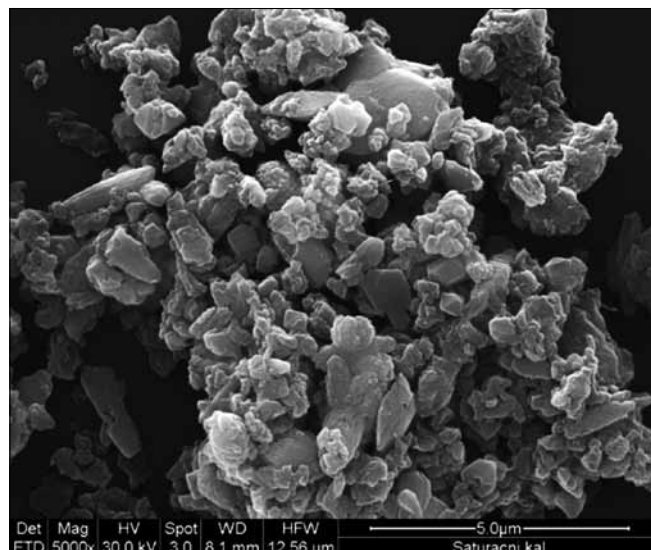
Při saturaci reaguje oxid uhličitý s vápenatými ionty podle následujících chemických rovnic:



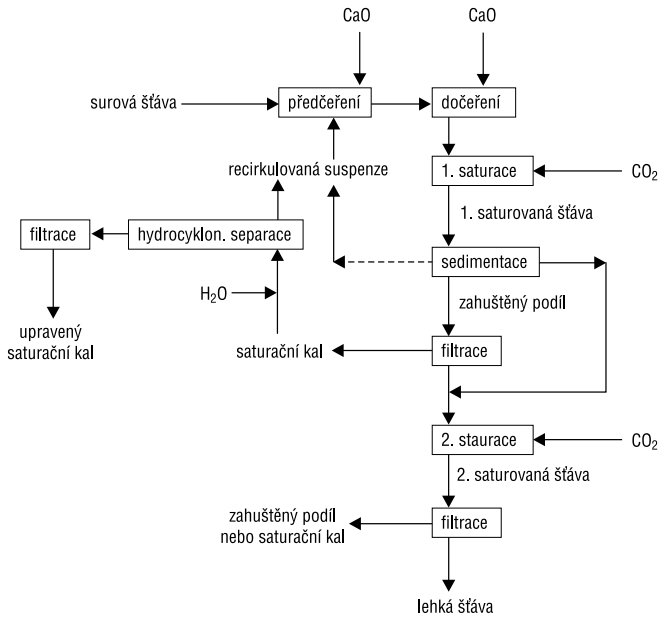
Proces je složitější, než popisují uvedené chemické rovnice. Např. rovnice 2 a 3 si vzájemně konkurují a jsou ovlivněny i působením katalyzátorů či inhibitorů. Vápník se vyskytuje nejen ve formě iontu Ca^{2+} , ale i iontu CaOH^+ , dále ve formě komplexu sacharosy a vápna a ve formě komplexu sacharosy, vápna a uhličitanu vápenatého, tzv. cukrokarbonátů. Velká část vápníku mimo to přichází do epurace v nerozpuštěné formě oxidu či hydroxidu vápenatého. Kromě uvedených iontů se na iontové rovnováze podílí i sama sacharosa, která je kyselinou, disociující do dvou stupňů.

Základem dosažení *kvalitní sraženiny saturačního kalu* je vytvoření předchozí kompaktní sraženiny obsažené v *předčereňené šťávě* s vyhovujícími parametry, vznikající co nejúplněji koagulací a srážením koloidně dispergovaných látek obsažených v surové šťávě (bílkovin, pektinů, anorganických solí, barevných látek a dalších). Aby tohoto cíle bylo dosaženo, je nutné dodržet správné provozní podmínky při předčereňení (teplota, doba zdržení, rovnoměrný průtok šťávy a vápenného mléka), mimo to se osvědčilo recirkulovat do předčereňení sraženinu obsaženou v 1. saturované šťávě. Populační bilanci částic sraženiny při průchodu jednotlivými komorami předčereňiče se věnovala práce (3).

Obr. 1. Mikrofotografie saturačního kalu



Obr. 2. Zjednodušené epurační schéma se separací částic saturačního kalu



Na kvalitu surové šťávy, která vstupuje do předčeření, a proto významně ovlivňuje kvalitu saturovaného kalu, má zásadní vliv *složení řepy* a řepných řízků, a proto jim musí být trvale věnována pozornost (4–7). Zvýšený obsah necukrů včetně koloidních látek v surové šťávě i při zpracování *kvalitní řepy* může vzniknout na úseku těžení šťávy, pokud jsou sladké řízky nekvalitní (příliš jemné nebo s vysokým obsahem drtě). Nadměrné množství koloidních látek se může objevit v surové šťávě i vlivem *nevhodně provozované extrakce* (např. při příliš vysoké teplotě, s přerušovaným provozem, s kolísáním toků jednotlivých médií, při vysoké mikrobiální kontaminaci či využívající nesprávně ošetřenou přídavnou vodu).

Příklady možného využití saturačního kalu

Prioritní *využití* saturačního kalu by mělo být přímo v cukrovaru – v epurační technologii, a to při recirkulaci kalu do předčeření, jak již bylo uvedeno. Podobná aplikace je *k zajištění výroby vápna ve vápence cukrovaru*, toto přichází v úvahu zvláště v oblastech s nedostatečným množstvím vápence. Existuje zde však omezení vlivem možného zkoncentrování některých necukrů v technologii při násobné recirkulaci vápna.

Další možností využití je jako hnojiva, což je jeho hlavní externí aplikace a v ČR dosud prakticky jediná. HAVLOVÁ (8) navrhla využití kalu po úpravě sušiny jako hnojiva pro zahrádkáře. Na skládce elektrárny Hodonín byl v dřívější době zužitkován saturační kal k rekultivaci vytěžené půdy (9). SANCHEZ ET AL. (10) doporučují používat saturační kal pro urychlené kompostování kávové vlákniny.

Dalším případným využitím je *pro výrobu cementu, různých tvárníc apod.* Určité zbytkové množství cukru v kalu však může zabraňovat tuhnutí maltových či cementových směsí.

To, že hlavní složkou saturačního kalu je srážený $CaCO_3$, umožňuje jeho aplikaci jako plniva v polymerních kompozitech (11, 12, 13). Podobně bylo testováno využití jako *plniva do papírů a lepenek*. V pracích (14, 15, 16) byly publikovány výsledky zkoušek aplikace sušeného saturačního kalu do lepidel, na jejichž

základě byla podána přihláška patentu. DOLIGNIER A MARTIN (17) odzkoušeli plnoprovozní využití saturačního kalu při spalování topných olejů.

Vlastnosti a jejich optimalizace

Mezi základní *vlastnosti sraženiny saturačního kalu* patří chemické složení, distribuce velikosti částic, krystalická struktura, sedimentovatelnost a filtrovatelnost. Částice sraženiny v 1. saturované šťávě o průměrné velikosti asi 20 μm jsou aglomerovány z jemných krystalků o rozměrech 0,2–0,5 μm . *Měrný povrch* sraženiny bývá v rozmezí 5800–13600 $m^2.kg^{-1}$. Snímek částic kalu z elektronového mikroskopu ukazuje obr. 1.

Znalost vlastností saturačního kalu je velmi důležitá pro jeho aplikace do dalších výrobků, a proto kompletaci vlastností a aproximačních rovnic byla věnována práce (18) (jde např. o index lomu, hustotu, objemovou hmotnost, dynamickou viskozitu, měrná entalpii, tepelnou vodivost).

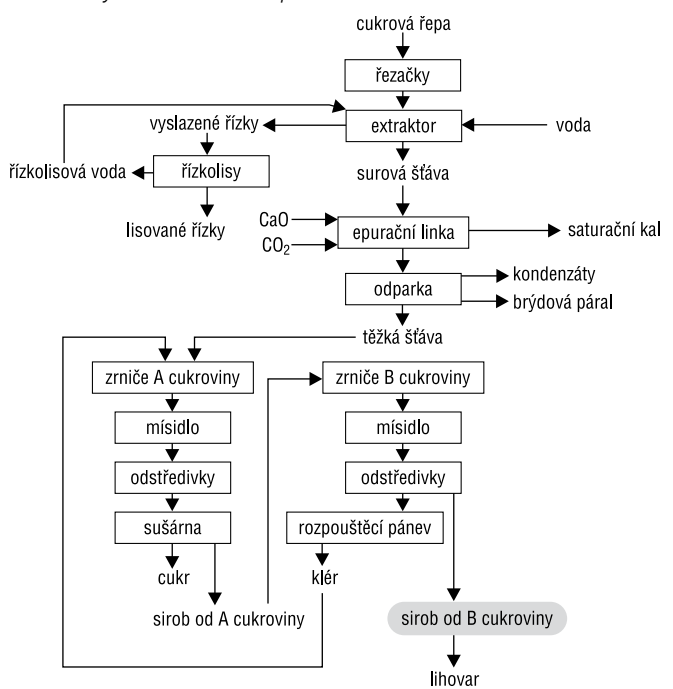
Pro praktické aplikace může vzniknout požadavek upravit či optimalizovat některé z vlastností kalu. Může jít např. o korekci distribuce velikosti částic, obsahu cukru, bílkovin či sušiny. Příklad úpravy epurační technologie pro zajištění vhodné distribuce částic kalu prezentuje obr. 2.

Melasa

Vznik

Melasa je vodný roztok sacharosy a necukrů, z něhož získat krystalizací další cukr běžnými postupy je neekonomické. Vzniká v cukrovaru při odstředění zadinové (C) cukroviny, které následuje po předchozí odpařovací krystalizaci a jejím vyzrání v chladicích krystalizátorech. Jde o viskózní, newtonskou tekutinu s tmavě hnědým zabarvením.

Obr. 3. Zjednodušené schéma cukrovarnické technologie při vyřazení zadinové práce



Cílem zadinové práce je zajištění co nejkvalitnějšího zadinového cukru, aby jeho další přepracování bylo efektivní, dále dosažení minimálních ztrát cukru v melase při současně nízké spotřebě energie.

Zařazení biotechnologie do cukrovarnického procesu – např. výroby bioetanolu – může významně zasáhnout do shora uvedených cílů: buď se cíleně zvyšuje zůstatek cukru v melase vzhledem k jejímu dalšímu zpracování (melasa má tedy vyšší polarizaci) nebo může být zadinová práce ze schématu krystalizace zcela vyřazena (viz obr. 3.), což v mnohém zjednoduší jinak složitý systém rafinace cukru.

Ve většině závodů však nadále zůstává hlavním cílem zajištění minimálního zůstatku cukru v melase. K identifikaci provozních chyb byl zpracován matematický model krystalizace v zadinové lince, který byl úspěšně odzkoušen v cukrovarech Kojetín, Lovosice a Hrochův Týnec a umožnil odhalit i hrubé nedostatky projektu technologické linky či nevhodný způsob provozování zadinové stanice. Zobecněné poznatky byly zveřejněny na Cukrovarnické konferenci (19) a v článku (20), závody obdržely potřebná doporučení, případně byl na základě modelových výpočtů upraven výrobní předpis zadinové práce.

Při aplikaci modelu se nejprve popíše stávající systém vyzrávání v zadinové lince. V případě kaskády mísidel se bilancuje každé mísidlo jako samostatný blok, v případě horizontálních krystalizátorů je vhodné pro účely modelu je modelově rozdělit na nejlépe alespoň 5–7 sekcí. Zadávací parametry modelu jsou tyto:

- koeficienty m, b získané z polského testu (21), případně jejich odhad,
- změřené teploty v jednotlivých mísidlech (event. sekcích horizontálních krystalizátorů) vč. teploty při odstředování,
- teplota, čistota a sacharizace přidávaného mísidelního média, jejich možné vstupy do mísidel nebo sekcí,
- průměrná délka krystalu cukru vstupujícího do linky,
- kapacity (hmotnosti náplně) jednotlivých mísidel (sekcí),
- sušiny a čistoty cukrovin v jednotlivých mísidlech nebo sekcích.

Na základě tohoto modelu lze pak navrhnout úpravy systému zpracování zadinové cukroviny.

Vlastnosti melasy

Složení melasy je velmi podrobně popsáno v publikaci (22). Celkový obsah necukrů melasy se obvykle pohybuje v rozmezí 28–33 % hm., z čehož dusíkaté látky činí 12–13 %, bezdusíkaté 9–10 % hm. a popel (anorganické látky) 11–12 %. Základní složku dusíkatých látek tvoří betain (asi 3–4 %), asi 2–3 % zahrnují oligo- a polypeptidy a stejné množství volné aminokyseliny. Řepná melasa má na rozdíl od třtinové řádově nižší obsah redukujících cukrů, tyto monosacharidy u třtinové melasy evokují příjemnější medovitou chuť a mimo to má třtinová melasa i vyšší obsah škrobových látek. Řepnou melasu lze chemicky snadno odlišit od třtinové melasy vzhledem k nulové koncentraci kyseliny akonitové, zatímco třtinová melasa jí obsahuje 1,3–3,0 %. Kromě organických kyselin se v melase nachází celá řada anorganických kationtů i aniontů. V melase mohou být obsažena i *rezidua pesticidů*, na druhé straně ji lze využít i jako zdroj *vitaminů*.

Tab. 1. Obsah stopových prvků v řepné melase (včetně těžkých kovů)

Prvek	Podle HIGGINBOTHAMA A MCCARTHYHO (22)* (mg.kg ⁻¹)	Podle dalších autorů (mg.kg ⁻¹)	Údaje z ČR 2003–2010 (mg.kg ⁻¹)	Povolené hodnoty podle vyhl. 356/2008 Sb. k provedení zákona o krmivech**
Fe	27 ÷ 100	150 ² ; 5 ÷ 230 ¹	19 ÷ 35	
Zn	1 ÷ 18	30 ² ; < 51	9 ÷ 13	
Mn	2 ÷ 10	15 ¹	–	
Cu	1,5 ÷ 3,0	50 ² ; 10 ÷ 15 ¹	0,9 ÷ 2,6	
Co	0,2 ÷ 2,0	0,4 ¹	0,3 ÷ 1,5	
Pb	0,1 ÷ 1,4	–	0 ÷ 0,33	< 10
Cd	0,0 ÷ 0,1	–	< 0,1	< 1
As	0,0 ÷ 0,14	–	< 0,1	< 2
Se	0,0 ÷ 0,1	–	–	
Al	0,0 ÷ 0,1	–	–	
Hg	0,0 ÷ 0,2	–	0,0 ÷ 0,003	< 0,1
F	3 ÷ 9	–	–	< 150
Cr	–	< 0,3 ¹	0,12 ÷ 0,8	
Ni	–	< 0,3 ¹	1,6 ÷ 3,1	
Sn	–	–	< 8	
Sr	–	40 ¹	–	
Li	–	< 0,5 ¹	–	

Legenda: * obsah přepočtený na sušinu melasy 75 %, ** při vlhkosti 12 %; odkazy: 1 – OLBRICH (23), 2 – KADLEC A ŠÁRKA (24).

Novější údaje obsahu jednotlivých necukrů a údaje jednotlivého cukrovaru se mohou od průměrných údajů poněkud lišit. Toto názorně předvádí tab. I., zabývající se obsahem *stopových prvků* (včetně obsahu těžkých kovů). Např. pokles obsahu mědi v porovnání se staršími literárními zdroji je pravděpodobně způsoben dnešní absencí měděných topných komor.

Fyzikální vlastnosti melasy a dalších technických roztoků uvádí např. BUBNÍK ET AL. (25).

Možnosti využití melasy

Mezi standardní využití melasy patří fermentační *zpracování na líh* (především k výrobě bioetanolu) a využití jako zemědělského *krmiva*. Bezvodý líh vyrobený fermentací s následným odvodněním na molekulových sítěch (na obsah 99,7–99,9 % obj.) se dále využívá jako aditivum do pohonných hmot.

Mezi další využití melasy patří částečná nebo plná *dekompozice melasy* s využitím SMB-chromatografie. Chromatografickou stanicí postavili Francouzi v cukrovaru Němčice (skupina Eastern Sugar) v roce 2002, podobná stanice je v provozu v rakouském cukrovaru Tulln. Získaný čistší produkt je využíván po smíchání s uskladněnou těžkou šťávou jako meziproduct pro vaření A cukroviny.

Melasa může být použita jako substrát pro produkci některých enzymů, koenzymů a vitaminů. Např. MAKINO ET AL. (26) uvádějí, že při produkci inuliny kvasinkami rodu *Kluyveromyces* byla melasa lepší než syntetický substrát a enzym měl vyšší aktivitu. YEN ET AL. (27) použili melasu ke zvýšení výtěžku biomasy *Rhodobacter sphaeroides*, a tím dosáhli vyšší následnou produkci koenzymu Q10. Melasa se využívá i při fermentacích k výrobě vitamínu B12 (28).

Obr. 4. Využití substrátu použitého k uložení plastových fólií ke kultivaci hlávkového salátu



Další aplikační možností je výroba *aminokyselin*, solí aminokyselin a *betainu* po dekompozici nebo cestou fermentace – např. L-lysinu (29), kyseliny glutamové či glutamátu sodného (30, 31). Dále se používá k výrobě bezdusíkatých organických kyselin – např. kyseliny citronové, kyseliny itakonové (32) či kyseliny mléčné (33).

Mezi nové postupy patří bioextrakce kovů z různých materiálů či zachytávání kovů z odpadních vod pomocí různých mikroorganismů; jako součást kultivačního média slouží melasa. Jsou navrženy postupy pro zachycování např. iontů mědi pomocí plísně *Aspergillus niger* (34), železa pomocí *Bacillus sp.* (35), k redukci selenanů za přítomnosti *Bacillus sp.* a *Dechloromonas sp.* (36).

Podobné využití melasy jako mikrobiálního substrátu je při výrobě povrchově biologických aktivních látek a emulgátorů – např. pomocí *Actinobacteria*, *Alfaproteobacteria*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* (37), *Brevibacterium aureum* (38).

Melasa slouží rovněž k energetickému využití: kromě bioetanolu se uvažuje i o dalších obnovitelných zdrojích energie – bioplynu, biovodíku či biobutanolu. Např. při vyšším využití anaerobní části čistírny odpadních vod cukrovaru lze získat bioplyn, který lze dále využít v kotelně cukrovaru (39). OZGUR ET AL. (40) zkoušeli produkci biovodíku pomocí mikroorganismů *Caldicellulosiruptor saccharolyticus*, *Rhodobacter capsulatus* a *Rhodospseudomonas palustris*. Na jednu z nabízejících se možností pro výrobu biobutanolu poukazuje studie (41).

Pšeničný B-škrob

Vznik a vlastnosti

Cereální škroby, konkrétně pšenice, ječmen, žito a tritikale, mají *dva odlišné typy škrobových zrn* – větší zrna, označovaná též jako A-škrob, a menší zrna B-škrobu. Zrna pšeničného A-škrobu jsou čoučkovitého tvaru s příčnou vzdáleností 10–40 μm . Menší B-zrna jsou kulovitá a mají průměr 2–10 μm (42). Někdy se B-škrob ještě dále dělí na dvě skupiny: menší zrna o průměru pod 2,8 μm (C-škrob) a středně velká zrna o průměru 2,8–9,9 μm .

Kromě tvaru a velikosti se bimodální škrobová zrna *liší* těmito *dalšími charakteristikami*: obsahem amylosy, obsahem lipidů a bílkovin, měrným povrchem, délkou řetězců amylopektinu, krystalinitou, teplotami mazovatění či tvarem viskozitní křivky.

Při zpracování pšeničné mouky na škrob se tyto dvě velikostní skupiny škrobových zrn při rafinaci oddělují, takže výsledným produktem je komerční škrob s hlavní frakcí zrn 10–40 μm a vedlejší produkt s menšími škrobovými zrny (43).

Nastavení hranice velikosti škrobových zrn

V rámci již zavedené technologie existují v zásadě dvě možnosti ovlivnění velikosti nativních škrobových zrn, a to:

– *Volbou vhodné odrůdy pšenice*. Např. některé měkké pšenice mají škrobová zrna B-škrobu i o velikosti nad 10 μm . Změna rozložení bimodální distribuce velikosti škrobových

zrn v původním materiálu způsobí po průchodu technologií vybavenou hydrocyklonovými bateriemi změnu distribuce velikosti škrobových zrn v A- a B-škrobu.

– *Úpravou nastavení hydrocyklonové stanice*. Změnou uspořádání lze dosáhnout posunu cut-off mezi zrny A- a B-škrobu. Podkladem pro tuto úpravu za provozu bývá počítačový program, který modeluje separaci jednotlivých stupňů hydrocyklonů zapojených v sérii. Lze např. omezit průtok přes daný stupeň zmenšením počtu paralelních cyklonů v baterii nebo změnit propojení jednotlivých větví (44).

Využití B-škrobu

Klasicky se B-škrob využívá v nesušené podobě jako *surovina pro výrobu libu*, přídavek *do krmiv pro hospodářská zvířata*, nebo se aplikuje jako *nábrazka mléka v krmivech* pro telata. Dále se B-škrob používá jako pojivo ve slévárenství a k výrobě vlnitých lepenek. ZHAO A WHISTLER (45) referují o *nosičích ochucovadel* vyrobených z kulovitých agregátů škrobových zrn, tímto způsobem by tedy bylo možné v omezeném množství jemnozrnný pšeničný škrob využívat.

Vývojem *syntetických polymerních lepidel* určených k lepení papírových dutinek s použitím B-škrobu se zabýval příspěvek (16), výsledek řešení byl podán v roce 2009 jako přihláška vynálezu. Při návrhu receptur lepidel byla ověřována možnost použití kombinace B-škrobu a kaolinu nebo saturačního kalu.

Novým způsobem užití *jemnozrnného pšeničného škrobu* je k výrobě biodegradabilních plastových materiálů pro zemědělské aplikace, které bylo detailně probháno v článku (46). Aplikace výchozího škrobového materiálu do bioplastu může být provedena dvojím způsobem – ve formě *plniva* (může být zachována struktura škrobového zrna) nebo je škrob začleněn přímo do matrice kompozitu, kdy hovoříme o tzv. *termoplastickém škrobu*. Špatná odolnost plastů na bázi škrobu vůči vodě a nízká pevnost vytvořených fólií vyrobených z nativního škrobu byly dosud omezujícími faktory pro praktické použití. Podle THAKORE ET AL. (47) umožňuje esterifikace škrobu zvýšit termoplastické charakteristiky, jako je tepelná odolnost, hydrofobita a krystalinita těchto materiálů. Nová receptura zahrnující hydrofobní škrob, vhodné změkčovadlo a plastifikátor umožnila úspěšně uzavřít výzkum v této oblasti podáním přihlášky vynálezu (48).

Při testování vytvořených fólií byla studována biologická rozložitelnost po uložení v kompostérech, přičemž jejich rozklad nepřesáhl dva měsíce. Mimo to byla sledována řada

biochemických parametrů přiléhajícího substrátu. Nebylo zjištěno zhoršení vlastností kompostu vlivem vložení fólií, ani nedošlo k výraznému snížení pH a zvýšila se stabilita substrátu. Po vyjmutí kompozit byl ve všech případech substrát plně použitelný pro pěstování rostlin (obr. 4.).

Závěr

Potenciál využití vedlejších produktů potravinářského průmyslu je ovlivněn řadou faktorů, jako jsou ekonomická návratnost investice, garance zajištění standardní kvality výrobku či jeho mikrobiální stabilita, při výrobě musí být respektovány kromě požadavků odběratele platné zákonné předpisy.

Produkce saturačního kalu v České republice je v posledních několika letech stabilní – asi 123 tis. t, to odpovídá asi 79 tis. t sušiny, u melasy jde o více než 95 tis. t, rovněž asi 79 tis. t sušiny. Při výrobě pšeničného škrobu ročně asi 25 tis. t, vychází přibližně 10 % na tzv. B-škrob, tedy asi 2,5 tis. t. Vzhledem k těmto vysokým hodnotám lze doporučit vyšší zhodnocení těchto materiálů, než je tomu dosud. Některé z možných cest jsou uvedeny v tomto přehledovém článku.

Poděkování: Výzkum byl realizován v rámci výzkumného záměru MŠMT č. MSM 6046137305 „Teoretické základy potravinářských a biochemických technologií“.

Souhrn

Článek na základě osobních zkušeností autora popisuje nové možnosti využití vybraných tří vedlejších potravinářských produktů – saturačního kalu a melasy z cukrovarnického průmyslu a dále pšeničného B-škrobu z průmyslu škrobárenského – a navrhuje možnosti optimalizace jejich procesních parametrů. K tomuto účelu je studován jejich vznik a fyzikálně-chemické vlastnosti.

Klíčová slova: saturační kal, melasa, B-škrob, využití odpadů.

Literatura

- VACCARI, G. ET AL.: Industrial production of paper using integral pulp from sugar beet. *Zuckerind.*, 119, 1994 (10), s. 855–859.
- MAREK, M.: Využití vedlejších produktů a likvidace odpadů. In KADLEC, P.; MELZICH, K.; VOLDŘICH, M. (edit.): *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2009, 534 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- ŠÁRKA, E.; BUBNÍK, Z.; HINKOVÁ, A.: Changes in particle size of carbonatation slurry during preliminary observed by the image analysis method. *Zuckerind.*, 131, 2006 (8), s. 551–557.
- ŠÁRKA, E.: Přehled aktivit Výzkumného ústavu cukrovarnického v oblasti epurace. *Listy cukrov. řepař.*, 108, 1992 (11/12), s. 244–253.
- ŠÁRKA, E.: Technické prostředky k dosažení nízké tvrdosti a barvy lehké a těžké šťávy. *Listy cukrov. řepař.*, 119, 2003 (4), s. 117–119.
- ŠÁRKA, E.: Epurace a filtrace. In BUBNÍK, Z.; GEBLER, J. (edit.): *Úvod do cukrovarnické technologie*. Praha: VŠCHT Praha a VUC Praha, 2006, 250 s. ISBN 80-2397315-0.
- ŠÁRKA, E.; BUBNÍK, Z.; KADLEC, P.: *Experience of Czech sugar factories with prolonged campaigns*. Proc. 2nd ESST Conference, Bratislava, 2011.
- HAVLOVÁ, E.: *Výroba vápenatého bnojiva ze saturačního kalu v cukrovarnickém průmyslu*. Praha, 1987, 35 s., Zpráva pro závěrečné oponentní řízení, VVZ CP.

- MALÝ, V.: Question of using the reclaimed fly-ash dumps of power station for cultivation of fruits. *Scientia Agriculturae Bohemoslovaca*, 9, 1977 (4), s. 199–215.
- SANCHEZ, G.; OLGUIN, E. J.; MERCADO, G.: Accelerated coffee pulp composting. *Biodegrad.*, 10, 1999 (1), s. 35–41.
- ŠÁRKA, E.; KOTEK, J.; KRULIŠ, Z.: *Termoplastický polyolefinický kompozit vyztužený plnivem na bázi saturačního kalu*. CZ Patent 2206-820 (21. 12. 2006/2. 7. 2008/17. 9. 2009).
- KOTEK, J.; KRULIŠ, Z.; ŠÁRKA, E.: Využití saturačních kalů z cukrovarnického průmyslu pro výrobu polymerních kompozitů. *Listy cukrov. a řepař.*, 123, 2007 (5/6), s. 185–187.
- BOUAISSA, H. ET AL.: Comparison of rheological properties between scums and calcium carbonate filled-polypropylene. *WSEAS Transactions on Environ. and Develop.*, 3, 2007 (1), s. 30–35.
- BEŠKOVÁ, B. ET AL.: Application of carbonatation lime as a filler for adhesives. *Zuckerind.*, 134, 2009 (7), s. 486–490.
- BEŠKOVÁ, B. ET AL.: Použití saturačního kalu jako plniva do lepidel. *Listy cukrov. řepař.*, 125, 2009 (5/6), s. 185–186.
- ŠÁRKA, E. ET AL.: Application of wheat B-starch as filler for adhesives. In *Proc. 6th Int. Conf. on Polysaccharides-Glycoscience 2010*, s. 196–199.
- DOLIGNIER, J. C.; MARTIN, G.: High-temperature flue-gas desulfurization by injection of carbonatation lime. *Zuckerind.*, 122, 1997 (12), s. 927–933.
- ŠÁRKA, E.: Saturační kal – možnosti použití a vlastnosti. *Listy cukrov. řepař.*, 124, 2008 (12), s. 349–357.
- ŠÁRKA, E.; VALTER, V.; TICHÁ, B.; GEBLER, J.: *Možnosti zlepšení zadinové práce*. Cukrovarnická konference, Luhačovice 1997.
- ŠÁRKA, E. ET AL.: Možnosti zlepšení zadinové práce. *Listy cukrov. řepař.*, 113, 1997 (4), s. 113–116.
- FRIML, M.; TICHÁ, B.: *Laboratorní kontrola cukrovarnické výroby. Díl B. Speciální metody*. Praha: VÚPP-STIPP, 1988, 207 s.
- HIGGINBOTHAM, J. D.; MCCARTHY, J.: Chap. 20 Quality and storage of molasses. In VAN DER POEL P., W.; SCHWECK, H.; SCHWARTZ, T. (edit.): *Sugar Technology. Beet and Cane Sugar Manufacture*. Berlin: Verlag Dr. Albert Bartens KG, 1998, 1118 s., ISBN 3-87040-065-X.
- OLBRICH, H.: *The molasses*. Institut für Zuckerindustrie, Berlin, 1963. Reedice Biotechnologie-Kempe GmbH 2006, [online] http://www.btkempe.de/Molasses_OLBRICH.pdf, 9. 12. 2010.
- KADLEC, P.; ŠÁRKA, E.: Molární hmotnost necukrů v melase. *Listy cukrov.*, 93, 1977 (6), s. 131–135.
- BUBNÍK, Z. ET AL.: *Sugar Technologist Manual*. Berlin: Verlag Dr. Albert Bartens, 1995, 416 s., ISBN 3-87040-056-0.
- MAKINO, Y. ET AL.: Inulinase bio-production using agroindustrial residues: screening of microorganisms and process parameters optimization. *J. Chem. Techn. Biotechn.*, 84, 2009 (7), s. 1056–1062.
- YEN, H. W.; FENG, C. Y.; KANG, J. L.: Cultivation of Rhodospirillum rubrum in the stirred bioreactor with different feeding strategies for CoQ(10) production. *Appl. Biochem. Biotechn.*, 160, 2010 (5), 1441–1449.
- GENESTÉ, B.: Les matieres premieres utilisees comme substrat de fermentation par le Groupe Rhone-Poulenc. *Sucr. franc.* 125, 1984 (VI, 84), s. 229.
- BRÉHANT, J. L.: La mélasse: utilisation a Eurolysine. *Sucr. franc.*, 125, 1984 (VI, 84), s. 233–235.
- ČIKIN, G. A.; PAVLENKO, V. S.: Proizvodstvo glutaminata natrija v Japonii. *Sachar. Prom.*, 45, 1971 (7), s. 67–69.
- RENAUD, C.: Mélasse: production de glutamate de sodium a Orsan. *Sucr. franc.*, 125, 1984 (VI, 84), s. 231–232.
- France makes itaconic acid from beet molasses. *Sugar y Azúcar*, 60, 1965 (10), s. 41.
- PATURAU, J. M.: *By-products of the cane sugar industry*. Amsterdam-Oxford-New York: Elsevier, 1982, 366 s., ISBN 0444420347.
- IVANUS, R. C.; IVANUS, D.: Metal leaching from electronic scrap by fungi. *Metalurgia Int.*, 14, 2009 (11), s. 58–65.
- STYRIAKOVÁ, I.; STYRIAK, I.; MALACHOVSKÝ, P.: Nutrients enhancing the bacterial iron dissolution in the processing of feldspar raw materials. *Ceramics-Silikaty*, 51, 2007 (4), s. 202–209.

36. ZHANG, Y. Q.; FRANKENBERGER, W. T.: Supplementing *Bacillus* sp. RS1 with *Dechloromonas* sp. HZ for enhancing selenate reduction in agricultural drainage water. *Sci. Total Environ.*, 372, 2007 (2-3), s. 397–405.
37. RODRIGUES, L. R.; TEIXEIRA, J. A.; OLIVEIRA, R.: Low-cost fermentative medium for biosurfactant production by probiotic bacteria. *Biochem. Eng. J.*, 32, 2006 (3): 135–142.
38. KIRAN, G. S. ET AL.: Optimization and characterization of a new lipopeptide biosurfactant produced by marine *Brevibacterium aureum* MSA13 in solid state culture. *Bioresource Technol.*, 101, 2010 (7), 2389–2396.
39. ČIŽ, K.: Využití vedlejších produktů cukrovky jako obnovitelných energetických surovin. *Listy cukrov. řepář.*, 123, 2007 (1), s. 31–32.
40. OZGUR, E. ET AL.: Biohydrogen production from beet molasses by sequential dark and photofermentation. *Int. J. Hydrogen Energy*, 35, 2010 (2): 511–517.
41. BUBNÍK, Z. ET AL.: Zaměření výzkumu pro využití sacharosy k nepotravinářským účelům v ČR. *Listy cukrov. řepář.*, 125, 2009 (1), s. 28–33.
42. ŠÁRKA, E.: Technologie škrobu a výrobků ze škrobu. In KADLEC, P.; MELZOGH, K.; VOLDŘICH, M. (edit.): *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2009, 534 s., ISBN 978-80-7418-051-4.
43. ŠÁRKA, E.; BUBNÍK, Z.: Morfologie, chemická struktura, vlastnosti a možnost využití pšeničného B-škrobu. *Chem. listy*, 104, 2010 (5), s. 318–325.
44. SVAROVSKY, L.: Separation, thickening, classification and washing of wheat starch with hydrocyclones. In *Proc. 6th Int. Conf. on Polysaccharides-Glycoscience*, 2010, s. 29–33.
45. ZHAO, J. G.; WHISTLER, R. L.: Spherical aggregates of starch granules as flavor carriers. *Food Technol.*, 48, 1994 (7), s. 104–105.
46. ŠÁRKA, E. ET AL.: Biodegradabilní kompozitní materiály na bázi pšeničného B-škrobu s upotřebením v zemědělství. *Listy cukrov. řepář.*, 127, 2011 (12), s. 402–405.
47. THAKORE, I. M. ET AL.: Studies on biodegradability, morphology and thermomechanical properties of LDPE/modified starch blends. *Europ. Polym. J.*, 37, 2001 (1), s. 151–160.
48. KOTEK, J. ET AL.: Biodegradovatelná kompozice na bázi modifikovaného škrobu a způsob její přípravy. PV 2011-848, 20. 12. 2011.

Šárka E.: By-products of Sugar and Starch Factories – Genesis, Use and Quality Optimization

The paper based on personal experience of the author focuses on new potential applications of three selected food by-products – carbonation mud and molasses coming from sugar industry and also of wheat B-starch from starch industry – and on optimization of their process parameters. Genesis and physico-chemical properties are therefore studied in detail.

Key words: carbonation mud, molasses, B-starch, waste recovery.

Kontaktní adresa – Contact address:

doc. Ing. Evžen Šárka, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav sacharidů a cereálií, Technická 5, 166 28 Praha 6 Dejvice, Česká republika, e-mail: evzen.sarka@vscht.cz

ROZHLEDY

Sabadi R., de Armas C., Hurtago R., Ribas M., Rostgaard L. Návrh a řízení varny cukrovaru (*Process synthesis and management i the boiling house of sugar factories*)

Článek popisuje tři případové studie syntézy modelu varny třtinového cukrovaru zaměřené na řízení a návrh varny. Protože převážná část zařízení na varně pracuje diskontinuálně, je nutné udržet stabilní provoz, správně koordinovat jednotlivé operace a práci zařízení varny tak, aby se dosáhlo požadovaného množství a parametrů výsledného produktu a stabilizovala se spotřeba páry. První model je založen na metodě aktivních sítí. Každému zařízení je přiřazen recept. Ten je reprezentován událostmi, operacemi a vazbami. Událost je časový okamžik, ve kterém se má daná činnost realizovat. Operace označují časové intervaly mezi začátkem a koncem události. Vazby určují priority omezujících podmínek pro události a operace. Hlavním cílem bylo studovat možnosti koordinace mezi zrníči, krystalizátory a odstředivkami s cílem maximálního využití zařízení a omezení kolísání odběru páry. Byla simulována tříproduktová varna vyrábějící 2 000 t cukru. Varma obsahuje 23 zrníčů, 14 nádrží, 52 krystalizátorů a 35 odstředivek a bylo vytvořeno 10 vhodných receptů. Pro rafinerii s 8 zrníči, 6 nádržemi, 11 krystalizátory a 17 odstředivkami bylo vytvořeno 6 receptů. Druhá studie použila metodu smíšeného lineárního programování a je zaměřena na návrh nejlepšího uspořádání a kapacit zařízení varny a možnosti studia řešení konfliktů mezi požadavky na operace a zařízení. Třetí studie je zaměřena na bilanci materiálů pro recepty na operátorské úrovni, cílem je vytvoření předpisu pro operátora tak, aby věděl kdy má operace začít a kolik materiálů musí mít k dispozici.

Int. Sugar J., 113, 2011, č. 1353, s. 640–646.

Řádek

Daniľuk Ju. V.

Zobecněný model extrakce fruktózy z invertovaných sirobů acetonem (*Oboščennaja model ekstrakciji fruktózy iz invertnych siropov acetonom*)

Byl vytvořen zdokonalený matematický model extrakce fruktózy z invertovaných sirobů acetonem. Výsledky výpočtu modelu se maximálně blíží experimentálním údajům. Provedené výpočty umožnily stanovit optimální technologické parametry procesu extrakce a najít maximální výtěžek produktu s obsahem fruktózy 55 % na sušinu. Je ukázáno, že optimální koncentrace sušiny ve výchozím invertovaném sirobu činí 41,2 %.

Sachar, 2012, č. 1, s. 57–60.

Hořejší, Gebler

Popova I. V., Sliva Ju. V.

Tvorba komplexů sacharidů čekanky s aminokyselinami a bílkovinami metodou kvantově chemického modelování (*Kompleksoobrazovanije uglevodov cikorija s aminokislotami i belkami po metodu kvantovo-chimického modelirovanija*)

Bylo provedeno kvantově chemické modelování cestou vzájemného působení stavebních jednotek inulinu a bílkovin kořenů čekanky, dokázána tvorba komplexů a optimalizováno geometrické uspořádání uvedených systémů, stanoven vliv hydratace na tvorbu komplexů.

Sachar, 2011, č. 12, s. 54–57.

Hořejší, Gebler