

Nová metoda separace koloidní sraženiny po předčeření

A NEW METHOD FOR SEPARATION OF COLLOIDAL PRECIPITATE AFTER PRELIMING

Jan Grabka – Politechnika Łódzka, Łódź, Polsko

Bez ohledu na kvalitu zpracovávané cukrové řepy by měla být epurace s oddělováním předčeřené sraženiny považována za optimální řešení technologické operace. Tato metoda umožňuje výrobu šťávy o vysoké čistotě, snížení spotřeby vápna a použití koloidní sraženiny k výrobě krmiva.

Po dobu téměř dvou set let byly v cukrovarnické technologii používány prakticky všechny klasické metody k separaci kalu, především sedimentace v dekantérech, odstředění v separátorech a odstředivkách, filtrace s přidavkem činidel usnadňujících separaci suspenzí, filtrace pomocí vakuových filtrů a flotace. Přehled těchto metod lze nalézt ve vědecké (1, 2) a technologické literatuře (4, 5).

Koloidní suspenze vysrážená vápenným mlékem je velmi kompresibilní. Již vrstva 1-2 mm tlustá snižuje filtrační rychlost na 1,2-1,5 dm³/m².min. Předčeřená sraženina nabývá struktury, která umožňuje oddělení zahuštěného podílu sedimentací. K tomuto účelu jsou kromě vápenného mléka přidávány do předčeřiče další látky:

- zahuštěný podíl z 1. a 2. saturace,
- alkalizovaný zahuštěný podíl z 1. a 2. saturace, aktivovaný kal,
- částečně vysaturované vápenné mléko,
- cukrokarbonát vápenatý (CSC).

Mimo to byl uskutečněn pokus zcela vyloučit vápno z epurace použitím membránových metod – ultrafiltrace a reverzní osmózy (9). Vysoké náklady na výrobu membrán, příliš velké kapacity cukrovarnické výroby, i 500–600 m³/h surové

šťávy, a nutnost získat termostabilní šťávu, znemožňují využití membránové metody v řepném cukrovarnictví.

Závěrem literárního přehledu lze uvést, že problém separace koloidní sraženiny z předčeřené šťávy proto nebyl dosud vyřešen jako důsledek nevhodných reologických vlastností kalu. Zahuštěné suspenze mají vysokou zdánlivou viskozitu, objevuje se tixotropie a dochází k vysoké hydrataci částic.

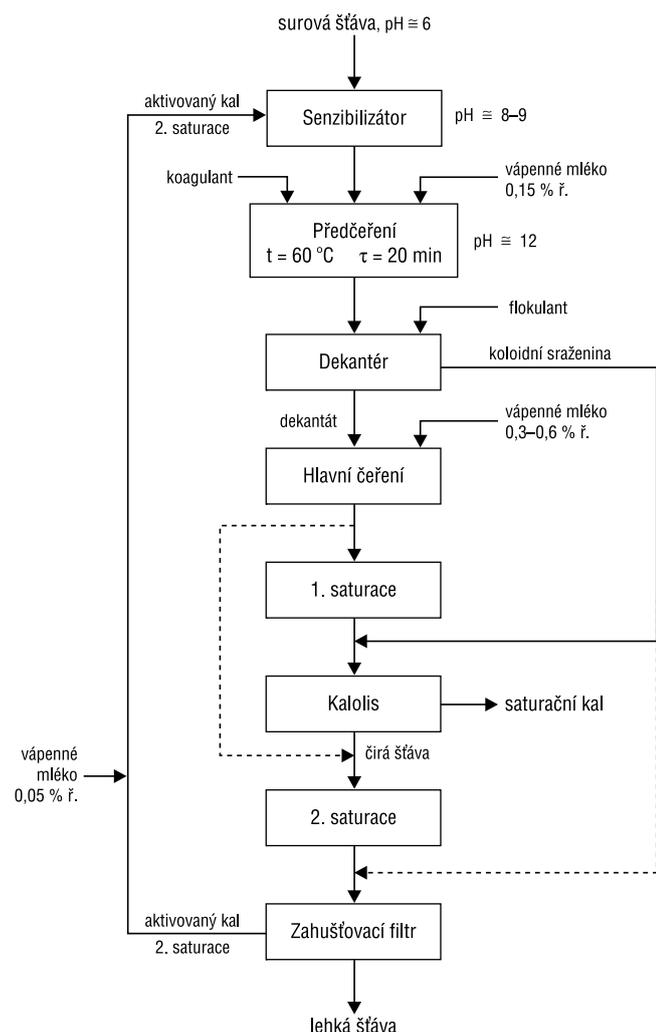
Experimentální část

Cílem předložené práce bylo vyvinout novou metodu k separaci koloidní sraženiny po předčeření při zpracování čerstvé, skladované, alterované, zmrzlé, uschlé (zavadlé) a zapařené řepy.

Práce je založena na základním výzkumu interakce sacharosy a vápenatého kationtu v modelových systémech sacharosa-hydroxid vápenatý a sacharosa-uhlíčan vápenatý v čistých cukerných roztocích a roztocích, které obsahují dextran o různé molární hmotnosti (5). Při těchto bádáních byla využita nukleární magnetická rezonance ¹³C NMR a rentgenová difrakce.

Velmi užitečnou a inspirující byla autorovi škola, kterou získal v cukrovaru Malbork v letech 1964 až 1971, kde cukrovarnické kampaně trvaly i do února. Za neméně důležité považuje i své technické aktivity v téměř celé Evropě – ve Španělsku v roce 1985 (teplota zde klesala k –20 °C), na Slovensku v roce 1996, v Maďarsku v roce 1997, na Ukrajině v roce 2002 a v Rusku

Obr. 1. Schéma nové metody separace koloidní sraženiny po předčeření



v letech 2005 až 2006, kde již na konci září a v říjnu teplotní rozdíly činily ± 20 °C. V některých případech (Španělsko 1985, Německo 1993) ani dávkování dextransy (10) ve velkém množství (přes 5 t/d) při zpracování řepy poškozené mrazem nevedlo k očekávaným technologickým výsledkům. Velkým zadostiučiněním bylo autorovi zveřejnění jeho článku v časopise International Sugar Journal (6), prvně publikovaného v časopise Gazeta Cukrownicza (7), týkající se aplikace chlornanu vápenatého při epuraci méně kvalitní řepy.

Zajímavou technickou zkušeností byla pro autora kampaň v cukrovaru Mosul v Iráku (1971), začínající v druhé polovině května (+50 °C ve stínu). Po dvou dnech nebyla řepa na provzdušňované a kryté ukládce zpracovatelná, dřev byla po nařezání tmavá až černá.

Ve všech těchto případech měl autor příležitost uvědomit si důležitost předčeření jako jednotkové operace v rámci epurace, především, aby bylo provozováno přesně ve správně navrženém Brieghel-Müllerově předčeřiči (8). V jednom cukrovaru v Polsku byla pozorována v roce 2007 velmi nevhodná progresivní křivka pH:

Komora	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
pH	8,6	9,6	10,6	11,1	11,3	11,5	11,8

Prakticky ve třech posledních komorách nebyl zjištěn žádný progresivní růst. V rozmezí pH 6–9 progresivita není nutná a surová šťáva může být alkalizována rychle na pH asi 9 ještě před předčeřením přidávkem aktivovaného kalu 2. saturace jako zdroje zárodků nukleace, nebo použitím simultánní předsaturace. Existuje analogie ke krystalizaci cukru, při které jsou dávkovány zárodky krystalizace. Následující pomalé progresivní předčeření v rozmezí pH 8–12 zajišťuje úspěšný vznik koloidní sraženiny s řádnou strukturou sekundárních agregátů. Doplňkové použití koagulantů a kationických flokulantů při předčeření umožňuje efektivní separaci koloidního kalu po předčeření.

Výše uvedené technologické a aparátové aspekty optimální koagulace koloidů při předčeření surové šťávy, získané ze řepy rozdílné technologické kvality, umožnily autorovi navrhnout novou metodu separace koloidní sraženiny, jak je znázorněna na obr. 1.

Technologicky čištění šťávy předchází pečlivé praní a čištění řepy včetně desinfekce pomocí biocidu PerVitox. Při extrakci optimální pH, teplota a přidávek PerVitoxu do řízkolisové vody zajišťuje surovou šťávu o čistotě o jednotku vyšší ve srovnání s tradiční extrakční technologií. Za těchto podmínek dochází k inaktivaci exogenních a endogenních enzymů v extraktoru, což umožňuje dosáhnout nárůst výtěžnosti cukru ze řepy.

Surová šťáva o pH 6 se přivádí do sensibilizátoru, kde se pH rychle zvýší na hodnotu asi 9 přidávkem 0,05–0,10 % ř. kalu 2. saturace aktivovaného vápenným mlékem. Takto alkalizovaná šťáva se vede do předčeřiče, navrženého podle Brieghel-Müllerova matematického modelu (8), čímž je zajištěn profil šťávy s nejuvhodnějším pH:

Komora	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
pH	8,1	8,7	9,1	9,6	10,2	10,9	11,5

Optimální koncový bod předčeření závisí na složení šťávy a zvláště na její přirozené alkalitě. Pokusy byly realizovány se skladovanou, alterovanou, zmrzlou a zapařenou řepou. U skladované řepy bylo optimální koncové pH po předčeření 11,25–11,50, pro zamrzlou řepu 10,6. Novostí metody byla aplikace koagulantu Flock KF-100L a katexového flokulantu DW-300C. Tab. I. ukazuje srovnání reologických parametrů koloidního kalu po předčeření vysráženého ze surové šťávy vápenným mlékem oproti kalu vysráženému kalem z 2. saturace aktivovaným vápenným mlékem a flokulantem (nová metoda). Touto novou metodou byly získány koloidní sraženiny s dobrými sedimentačními vlastnostmi s = 6–8 cm/min a $V_{25} = 15,0$ %. Při experimentech byl zákal dekantátu vystupujícího z dekantéru 0,6–0,7 mg CaO/dm³. Sraženina měla vysoký koncentrační poměr šťáva/kal $Z = 12$ kg/kg. Důležitou novostí epurační metody je zavedení zahuštěného podílu předčeřené šťávy do 1. saturace, s následující filtrací a vyslazením saturačního kalu na kalolisech.

Výhody nové metody pro separaci koloidního kalu po předčeření jsou následující:

1. Velmi dobrý epurační efekt přes 40 % bez ohledu na kvalitu základní suroviny.
2. Úspory vápna – pod 0,6 kg CaO/kg necukru.
3. Významné snížení ztrát cukru, poněvadž koloidní sraženina po předčeření je vyslázena společně se saturačním kalem (z 1. saturace).
4. Vyloučení působení horkého vápna během hlavního čerění na zkoagulované koloidy a drť v buněčné šťávě (nižší barva a obsah vápenatých solí v lehké šťávě).

5. Při zpracování velmi kvalitní řepy je možné po hlavním přečištění provést bezprostředně 2. saturaci na konečnou hodnotu pH lehké šťávy.

Souhrn

Je navržena nová metoda oddělování koloidní sraženiny po předčeření, která vzniká sražením aktivovaným zahuštěným podílem z 2. saturace, vápenným mlékem a kationickým koagulantem. Separovaný kal má dobré sedimentační vlastnosti při zpracování řepy rozdílné technologické jakosti. Metoda umožňuje epurační efekt vyšší než 40 % nezávisle na jakosti základní suroviny, při spotřebě vápna 0,6 kg CaO/kg necukrů. Nová metoda je ověřována v průmyslové praxi po celé Evropě.

Literatura

- GRABKA J.: Interaction of sucrose with calcium cations and its role in the epuration of juices in the sugar industry. *DSc Thesis. Zeszyty Naukowe Nr 598, Rozprawy Naukowe z. 137*, Politechnika Łódzka, Łódź 1990.
- GRABKA J.: ^{13}C NMR study of calcium-sucrose systems. *Spectros. Int. J.*, 1989 (7), s. 283–293.
- DOBZYCKI J.: *Chemical principles of sugar technology*. WNT, Warszawa 1984
- POEL P. W., SCHIWECK H., SCHWARZ T.: *Sugar Technology. Beet and Cane Sugar Manufacture*. Verlag Dr. Albert Bartens KG, Berlin, 1998.
- GRABKA J., WASIAK T.: Badania interakcji dekstranu i sacharozu z wodorotlenkiem wapniowym metoda ^{13}C NMR. *Gaz. Cukrown.*, 103, 1995, s. 21–22.
- GRABKA J.: Purification of low-quality raw juice with sodium hypochlorite. *Int. Sugar J.*, 96, 1994, s. 232–236.
- GRABKA J.: Oczyszczanie soku o obniżonej jakości z dodatkiem podchlorynu sodowego. *Gaz. Cukrown.*, 101, 1993, s. 66–69.
- WIKLUND O.: Ein mathematisches Model das Vorkalkungsgefäßes nach Brieghel-Müller. *Zucker*, 24, 1971 (18), s. 566–571.
- LIPNIZKI F., CARTER M., TRÄGLRDH G.: Applications of membrane processes in the beet and cane sugar production. *Zuckerind.*, 131, 2006 (1), s. 28–38.
- GRABKA J., WASIAK T.: Oczyszczanie soku surowego z buraków o obniżonej jakości z zastosowaniem dekstranazy IBT. *Gaz. Cukrown.*, 102, 1995, s. 181–184.

Tab. 1. Vlastnosti koloidního kalu vysráženého ze surové šťávy klasickou metodou (vápenným mlékem) a novou metodou (aktivovaným kalem 2. saturace a koagulantem)

	Klasická metoda	Nová metoda
1. Koefficient kompresibility	0,97	0,62
2. Filtrační koeficient Fk	35 s/m ²	< 5 s/m ²
3. Sedimentační rychlost s	1 cm/min	> 6 cm/min
4. Podíl částic pod 5 μm	71 %	23 %
5. Tixotropický index při pH = 11,2	7 260 W/m ²	280 W/m ²
6. Rovnovážné reologické parametry Ostwald-de Waelova exponenciálního modelu: - n_e - k_e	0,08 85,88	0,19 16,17

Grabka J.: A new method for separation of colloidal precipitate after preliming

A new method is proposed to separate colloidal sludge after preliming, precipitated with activated concentrate II, lime milk and cationic coagulant. The separated sludge is characterized by good sedimentation properties during processing of beet with different technological quality. The applied method enables over 40% juice purification, irrespective of raw material quality, at lime consumption below 0.6 kg CaO/1 kg on nonsugar. The new method has been verified in industrial practice in all Europe.

Přeložil Evžen Šárka

Kontaktní adresa – Contact address:

Prof. dr. hab. inž. Jan Grabka, Politechnika Łódzka, Wydział biotechnologii i nauk o żywności, Instytut chemicznej technologii żywności, Zakład cukrownictwa, ul. B. Stefanowskiego 4/10, 90-924 Łódź, Polska, e-mail: grabka@snack.p.lodz.pl.