

Vývoj metody čištění surové šťávy se separací kalu po předčeření

DEVELOPMENT OF A RAW JUICE PURIFICATION METHOD WITH SLUDGE SEPARATION AFTER INITIAL LIMING

Bożenna Poleć, Andrzej Baryga

Institut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
Zakład Cukrownictwa, Leszno, Polsko

Složení necukrů surové šťávy kolísá a závisí na technologické kvalitě zpracovávané řepné suroviny. Některé necukry se mohou tvořit během skladování nebo zpracování cukrovky. Může nastat situace, že cukrovka uskladněná na hromadách opakovaně zmrazí a rozmrazí předtím, než je zpracována. Zpracování suroviny nižší technologické jakosti přináší řadu obtíží. Dlouhodobě je pozorováno zhoršení termostability cukerných šťáv, které se projevuje významnými změnami v parametrech lehké šťávy, jako jsou nárůst barvy a tvrdosti (obsahu vápenatých solí), ztráta alkality, zhoršení epuračního efektu, nárůst obsahu invertního cukru apod. Dopady degradace řepné bulvy, které vedou ke komplikacím při chodu technologického procesu, se projevují zvláště v rozkladu cukru, nárůstu obsahu invertního cukru a v rozpadu tkáně bulev, která způsobuje zhoršení kvality řepné šťávy (1). Cílem klasické metody epurace vápnem a oxidem uhličitým je z roztoku odstranit co nejvíce necukrů, a zvláště necukerných povrchově aktivních látek a koloidních sloučenin. Během epuračního procesu vzniká uhličitán vápenatý, který adsorbuje necukry přítomné ve šťávě.

V průmyslové praxi nemusí být klasická metoda epurace postačující k tomu, aby byla získána lehká šťáva s dobrými parametry, zvláště pokud je cukrovka horší technologické jakosti. Parametry lehké šťávy mohou být zlepšeny, pokud je oddělen kal po předčeření a když je sraženina uhličitá vápenatého z 1. a 2. saturace použita pro tento proces.

Uhličitán vápenatý se vyskytuje v několika krystalografických formách – počínaje nejméně stabilním amorfním $\text{CaCO}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$, dále jde o vaterit, kosočtverečný aragonit a hexagonální kalcit (2). Adsorpční mechanismus se vysvětluje jednak fyzikálním jevem, růstem povrchu, a fyzikálně-chemickým, schopností vytvářet vodíkové vazby s molekulami adsorbovaných látek. Ve shodě s pravidlem, že adsorpční kapacita úzce souvisí s poklesem stability CaCO_3 , sražený CaCO_3 časem ztrácí svou adsorpční kapacitu. Uhličitán vápenatý je tedy „in statu nascendi” silnější adsorbent než čerstvě sražený CaCO_3 (3).

Výzkum rentgenovou krystalografií prováděný BARYGOU (4, 5) na kalu 1. saturace šťávy reaktivované při teplotách 25 °C a 70 °C umožnil formulovat dvě hypotézy ohledně zlepšení aktivity a adsorpčních vlastností uhličitá vápenatého.

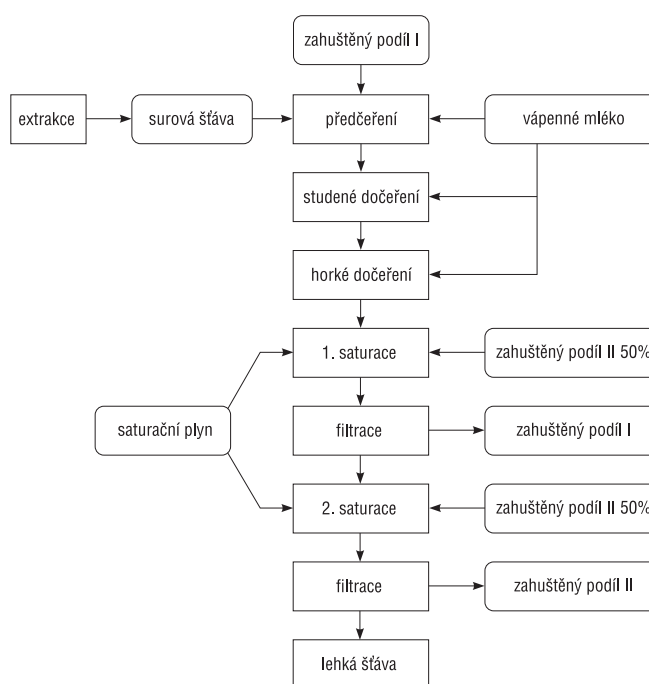
Realizovaný výzkum měl za cíl potvrdit hypotézy získané na základě laboratorních modelových roztoků a porovnat je se získanými výsledky testů s cukrovarnickými šťávami v průmyslových podmínkách. Experimenty byly prováděny se šťávami z cukrovaru s použitím směsi sraženiny uhličitá vápenatého po 1. a 2. saturaci. Na základě výsledků byla naše pozornost věnována specifickým fyzikálním a chemickým faktorům srážecí reaktivity, a to při teplotách 25 °C a 70 °C.

Čištění šťáv z řepy nižší technologické jakosti, která se dosud používá, se jeví jako nedostatečně účinné. Hlavním cílem výzkumu bylo provést komparativní studii epuračních metod pro šťávu získanou z řepy nižší technologické jakosti. Byly porovnávány dvě metody: klasická epurace a epurace s využitím směsi sraženiny uhličitá vápenatého z 1. a 2. saturace (zahuštěný podíl I a II) a s oddělením kalu po předčeření. Po rentgenografické analýze polymorfních forem uhličitá vápenatého v cukrovarských šťávách byl učiněn pokus vytvořit modifikovaný způsob čištění surové šťávy, ve kterém by byly použity reaktivované zahuštěné podíly I a II.

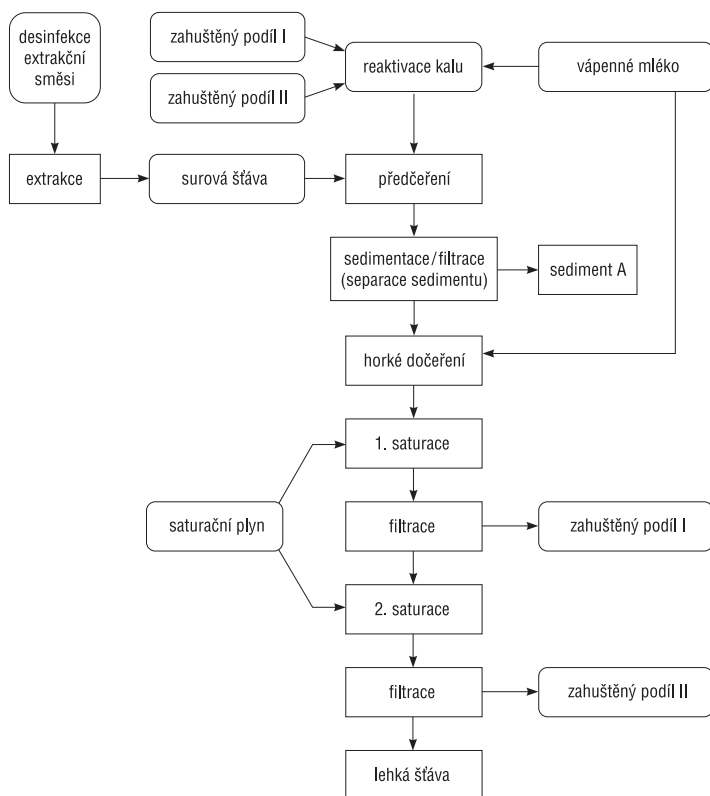
Materiál a metody

Použitým materiálem pro výzkum byly řepné řízky a surová šťáva, odebírané z cukrovaru během zpracování řepy nižší technologické jakosti. Epurační pokusy byly realizovány v mikrotechnickém měřítku v cukrovaru. Šťávy byly podrobeny epuraci podle klasického schématu na obr. 1. a podle epuračního schématu s reaktivovanou směsí zahuštěných podílů I a II

Obr. 1. Schéma klasické epurace



Obr. 2. Schéma epurace s oddělováním kalu po předčeření



a se separací kalu po předčeření, jak znázorňuje obr. 2. Jednotlivá stanovení byla provedena podle „Analytických metod výrobní kontroly v cukrovarech“ (6).

Výsledky a diskuse

Tab. I. a II. uvádějí průměrné výsledky epuračních cyklů při použití klasické metody (obr. 1.) a při použití epurace s reaktivací směsí zahuštěných podílů I a II a se separací kalu po předčeření (obr. 2.). Při porovnání parametrů lehké šťávy pro epuraci s 20 °C zjistíme, že použití šťávy s reaktivací a separací kalu mělo za důsledek snížení barvy šťávy z 1 520 IU na 1 050 IU, snížení tvrdosti ze 145 mg CaO/100 g suš. na 59 mg CaO/100 g suš., zvýšení epuračního efektu z 20,3 % na 38,5 % a zvýšení čistoty lehké šťávy z 92,2 % na 93,4 % (7).

Když se porovnají výsledky parametrů lehké šťávy z tab. II, lze učinit závěr, že kvalita lehké šťávy získaná epurací s reaktivovanou směsí uhličitanu vápenatého a oddělením předčeřené sraženiny je lepší než kvalita šťávy získaná klasickým postupem. Lze pozorovat pokles tvrdosti z 205 mg na 135 mg, pokles barvy z 1 860 IU na 1 460 IU, nárůst epuračního efektu z 23,7 % na 34,1 % a čistoty lehké šťávy z 92,6 % na 94,2 %. Výsledky epurační metody s využitím směsi sraženiny uhličitanu vápenatého reaktivované po první a druhé saturaci při teplotách 25 °C a 70 °C ukazují, že kvalitativní parametry lehké šťávy jsou

Tab. I. Porovnání průměrných výsledků epuračních zkoušek s použitím klasické metody a při reaktivaci směsi zahuštěných podílů při 25 °C a se separací kalu po předčeření

Parametr	Surová šťáva	Lehká šťáva
Epurace konvenční metodou		
Sacharizace (%)	16,0	14,8
Polarizace (%)	15,0	13,6
Čistota (%)	90,4	92,2
Epurační efekt (%)	–	20,3
Alkalita (g · 100 ml ⁻¹)	–	0,01
pH	neměřeno	8,8
Tvrdost (mg CaO/100 g suš.)	–	145
Barva při 560 nm (IU)	–	1 520
Epurace s použitím aktivace při teplotě směsi zahuštěných podílů I a II 25 °C a při separaci kalu po předčeření		
Sacharizace (%)	16,0	15,5
Polarizace (%)	14,9	14,3
Čistota (%)	90,4	93,4
Epurační efekt (%)	–	38,5
Alkalita (g · 100 ml ⁻¹)	–	0,01
pH	6,1	8,7
Tvrdost (mg CaO/100 g suš.)	–	59
Barva při 560 nm (IU)	–	1 050

Tab. II. Porovnání průměrných výsledků epuračních zkoušek s použitím klasické metody a při reaktivaci směsi zahuštěných podílů při 70 °C a se separací kalu po předčeření

Parametr	Surová šťáva	Lehká šťáva
Epurace konvenční metodou		
Sacharizace (%)	13,7	13,5
Polarizace (%)	12,4	12,5
Čistota (%)	90,5	92,6
Epurační efekt (%)	–	23,7
Alkalita (g · 100 ml ⁻¹)	–	0,01
pH	neměřeno	8,6
Tvrdost (mg CaO/100 g suš.)	–	205
Barva při 560 nm (IU)	–	1 560
Epurace s použitím aktivace při teplotě směsi zahuštěných podílů I a II 70 °C a při separaci kalu po předčeření		
Sacharizace (%)	16,5	16,3
Polarizace (%)	14,7	14,9
Čistota (%)	89,4	93,2
Epurační efekt (%)	–	38,5
Alkalita (g · 100 ml ⁻¹)	–	0,015
pH	6,1	8,9
Tvrdost (mg CaO/100 g suš.)	–	52
Barva při 560 nm (IU)	–	1 100

podobné. Barva šťávy, tvrdost a epurační efekt jsou srovnatelné. Nárůst teploty v tepelně degradované řepě přispívá k uvolňování pektinových a bílkovinných látek a k rozkladu sacharosy na invertní cukr a organické kyseliny. Pravděpodobně se zde také projeví rozpad tkáně bulev. Proto by proces extrakce a čištění surové šťávy z řepy, která byla tepelně degradována, měl být nastaven podle stupně poškození bulev.

Použití separace kalu po předčeření s využitím reaktivované sraženiny uhličitánu vápenatého v provozních podmínkách potvrdilo, že je možné získat vyšší technologické efekty v porovnání s těmi, které jsou získány klasickou metodou epurace.

Závěry

Lze shrnout, že klasická epurace poskytuje dobré výsledky v eliminaci necukrů z čištěného média za podmínky, že jsou zpracovávány pouze zdravé řepy proměnlivé technologické jakosti. Řepy degradované nárůstem teploty, která má za důsledek uvolnění pektinových a bílkovinných látek a rozklad sacharosy na invertní cukr a organické kyseliny, vyžadují přízpůsobení extrakce cukru a epuračního procesu podle stupně poškození řepných bulev.

Vzhledem k relativně vysokému obsahu makromolekulárních látek v surové šťávě, které mají vysokou afinitu k vodě, defekosaturační zpracování umožňující dehydrataci těchto látek a jejich snazší aglomeraci se stává naprosto nutností. Použití separace kalu po předčeření s aktivovanou sraženinou uhličitánu vápenatého při 25 °C potvrdilo možnost získání technologické výhody v porovnání s klasickou metodou. Aplikace separace kalu po předčeření může být využita ke zpracování řepy nižší technologické jakosti, což může být významné v prodloužených a dlouhých cukrovarnických kampaních.

Souhrn

Výzkum měl za cíl ověřit správnost hypotéz formulovaných na základě laboratorních experimentů s modelovými roztoky. Získané výsledky byly porovnány s výsledky získanými při epuraci při průmyslových podmínkách. Byly realizovány testovací cykly klasické epurace a vyvinuté metody s reaktivací zahuštěného podílu I a II pomocí vápenného mléka a se separací předčeřené sraženiny. Aplikace nové metody vedla v porovnání s klasickou ke snížení barvy lehké šťávy, k poklesu tvrdosti, zvýšil se epurační efekt a čistota lehké šťávy.

Výzkum čištění surové šťávy s využitím reaktivace uhličitánu vápenatého a se separací kalu po předčeření vedl k vývoji nové epurační metody, která může být využita, pokud je zpracovávána surovina horší technologické jakosti.

Klíčová slova: reaktivace, rentgenová krystalografie, separace kalu, polymorfni struktura, epurace.

Literatura

1. WALERIAŃCZYK, E.; ŽERO, M.: Praktyczne przesłanki do weryfikacji zużycia CaO w cukrowniach. *Gaz. Cukrown.*, 2005 (6), s. 162–167.
2. ADAMSON, A. W.: *Cbemia Fizyczna Powierzchni*. Warszawa: PWN, 1963.
3. DOBRZYCKI, J.: *Cbemiczne podstawy technologii cukru*. Warszawa: WNT, 1984.
4. Baryga A.: *Oczyszczanie soków cukrowniczych aktywowanym węglanem wapniowym po oddzieleniu miazgi buraczanej*. Łódź, 2002. Rozprawa Doktorska, Politechnika Łódzka.
5. BARYGA, A.; GRABKA J.: Zkoumání struktury polymorfních modifikací uhličitánu vápenatého v roztocích sacharosy rentgenovou metodou. *Listy cukrov. řepář.*, 121, 2005 (4), s. 146–149.
6. BUTWIŁOWICZ, A.: *Metody analityczne kontroli produkcji w cukrowniach*. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW, 1997.
7. BARYGA, A.: *Opracowanie sposobu oczyszczania soku surowego z oddzieleniem osadu po nawapnianiu wstępnym*. (not published), 2007–2010.

Poleć B., Baryga A.: Development of a Raw Juice Purification Method with Sludge Separation after Initial Liming

This study aimed to validate the accuracy of the hypotheses formulated on the basis of laboratory tests of model solutions. The results obtained were compared with those obtained during the process of factory juice purification carried out under industrial conditions. The classical method of raw juice purification and a developed method of purification with reactivated with lime water slurry I and II and sludge separation after an initial liming were used in test cycles. The application of the latter method resulted in the decrease of thin juice coloration, in the drop of the calcium salt content, increasing of purification effect and the purity of thin juice. This research on the purification of raw juice with the use of reactivation with calcium carbonate and separation of sludge after initial liming led to the development of a new purification method which may be applied when material of lower technological value is processed.

Key words: reactivation, X-ray crystallography, sludge separation, polymorphic structure, raw sugar juice purification.

Kontaktní adresa – Contact address:

Andrzej Baryga, Ph.D., prof. Waclaw Dąbrowski Institute of Agricultural and Food Biotechnology, Sugar Department, Inżynierska 4, 05-084 Leszno, Poland, e-mail: baryga@poczta.onet.pl

ROZHLEDY

Kowalska M., Malczak E., Gajownik B., Sumińska T. Aplikace ozonu při čištění řepných šťáv (Ozone application in the sugar beet raw juice purification process)

Ve studii bylo sledováno a porovnáno chemické složení a mikrobiální kontaminace ozonizovaných a neozonizovaných surových šťáv, včetně lehkých šťáv po ozonizaci.

Ozonizace proběhla za těchto podmínek: doba ozonizace 4 h, průtok ozonu 600 l.h⁻¹, teplota šťávy 18 °C, objem vzorku 4 l. Do surové šťávy bylo přidáno 255,5 g ozonu na 1 l za minutu. Následkem ozonizace došlo k poklesu počtu mikroorganismů, zabarvení surové šťávy se snížilo na 63,3 % původní hodnoty a obsah redukcijících látek se snížil o 15 %. Bohužel, nebyl prokázán podstatný vliv ozonizace na epuraci šťáv, jak z hlediska snížení barevnosti šťávy, tak i obsahu vápenatých solí v lehké šťávě.

Int. Sugar J., 119, 2017, č. 1420, s. 274–278.

Kadlec