

## Usadeniny v zahrievačoch difúznej šťavy.

J. VAŠÁTKO

### A. Ako zabrániť vzniku usadenín.

1. Problém vzniku usadenín v zahrievačoch difúznej šťavy sa doteraz celkom nepreskúmal. Mnohí autori uvažovali o tomto probléme, avšak ich posudok sa týka predovšetkým šťavy, ktorá sa predčerala pri nižšej teplote vápnom, pridávaným naraz, ako to navrhovali napr. *Spengler*, *Böttger* a *Tödt* (1). Priame pokusy vykonali *Breyer* (2) a *Hannicka* (3). Ak vyhriali šťavu asi na 60°C ešte pred vstupom do zahrievačov, napr. už v difúznej odmerke, množstvo usadeniny v zahrievačoch sa podstatne zmenšilo. Tak vznikla domnienka o vplyve takzv. kritickej teploty asi 60°C, pri ktorej sa tvorí sraženina. Avšak podľa iného názoru (*Barta*, 4) vznikajú usadeniny v zahrievačoch aj pri teplote pod 50°C. Často sa odporúča, aby sa do šťavy, ktorá sa za studena predčerala naraz pridaným vápnom, pridalo dodatočne pred vstupom do zahrievačov ešte asi 0,1—0,2% CaO.

2. Ak prechádza zahrievačom difúzna šťava bez predchádzajúcej prísady vápna, t. j. šťava tel quel s natívnou aciditou, môžu sa taktiež tvoriť usadeniny. Avšak na túto závalu sa v praxi ponosujú menej, ako keď sa šťava za studena naraz optimálne predčerala.

Týmto problémom sme sa už pred časom zaoberali (*Dědek* a *Vašátko*, 5). Zistili sme, že rôzne difúzne šťavy s natívnou aciditou (bez prísady vápna), majú rozdielnu náchylnosť vylučovať usadeniny v zahrievačoch. Poznali sme, že vzniknutiu týchto usadenín v zahrievačoch môžeme úspešne zabrániť vhodným prídavkom kalnej prvej saturovanej šťavy do difúznej šťavy pred progresívnym predčerovaním. Nejde však o *Pšeničkov* (6) spôsob, ktorý v snahe, aby zlepšil filtrovateľnosť prvej saturovanej šťavy, odporúčal pridávať do šťavy v difúznych odmerkách menšiu časť vápna, napr. 0,25—0,50% CaO, a potom ešte prvú saturovanú šťavu, napr. 10—20%. Tento postup by sme, ako to z ďalšieho vyplýva, nemohli použiť, ak chceme šťavu správne progresívne predčerovať, aby sme tak dosiahli príslušné priaznivé výsledky.

3. Ak teda chceme doceliť dobrú filtrovateľnosť šťavy, nesmieme ju napr. v difúznych odmerkách pred vlastným progre-

sívnym predčerovaním alkalizovať ľubovoľným, dokonca azda nadoptimálnym množstvom vápna. Nebezpečenstvo nepriaznivého predchádzajúceho zvýšenia alkality je však v tomto prípade väčšie, ako pri jednoduchom prídavku kalnej prvej saturovanej šťavy. Množstvo prídavanej prvej saturovanej šťavy treba však voliť tak, aby sme pri nasledujúcom predčerovaní mali ešte možnosť využiť progresívny prídavok vápna pred koagulačným optimom. Prídavok prvej saturovanej šťavy nesmie byť teda nadmerne veľký, lebo by sme sa na koagulačnej krivke veľmi priblížili ku koagulačnému optimu, najmä pri väčšej alkalite tejto nefiltrovaney prvej saturovanej šťavy. Ďalší progresívny prídavok vápna nemohol by už vyvolať plný filtračný efekt šťavy, ktorá sa dodatočne dočerila a ešte vysaturovala.

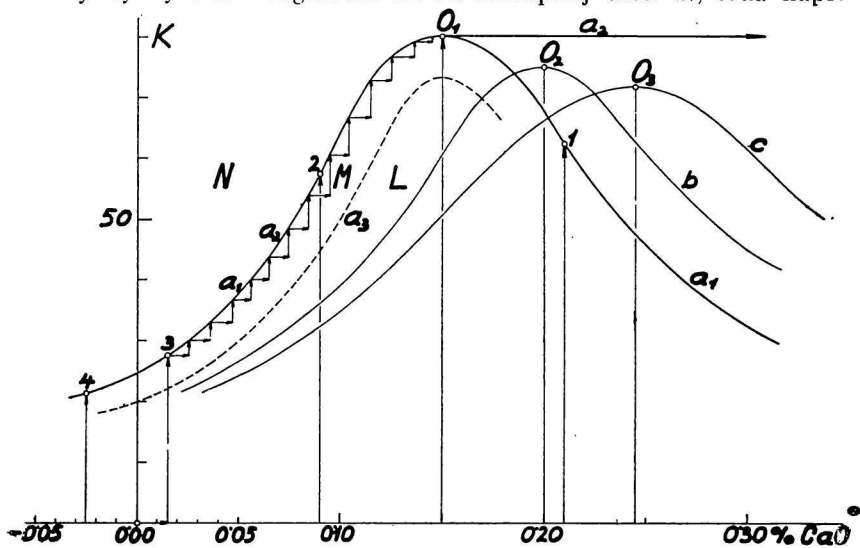
## B. Alkalizovanie difúznej šťavy pred vlastným progresívnym predčerovaním.

1. Tieto pomery nám ukazuje *diagram 1*. Krivka  $a_1$ ,  $b$  a  $c$  so svojím vzostupom k optimu a nasledujúcim poklesom znázorňuje koagulačný priebeh pri čerení rozdielnych difúzných štiav, ktorý sa dosiahol na  $r$  a  $z$  pridaným vápnom do šťavy. Optimum sa dosahuje — podľa šťavy — pri rôznej alkalite čerenej šťavy, teda vplyvom rozdielnych prídavkov vápna. Takto pridaným vápnom vylúčená srazenina sa v jeho nadbytku ľahko reeptizuje, lebo má jemnozrnejšiu štruktúru.

Keď však vápno prídávame postupne, t. j. progresívne, vylúči sa v metastabilnej oblasti  $M$  (bez vybočenia do oblasti labilnej presýtených roztokov  $L$ ) taká hrubozrná srazenina, ktorá je už veľmi odolná oproti rozpúšťacej schopnosti nadbytku vápna. Jej rozpúšťacia rýchlosť sa teda podstatne zmenšila (*Dědek a Vašátko*, 7, 8). Preto koagulačná krivka od optima  $O_1$  mení svoj tvar a prebieha ďalej vo smere  $a_2$ . Tento pracovný postup znázorňujú šípky v oblasti  $M$ .

Tým však dostávame zvýšenú filtračnú rýchlosť predčerenej, prípadne ešte dočerenej a saturovanej šťavy. Ak sa má tento efekt dosiahnuť, treba udržiavať pozvoľný vzrast alkality prídavkom vápna pokiaľ možno v celom rozsahu vzostupu koagulácie až k optimu  $O_1$ . Prekročenie optima nadoptimálnym množstvom vápna pri progresívnom predčerovaní nie je však na škodu. Naopak, zaručuje nám, že u rôznych štiav, ktorých akosť sa mení podľa složenía repy (takže čeriacie optimum vyžaduje raz viacej, inokedy menej vápna), dosiahneme optimum vždy aj bez sústavného laboratórneho kontrolovania. Treba tu však prídávať vápno progresívne v určitom časovom rozpätí, ktoré závisí na pracovných podmienkach. Napr. pri  $60^{\circ}\text{C}$  sa toto optimum dosiahne asi za 15 minút, pri nižšej teplote až za 20 minút, pri vyššej teplote už však za kratší čas, napr. za 10 minút pri  $80^{\circ}\text{C}$ .

Na *diagrame 1* vidieť, že v nijakom prípade nemožno dosiahnuť určitý efekt progresívneho predčerovania, ak prídavok vápna pred vlastným predčerovaním bol väčší, ako vyžaduje čeriace optimum. Takýmto nesprávnym predehádzajúcim prídavkom vápna by bol napr. jeho nadoptimálny prídavok do difúznej odmerky, ktorý by vyvolal koaguláciu už na sostupnej časti  $a_1$ , teda napr.



*Diagram 1.*

*Koagulácia necukrov v repnej šťave, zapríčinená naraz pridaným vápnom a vápnom prídavaným progresívne.*

Na úsečke: celková alkalita šťavy v % CaO po prísade vápna.

Na poradnici: vzniklý koagulát K.

$a_1, b, c$ , = koagulačné krivky rôznej šťavy s optimami  $O_1, O_2, a O_3$ , ako krivky rozpustnosti necukrov po rozdielnych prídavkoch vápna (naraz).

$a_2$  = krivka progresívnej koagulácie, ktorej vzostupná časť k optimu  $O_1$  splýva s krivkou  $a_1$ .

$N$  = oblasť menasýtených roztokov proteínov (necukrov).

$M$  = metastabilne presýtené roztoky. Šípky v tejto oblasti ukazujú presnú progresívnu prísadu vápna.

$L$  = labilne presýtené roztoky.

$a_3$  = krivka rozdeľujúca oblasť presýtených roztokov na oblasť  $M$  a  $L$ .

$I$  = koagulácia nadoptimálnym množstvom vápna.

$2$  = koagulácia podoptimálnym množstvom vápna.

$3$  = koagulácia po prísade menšieho množstva kalnej prvej saturovanej šťavy.

$4$  = koagulácia pri natívnej acidite repnej šťavy.

v bode 1. Každé ďalšie „predčervenanie“ by bolo v tomto prípade celkom zbytočné. Avšak práve tak aj po predchádzajúcom prídavku vápna, ktorý priamo vyvoláva koagulačné optimum  $O_1$ , by sme už nemohli očakávať nijaký efekt progresívnej koagulácie. Progresívne koagulovať môžeme totiž len pred dosiahnutím optima.

Menší prídavok vápna naraz, ktorý dáva koaguláciu ešte p r e d dosiahnutím optima, je však tým škodlivejší, čím sme bližšie k optimu, lebo potom môžeme na účinnú progresívnu koaguláciu využiť už len menšie množstvo vápna. Napr. prídavok vápna, ktorý dáva koaguláciu 2, nie je vhodný, lebo už dostávame mnoho srazeniny v labilnej oblasti L. Túto srazeninu však už malým progresívne pridaným množstvom vápna nemôžeme previesť v hrubozrnnú formu. Takéto nedopatrenie sa v cukrovaroch taktiež často vyskytuje, a je príčinou ich podpriemerných výsledkov.

2. Prídavok nefiltrovanvej prvej saturovanej šťavy môže zvyšovať alkalitu difúznej šťavy už iba oveľa menej. Jej alkalita závisí na voľnom vápne v kale (*Kobliha* a *Paleček*, 9); alkalita prvej saturovanej šťavy môže byť napr. až 0,150% CaO, ba aj viac. Časť tohoto voľného vápna sa spotrebuje na neutralizovanie natívnej acidity, ktorá u normálnej difúznej šťavy býva asi — 0,025% CaO. Preto predchádzajúci prídavok nefiltrovanvej prvej saturovanej šťavy do difúznej šťavy môže zvyšovať alkalitu tejto šťavy oveľa menej ako vápno, takže progresívne predčervenanie môžeme potom využiť vo veľkej miere.

Prevádzkovými pokusmi sme zistili, že vzniku usadenín môže-  
me úspešne zabrániť prídavkom asi 15% nefiltrovanvej prvej saturovanej šťavy (na objem difúznej šťavy) do difúzných odmeriek. Takáto prísada môže len celkom mierne posunovať na koagulačnej krivke počiatočný bod, od ktorého potom ďalej začíname s progresívnym prídavkom vápna. V tomto prípade teda smiešame najprv difúznu šťavu s 15% nefiltrovanvej prvej saturovanej šťavy a smes potom vyhrejeme prvou skupinou zahrievačov asi na 55°—60°C. Nato začneme progresívne pridávať vápno, takže vlastne konáme progresívnu koaguláciu napr. od bodu 3 na *diagrame 1*.

Progresívne predčerenú šťavu môžeme dočerovať vápnom alebo ihneď pri tej istej teplote (55°—60°), alebo až po pretečení cez druhú skupinu zahrievačov, keď ju dohrejeme napr. na 80°—85°C. Ak týmito zahrievačmi prechádza správne progresívne predčerená šťava, usadeniny už zpravidla nevznikajú.

### C. Priaznivý vplyv progresívneho predčerenia.

1. Tieto praktické skúsenosti sú ďalším dokladom rozdielnosti medzi optimálnym predčerením n a r a z pridaným vápnom a medzi p r o g r e s í v n y m predčerením, čo sa prejavuje aj v

odlišnom nebezpečenstve vylučovania usadenín v zahrievačoch šťavy.

Musíme si vopred uvedomiť, v ktorom okamihu sa môžu usadeniny tvoriť. Vznik usadenín je daný jednak stupňom presýtenia vylúčiteľných necukrov pri určitej teplote, jednak reakciou roztokov. Len čo sa dosiahne určité kritické presýtenie, začnú sa tvoriť usadeniny.

Keďže koagulát vzniká pri každej reakcii (avšak v rozdielnom množstve), môže sa aj pri natívnej acidite difúznej šťavy ( $\text{pH} = 6,0$  až  $6,5$ , resp. acidita asi  $-0,025\%$   $\text{CaO}$ ) vylučovať jeho malá časť vo forme usadeniny pri vyhrievaní (bod 4 na *diagrame 1*) Túto závalu môžeme úspešne odstrániť, ako sme to už uviedli, vplyvom  $\text{CaCO}_3$ , ktorý sme pridali spolu s kaľom nefiltrovanej prvej saturovanej šťavy.

2. Malým množstvom vápna pridaného do šťavy, ako je tomu pri predčerovaní, vylúči sa najprv určitý počet koagulačných zárodkov, a až potom nastane vlastná koagulácia. Toto medzidobie závisí pri tej istej šťave na množstve vápna, na teplote a spôsobe čerenia. Ak však šťava prechádza zahrievačmi ešte pred ukončením koagulácie, môžu sa usadeniny tvoriť ľahko. Musíme sa preto snažiť, aby sme koaguláciu dosiahli už pred vstupom do zahrievačov.

Ak sa repná šťava predčerala optimálnym množstvom vápna, ktoré sa pridalo n a r a z, tu sa vylučuje koagulát zo značne presýteného roztoku vo forme nerovnorodej štruktúry. Na vysrážanie všetkej srazeniny treba dlhší čas. Preto sa často pozoroval priaznivý vplyv tzv.  $\text{pH}$ -prestávky (keď sa repná šťava optimálne naraz predčerala) pred dočerením nadbytkom vápna. Nebezpečenstvo vzniku usadenín v zahrievačoch je pri tomto spôsobe väčšie lebo koagulácia necukrov v šťave sa pred pretečením cez zahrievače zriedkakedy ukončí.

3. Ak sa však repná šťava správne p r o g r e s í v n e predčerala vápnom po určitý čas, je tomu opačne. Celá koagulácia prebieha pri tomto spôsobe, ako vidieť na *diagrame 1*, iba v medziach takého presýtenia necukrov, že srazenina môže len rásť, avšak nové jemné zrno sa už tvoriť nemôže. Len čo dosiahneme koagulačné optimum, nie sú už v šťave prítomné nijaké koagulačné zárodky. Preto je v takomto prípade nebezpečenstvo tvorenia usadenín v zahrievačoch veľmi malé, lebo sa v nich už koagulát nemôže nanovo vylučovať.

## S ú h r n .

V tejto zpráve sme sa zaoberali vznikom usadenín v zahrievačoch difúznej šťavy, a spôsobom, ako tejto závade zabraňovať. Predčerovanie naraz pridávaným vápnom je pre vznik usadenín (inkrustácií) vždy nebezpečnejšie ako predčerovanie progresívne,

ktoré pri správnom pracovnom postupe už nemôže zapríčiniť tvorenie sa usadenín. Preto sa diskutovalo o presnej práci takýmto spôsobom a poukázalo sa na chyby, ktorých sa môžeme dopustiť nesprávnym predchádzajúcim alkalizovaním šťavy nevhodným prídavkom vápna. Ak chceme zabrániť, aby sa v zahrievačoch tvorily usadeniny z difúznej šťavy s natívnou aciditou, treba vopred pridať asi 15% nefiltrovanvej prvej saturovanej šťavy a až potom progresívne predčerovať.

*Výskumná stanica cukrovarnícka  
pri Slovenskej vysokej škole technickej  
v Bratislave.*

*J. Vašátko: Sedimentations (Incrustations) in the Heating Apparatus of the Beet - juice.*

In this article the formation of incrustations in the heating apparatus of beet - juice is treated. It is also suggested how this working fault can be prevented. The preliminary sedimentation made with added lime suddanly, is always more dangerous for the formation of incrustations than when it is made with progressive preliminary sedimentation. Certainly with the right handling of the progressive preliminary sedimentation incrustations cannot be formed. Therefore the correct working of this method is discussed. At the same time the working faults are shown, which through a wrong alkalisation of the juice with unsuitable addition of lime can be introduced. If we would prevent the formation of the incrustations in the heating apparatus from the beet - juice at a natural acidity, therefore the addition of approximately 15% of the unfiltered first saturation juice followed by the progressive preliminary sedimentation (*Dědek-Vašátko*) is to be recomanded.

*Research Department of the Sugar Industry  
at the Technical University, Bratislava.*

#### Literatúra

1. O. Spengler, St. Böttger a F. Tödt: Zt. Ver. Zuckerind. 82, 1932, 1.
2. O. Breyer: D. Zuckerind. 64, 1939, 299, 385.
3. A. Hannicka: D. Zuckerind. 64, 1939 348.
4. A. Barta: D. Zuckerind. 64, 1939, 427; 65, 1940, 115.
5. J. Dědek a J. Vašátko: Neuvěřené pokusy 1943.
6. E. Pšenička: Listy cukrov. 39, 1920/21, 1.
7. J. Dědek: Separattryck av förhandlingar vid Svenska Sockerfabrikssdirig. Förenings årsmöte d. 14—15 mars 1933.
8. J. Vašátko: Listy cukrov. 52, 1933/34, 157.
9. K. Koblíha a E. Paleček: Listy cukrov. 49, 1930/31, 199.