

SPÔSOB SPRACOVANIA CUKROVÉHO CIROKU (*SORGHUM SACCHARATUM*) NA JEDLÝ SIRUP

J. VAŠÁTKO, J. ŠTUDNICKÝ

Katedra glycidov a potravín Chemickej fakulty Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave

Táto práca nadväzuje na výsledky pokusov bývalého Výskumného ústavu cukrovarníckeho (t. č. Oddelenie glycidov a biochémie Chemického ústavu Slovenskej akadémie vied), ktoré sa týkajú výroby jedlého sirupu z cukrového ciroku, a dali preto podnet k ďalšiemu laboratórnemu a prevádzkovému výskumu, ako ďalej zdokonaľovať túto výrobu. Zvlášť dôležitá je otázka zlepšenia farby sirupu. Nie menej dôležitá je otázka čistenia lisovanej šťavy, lebo od správneho čistenia závisí kvalita budúceho výrobku.

V práci sme sa zamerali najmä na tieto úseky:

- a) zlepšenie filtrácie čistenej lisovanej šťavy,
- b) odstraňovanie škrobu,
- c) vplyv pH na farbu sirupu pri zahusťovaní,
- d) vplyv nedokonale odstránených listov a klasov na kvalitu sirupu,
- e) odfarbovanie sirupu,
- f) vyskúšanie niektorých typov odpariek z hľadiska ich použiteľnosti na výrobu kvalitného sirupu,
- g) poloprevádzková výroba jedlého sirupu.

a) Zlepšenie filtrácie čistenej lisovanej šťavy

Vašátko, Kohn, Hýblová [4] odporúčajú použiť na čistenie lisovanej cirokovej šťavy kyselinu fosforečnú, prípadne aj kyselinu sírovú, ktorú pridávali v množstve asi 0,2 % na šťavu. Túto dávku kyseliny fosforečnej rozdelili na dve časti: menšiu, asi 0,05 %, ktorá sa pridáva pred povarením šťavy na čiastočnú inverziu sacharózy a na uľahčenie mazovatenia prítomného škrobu; ďalšiu, väčšiu prísadu kyseliny fosforečnej, asi 0,15 %, pridávali po scukornení škrobu. Úlohou tejto prísady je zlepšiť filtrovateľnosť kalu, ktorý sa tvorí pri čistení šťavy. Voluminóznou fosforečnan vápenatý, ktorý vznikol neutralizáciou celého množstva H_3PO_4 , adsorbuje čiastočne aj farbu cirokovej šťavy.

V zahraničí používajú na odstraňovanie kalu z čistenej cirokovej šťavy kalolisy. Aj na Slovensku sa pomýšľa použiť kalolisy pri tejto práci. Je samozrejmé, že čím ľahšie sa dá šťava prefiltrovať a čím lepšie sa „dorazí“ kalolis, tým hospodárnejšia bude práca na tejto stanici.

V cukrovarníctve používané „simultánne čerenie a saturácia“ zlepši filtráciu v porovnaní s normálnym teplým čerením až o 800 % [1]. Tento spôsob čistenia sme vyskúšali aj pri cirokovej šťave.

Experimentálna časť

Vylisovanú cirokovú šťavu sme krátko povarili s prídavkom 0,05 % H_3PO_4 a po ochladení na 63 °C a upravení pH asi na 6 sme škrob scukornili sladovým extraktom. Ďalší prídavok 0,15 % H_3PO_4 sme do šťavy pripúšťali veľmi pomaly a za stáleho miešania. Súčasne sme priebehom asi 5 minút opatrne pridávali aj vápenné mlieko tak, že sa reakcia stále pohybovala v blízkosti pH = 7. Pritom sa však nikdy neprešlo do alkalického oblasti. Filtračnú schopnosť takto čistenej šťavy sme porovnávali s filtráciou šťavy, čistenej bez simultánneho pridávania kyseliny a vápenného mlieka.

Filtračnú rýchlosť sme merali mikrofiltrom [2] i malým tlakovým filtrom. Tlakový filter pozostáva zo železného valca obsahu asi pol litra. Na dierkované dno valca sa dá jemné mosadzné pletivo a na to filtračná plachetka. Veko valca možno vzduchotesne utiahnuť. Tlak v uzavretom valci sa môže zvýšiť pomocou bicyklovej pumpy, lebo v hornej časti valca je zamontovaný bicyklový ventil. Je tam aj manometer na meranie tlaku.

S uvedeným filtrom sme pracovali takto:

Filter sme upevnili na železnú kadičku a naliali sme doň pol litra kalnej šťavy. Po 10 minútach sme vymenili železnú kadičku a zmerali sme objem filtrátu. Zároveň sme filter uzavreli a zvýšili tlak odrazu na 0,5 atm pretlaku. Po ďalších 10 minútach sme opäť zistili objem filtrátu a zvýšili tlak vo filtri o ďalších 0,5 atm. Podobným spôsobom sme postupovali ešte niekoľkokrát.

Uvedieme príklad, ako zlepšilo „simultánne“ čerenie a saturácia filtráciu cirokovej šťavy. Použili sme 3 rôzne vzorky.

1a) Vylisovanú šťavu sme 20 minút odstredovali v kadičkovej odstredivke značky „Chirana“ pri 3000 obrátkach za jednu minútu. Sediment sa rozdelil na 3 vrstvy: spodná bola svetlozelená (drviná), stredná biela (škrob) a vrchná tmavozelená (chlorofyl). Štava bola šedozelená a kalná. Dala sa ľahko zliať zo sedimentu. Pridali sme do nej 0,05 % H_3PO_4 , povarili, ochladili na 63 °C a upravili pH na 6 na scukornenie. Hoci jódová reakcia na škrob bola negatívna, vykonali sme scukornenie, aby boli pracovné podmienky rovnaké ako v ostatných prípadoch. Potom sme šťavu opäť zahriali do varu a za stáleho miešania sme pripúšťali ďalších 0,15 % H_3PO_4 za súčasného pridávania vápenného mlieka, ako sme už spomenuli. Filtračnú rýchlosť sme stanovili jednak mikrofiltrom, jednak na tlakovom filtri.

1b) Postupovali sme podobne ako v prípade 1a, ale druhý prídavok kyseliny sa dial naraz a až potom sme neutralizovali šťavu.

2a) Vylisovanú šťavu sme nechali sedimentovať 6 hodín (výška vrstvy 20 cm) a na ďalšie spracovanie sme použili šťavu nad sedimentom. Túto sme opatrne stiahli a čistili „simultánne“ ako v prípade 1a.

2b) Štavu sme získali stiahnutím zo sedimentu ako v prípade 2a a čistili sme ju normálne ako v prípade 1b.

3a) Používali sme šťavu tak, ako sa získala lisovaním (aj s drvinou), a čistili sme ju „simultánne“ ako v prípadoch 1a a 2a.

3b) Štava sa čistila aj s drvinou obyčajným spôsobom ako v prípadoch 1b a 2b.

Tab. 1 a 2 svedčia o tom, že súčasné, t. j. „simultánne“ pridávanie kyseliny a vápenného mlieka zlepši filtračnú rýchlosť kalnej šťavy. Tvoriaci sa fosforečnan vápenatý obaluje prítomné organické nečistoty, ktoré inak spôsobujú mazlavosť kalu.

Známe sú aj iné spôsoby zlepšenia filtrácie, ktoré sa všeobecne používajú v chémii. Je to napr. pridávanie pomocných filtračných látok do filtrovaného média. Preto sme vyskúšali filtráciu za pomoci vopred zrážaného $CaCO_3$ a saturačnej kriedy V-K (Vašátko-Križan), vyrobenej z cukrovarníckeho saturačného kalu.

Tabuľka 1

tlak pri filtrácii	filtračný čas, minúty	množstvo filtrátu, ml					
		1a	1b	2a	2b	3a	3b
bez tlaku	10	124	114	86	75	75	71
0,5 atm	10	122	82	95	58	79	70
1,0 atm	10	74	72	79	53	63	61
1,5 atm	10	63	62	69	44	47	46
2,0 atm	10	53	54	57	38	41	41
2,5 atm	10	45	48	52	37	36	34
3,0 atm	10	40	41	43	27	34	31
3,5 atm	10	36	38	44	24	30	29
spolu	80	557	511	525	356	405	383

Tabuľka 2

označenie	1a	1b	2a	2b	3a	3b
filtračné číslo v sekundách, stanovené mikrofiltrom	35,1	41,0	37,0	61,9	35,6	53,6

Tabuľka 3

tlak pri filtrácii	filtračný čas, minúty	bez prídavku	kalná šťava	
			+1 % CaCO ₃	+1 % kriedy V-K
0,5 atm	10	77 ml	89 ml	82 ml
1,0 atm	10	49 ml	71 ml	60 ml
1,5 atm	10	39 ml	43 ml	55 ml
2,0 atm	10	29 ml	43 ml	37 ml
2,5 atm	10	30 ml	31 ml	31 ml
3,0 atm	10	23 ml	31 ml	29 ml
3,5 atm	10	22 ml	31 ml	25 ml
spolu	70	269 ml	339 ml	319 ml

Z tab. 3 vyplýva, že prídavok pomocnej filtračnej látky zlepši odfiltrovanie kalu, ktorý sa vytvorí pri čistení cirokovej šťavy. Ponúka sa tu otázka, ako by sa filtrovala šťava, ktorá by neobsahovala organické necukry, ale len fosforečnan vápenatý.

Pripravili sme si preto 15 % roztok sacharózy, do ktorého sme pridalí 0,05 % kyseliny fosforečnej a povarili 10 minút. Potom sme pridalí ďalších 0,15 % H₃PO₄ a za horúca sme roztok neutralizovali vápenným mliekom na brómtymolovú modrú. Kalný roztok sme filtrovali za rovnakých podmienok ako v uvedených prípadoch. Tento roztok sa prefiltraval približne desaťkrát rýchlejšie ako čerená ciroková šťava. Pri 0,5 atm pretlaku sa totiž odfiltrovalo 553 ml šťavy za 6 minút.

Ako vidieť, štava, ktorá obsahuje len zrazeninu fosforečnanu vápenatého, filtruje dobre. Filtračné ťažkosti spôsobujú hrubé a koloidné nečistoty lisovanej štavý.

Pri filtrácii štavý so stlačiteľným kalovým koláčom, ako je to pri širokovej štave, je významný filtračný tlak [3]. Štava, ktorú sme prefiltrovali voľne cez plachetku, filtrovala veľmi dobre (500 ml za jednu minútu), kým tá istá štava, filtrovaná od začiatku pri 2,0—2,4 atm, pretekala horšie (100 ml za jednu minútu). Mazlavý kal upcháva póry plachetky hneď po použití vyššieho tlaku, jej vrstva sa stlačí a tým zabraňuje ďalšej hladkej filtrácii. O tom sme sa neskôr pri poloprevádzkovej výrobe mnoho ráz presvedčili.

Pri filtrovaní kalnej širokovej štavý čistenej obyčajným spôsobom musíme počítať s tým, že za rovnakého tlaku náhle klesá filtračná rýchlosť. Napríklad pri stanovení filtračnej rýchlosti mikrofiltrum preteká druhý ml za 53,6 sekúnd a tretí ml už za 2 minúty. Preto musí byť v prevádzke zariadenie, ktoré dovoľuje postupne zvyšovať tlak na kalosoch.

b) Odstraňovanie škrobu

Ciroková štava, z ktorej sa pred čistením neodstránil škrob, filtruje veľmi zle. Akonáhle sa však scukorní škrob v tej istej štave, filtrácia sa podstatne zlepši.

Odstraňovanie škrobu scukornením je jednoduché a nevyžaduje nákladné strojové zariadenie. Má však tú nevýhodu, že sa štava dlho udržuje pri zvýšenej teplote scukornovania (1 hodinu pri 63 °C). Tým je daná možnosť prifarbovania.

Vašátko, Kohn, Hýblová [4] vyskúšali pri svojich prevádzkových pokusoch inú metódu odstraňovania škrobu, t. j. hydrolýzou zriedenou H_2SO_4 v konvertore. Aj pri tejto metóde sa štava veľmi prifarbuje.

Pri týchto pokusoch používali na predčistenie štavý sedimentáciu škrobu. Zistili, že vo vysokých nádobách prebieha sedimentácia veľmi pomaly, a preto odporúčali používať nižšie nádoby. Pri našich pokusoch sme preto použili 500 ml odmerné valce, v ktorých výška sedimentujúcej vrstvy štavý bola 28 cm. Pracovali sme takto:

Vylisovanú štavu sme rozdelili do odmerných valcov po 500 ml. Štavu sme nechali rôzne dlho sedimentovať a po uplynutí určitého času sme zistili množstvo sedimentu. Nad sedimentom sme opatrne stiahli 400 ml štavý a v 200 g tejto štavý sme stanovili obsah škrobu. Zvyšok stiahnutej štavý sme čistili jednorazovým prídavkom 0,2 % H_3PO_4 , potom nasledovala po povarení neutralizácia vápenným mliekom na brómtymolovú modrú. V kalnej štave sme pri teplote 80 °C stanovili filtračnú rýchlosť mikrofiltrum.

Obsah škrobu sme určili takto: 200 g štavý sme odstreďovali 10 minút; štavu sme zliali zo sedimentu, ktorý sme niekoľkokrát prepierali alkoholom a éterom. Vypraný škrob sme napokon vysušali pri teplote 105 °C a stanovili ho vážením.

Uvedieme dva príklady, z ktorých vidieť, ako sa dá odstrániť škrob sedimentáciou (tab. 4 a 5).

Sedimentáciou možno síce odstrániť škrob, ale len pokiaľ sa použije nízka sedimentačná vrstva. Keďže však taká sedimentácia prebieha pomaly, je možnosť kontaminácie štavý. Výška sedimentu ubúda pomaly, ale pravidelne. Podobne sa mení aj obsah škrobu. Filtrácia vykazuje optimum, ktoré závisí od času. Po dlhšom státi sa štava kontaminuje a filtruje opäť horšie, hoci v nej obsah škrobu klesá.

V tab. 5 sme uviedli výsledky pokusov, pri ktorých sme získali štavu z celej rastliny, čiže lisovali sme aj listy aj klasy. Sedimentu je preto menej ako v tab. 4, lebo vylisovanú štavu sme pred sedimentáciou precedili cez laboratórnu utierku. Tým sme množstvo sedimentu znížili na štvrtinu. Je to dôležitý poznatok, lebo ako neskôr uvedieme, pri odstraňovaní škrobu centrifugovaním predĺžime takto pracovnú periódu odstreďivky.

Tabuľka 4

sedimentačný čas, hodiny	množstvo sedimentu v % objemu	filtračné číslo mikrofiltrom	obsah škrobu v %
0	0	3 min. 39,4 sek.	0,36
2	18,4	1 min. 11,6 sek.	0,08
4	15,6	1 min. 30,4 sek.	0,06
6	14,8	6 min. 10,2 sek.	0,06
8	14,4	6 min. 15,6 sek.	0,04

Tabuľka 5

sedimentačný čas, hodiny	množstvo sedimentu v % objemu	filtračné číslo mikrofiltrom	obsah škrobu v %
0	0	15 min. 39,2 sek.	0,31
2	4,8	5 min. 36,6 sek.	0,11
6	4,2	1 min. 34,2 sek.	0,08
8	4,0	4 min. 55,8 sek.	0,07
24	3,8	3 min. 18,5 sek.	0,05

V prevádzke samozrejme použijeme na cedenie šťavy sitá. Pri laboratórnych pokusoch sme používali súpravu sít (s priemerom ôk od 4 do 0,1 mm), ktoré sa obvykle používajú v technológii maltovín. Stanovili sme čas, za ktorý pretečie šťava sitami zaradenými za sebou podľa veľkosti ôk. Štavu sme získali lisovaním celej rastliny, aby obsahovala čo najviac suspendovaných látok. Výsledky zachycuje tab. 6.

Tabuľka 6

priemer ôk	čas prietoku 3900 ml šťavy	poznámka
4	37,2 sek.	= čas nalievania
2	37,2 sek.	= čas nalievania
1	37,6 sek.	= čas nalievania
0,5	2 min. 15,0 sek.	drvinu bolo treba prehrabávať
0,2	2 min. 15,0 sek.	drvinu bolo treba prehrabávať
0,1	5 min.	drvinu bolo treba prehrabávať

Došli sme k názoru, že aj pri priemyslovom spracovaní cirokovej šťavy bude potrebné použiť na predčistenie sitá. Vyskúšané veľkosti otvorov sú vhodné na odstraňovanie hrubých a suspendovaných nečistôt šťavy. Sitá by bolo potrebné upraviť tak, aby sa dali ľahko čistiť (vymieňať), resp. aby sa drvina mohla zo sita nepretržite odstraňovať.

Našou ďalšou snahou bolo odstraňovať škrob centrifugovaním. Je však otázka, ako dlho treba štavu odstredovať, aby sa odstránil všetok škrob.

Už sme spomínali, že pri odstredovaní precedenej štavu v kadičkovej odstredivke dostávame sediment pozostávajúci z troch vrstiev. Spodná vrstva je drvína, stredná škrob a vrchná chlorofyl. Preto sme štavu rôzne dlho odstredovali pri 3000 obrátkach za jednu minútu a stanovili sme škrob v príslušnom sedimente (tab. 7).

Tabuľka 7

čas odstredovania, minúty	množstvo odstránene- ného škrobu v %
1	0,09
2	0,14
3	0,15
4	0,16
5	0,16

Po poslednom odstredovaní bola jódomá reakcia na škrob už len málo pozitívna. Škrob sme stanovili vážením po viacnásobnom vypieraní sedimentu alkoholom a éterom a po opätovnom odstredovaní.

Práca na prerušovane pracujúcich centrifúgach je pri priemyselnej výrobe jedlého cirokového sirupu nemysliteľná. V laboratóriu sme vyskúšali odstredovanie štavu na Sharplesovej prietokovej supercentrifúge. Štava, ktorú sme odstredili pri ca 14 000 obrátkach za jednu minútu, obsahovala už len 0,02 % škrobu. Takúto štavu stačí už len povariť, aby sa organické koloidy vylúčili z roztoku. Filtračná schopnosť kalnej štavu bola prakticky rovnaká ako najlepšia filtrovateľnosť štavu predčistenej sedimentáciou a čistenej kyselinou fosforečnou a vápenným mliekom. Filtračnú schopnosť sme v tomto prípade merali takto:

Na štandardný filter sa naleje 100 ml horúcej kalnej štavu, zistí sa čas, za ktorý pretečie 50 ml filtrátu. Namerali sme 3 minúty a 24,4 sekúnd (filtračná schopnosť štavu pri normálnom čistení bola v optimálnom prípade asi 3 minúty).

c) Vplyv pH na farbu sirupu pri zahusťovaní

Pri zahusťovaní sa ciroková štava obyčajne prifarbuje. Zapričiňujú to najmä redukujúce cukry a listové farbivo, ktoré sa pri lisovaní dostáva do štavu. Listové farbivo má indikátorovú povahu, ako o tom už písali Vašátko, Kohn, Hýblová [5].

Pre prax je veľmi dôležité zistiť, na akú hodnotu sa má upraviť pH pred zahusťovaním, aby sa sirup pri určitej teplote čo najmenej zafarbil. Závislosť prifarbovania cirokovej štavu od pH sme skúšali takto:

Vylisovanú štavu sme precedili a čistili prídavkom 0,2 % H_3PO_4 a vápenným mliekom. Takto pripravenú ľahkú štavu sme rozdelili na päť dielov, v ktorých sme pH upravili na rôznu hodnotu prísadou HCl alebo NaOH. V každom podiele sme stanovili pH a absorpciu svetla (objektívnym kolorimetrom značky „Haack“ za použitia rôznych filtrov).

Štavu sme v rovnakých porcelánových miskách zahusťovali na vriacom vodnom kúpeli. Po zahusťovaní sme sirupy zriedili na pôvodnú sušinu a znova sme stanovili pH a farbu (tab. 8).

Tabuľka 8

vzorka	1	2	3	4	5
pH pred zahusťovaním	4,5	5,1	6,5	8,3	9,3
100 × E oranžový filter	0,4	0,4	0,4	0,9	1,3
zelený filter	1,7	2,2	2,7	3,6	4,1
fialový filter	4,6	5,0	5,5	9,1	10,8
červený filter	0,9	0,9	0,9	2,7	2,7
pH po zahusťovaní pri 100 °C	4,7	5,2	5,9	5,8	5,8
100 × E oranžový filter	1,3	1,3	1,3	3,2	6,5
zelený filter	6,0	6,0	4,6	11,3	28,4
fialový filter	15,5	14,9	10,8	22,9	39,8
červený filter	1,7	1,7	1,7	3,6	7,6

pH v zahustených sirupoch sa podstatne líši od pH štiav pred zahusťovaním, a to najviac v kyslej a alkalicknej oblasti. Pri zahusťovaní nastáva čiastočný rozklad redukujúcich cukrov, na čo sa spotrebuje jednak alkalicky reagujúci komponent v šťave, jednak v kyslých roztokoch i kyslá zložka, a tak po zahusťovaní dochádza k poklesu pH alkalicky redukujúcich roztokov alebo k vzostupu pH kyslých roztokov.

V tab. 8 okrem toho vidieť aj intenzívnejšie prifarbovanie sirupu v alkalicknej oblasti a čiastočné prifarbovanie i v kyslej oblasti. Zapričiňujú to aj rozkladné produkty redukujúcich cukrov podobne ako tmavnutie štiav v cukrovarníctve.

Najvhodnejšie je zahusťovať šťavu, v ktorej sme pri čistení upravili pH na 6,5—7,0. Pritom je veľmi dôležité, aby sme sa v nijakom prípade nedostali do alkalickej oblasti, lebo už aj miestne prealkalizovanie znamená zhoršenie farby.

d) Vplyv nedokonale odstránených listov a klasov na kvalitu sirupu

Pri úprave cukrového ciroku na lisovanie je najdôležitejšou úlohou dokonale odstrániť listy a klasy, aby sa nedostali do lisu. Z listov sa pri lisovaní dostane do šťavy listové farbivo, ktoré veľmi zhoršuje farbu šťavy, ďalej rôzne látky, ktoré zhoršujú chuť a vôňu sirupu. Pri lisovaní klasov sa zvýši obsah škrobu v šťave a zhorší sa aj kvalita výrobku.

Doteraz nie je u nás vyriešená otázka mechanického odstraňovania týchto škodlivých častí rastliny, t. j. listov a klasov. Pri doterajších prevádzkových pokusoch sa to robilo ručne, pravda, ak pri tom listy a klasy vôbec boli odstránené. V zahraničí sa však na túto dôležitú, ale obťažnú operáciu používajú stroje. Bolo by veľmi potrebné, keby sa uvedenou otázkou zaoberali strojní odborníci a navrhli príslušné zariadenie.

e) Odfarbovanie sirupu

Pozorovali sme, že šťava, ktorá má možnosť intenzívne sa stýkať so vzduchom, tmavne. Na zabránenie oxydácii sme používali SO₂. Skúmali sme vplyv pretrepávania šťavy so vzduchom, s prísadou SO₂ a bez nej na farbu šťavy.

1. Do ľahkej šťavy sme pridali 0,1 % NaHSO_3 a pol hodiny sme pretrepávali so vzduchom na Cahnovej trepačke.

2. Pridali sme tak isto 0,1 % NaHSO_3 , ale šťavu sme nepretrepávali.

3. Šťavu sme pretrepávali bez prídavku chemikálií.

4. Pôvodná ľahká šťava.

Dobre vidieť priaznivý vplyv SO_2 na farbu cirokovej šťavy. Napríklad v pokuse 1, 2, 3 a 4 sa zistila farba v $^{\circ}\text{St}/100^{\circ}\text{Bg}$ 14,8; 14,2; 27,2; 27,2. Obyčajné pretrepávanie v uzavretej fľaške nemá však nijaký účinok na farbu šťavy.

Také veľké množstvo SO_2 , aké sme použili v uvedenom prípade, kazí chuť i vôňu sirupov. Sírené sirupy majú štiplavú chuť a zapáchajú po rybách. V ďalšom sme preto používali menší prídavok SO_2 na zabránenie prifarbovania.

1. Do ľahkej šťavy sme pridali 0,1 % H_2SO_3 a vákuove zahustili na sirup.

2. Do tejto vzorky sme pridali len 0,01 % H_2SO_3 a postupovali sme podobne ako v prípade 1.

Tabuľka 9

pokus		1	2
sušina pred zahusťovaním	$^{\circ}\text{Bg}$	13,6	13,6
sušina po zahusťovaní	$^{\circ}\text{Bg}$	78,8	75,0
farba pred zahusťovaním	$^{\circ}\text{St}/100^{\circ}\text{Bg}$	38,8	38,8
farba po zahusťovaní	$^{\circ}\text{St}/100^{\circ}\text{Bg}$	34,9	30,5

Podľa výsledkov v tab. 9 vidíme, že stačí i celkom malý prídavok SO_2 , aby sa šťava pri zahusťovaní neprifarbovala, ba dokonca sa čiastočne odfarbila. Všeobecne nemožno však odporúčať kyselinu siričitú ako odfarbovacie činidlo, lebo kazí chuť a vôňu výrobku. Možno ju však použiť v tom prípade, ak chceme zabrániť kontaminácii lisovanej šťavy.

Iným účinným prostriedkom proti prifarbovaniu šťavy je chlórové vápno. Použili sme ho pri čistení šťavy. Chlórové vápno vplýva aj na filtračnú rýchlosť čistenej šťavy [1].

Vylisovanú šťavu sme rozdelili na dve časti. Prvú časť sme čistili normálne kyselinou fosforečnou a vápenným mliekom. Druhú časť sme spracovali takto:

Do vylisovanej šťavy sme pridali 0,05 % H_3PO_4 a povarili sme ju 10 minút. Pri teplote 63°C sme do šťavy pridali 4 objemové percentá 8 % sladového extraktu a pri tejto teplote sme škrob scukorňovali 1 hodinu. Potom sme pridali ďalších 0,15 % H_3PO_4 a šťavu sme znova zahriali do varu. Neutralizovali sme práškovým CaCO_3 , ku ktorému sme pridali 0,5 % chlórového vápna. Neutralizáciu sme dokončili vápenným mliekom na brómtymolovú modrú.

Tabuľka 10

pokus	1	2
filtračné číslo, sekundy	55,0	7,2
sušina, $^{\circ}\text{Bg}$	13,5	17,2
farba, $^{\circ}\text{St}/100^{\circ}\text{Bg}$	14,1	6,0

V oboch prípadoch sme filtračnú rýchlosť stanovili mikrofiltrom po skončenej neutralizácii pri teplote 80 °C. Farbu získanej ľahkej šťavy sme stanovili Stammerovým kolorimetrom (tab. 10).

Prídavok chlóróvého vápna zlepšuje síce farbu šťavy a filtračnú rýchlosť, ale kazí chuť a vôňu.

Na zlepšenie farby cirokového sirupu sme preto ďalej nepoužívali chemikálie (SO₂ a chlóróvé vápno), ale práškové odfarbovacie uhlie. Pridávali sme ho do jednotlivých vzoriek, a to 0,6 % na váhu stredného sirupu.

1a) Štavu sme získali z dokonale očistených stebiel. Ľahkú šťavu sme z nej pripravili po odstredení Sharplesovou supercentrifúgou jednoduchým povarením a filtráciou.

1b) Pri získavaní šťavy sme postupovali rovnako ako v prípade 1a, len ľahkú šťavu sme pripravili čistením odstredenej šťavy kyselinou fosforečnou a vápenným mliekom.

2a) Lisovanú šťavu sme získali z celej rastliny. Ďalší postup bol rovnaký ako v prípade 1a.

2b) Štavu sme tak isto získali z celej rastliny, ale pri čistení sme postupovali rovnako ako v prípade 1b.

Uvedeným kvantom aktívneho uhlia možno zo stredného sirupu odstrániť asi 50 % farebných látok (tab. 11).

Tabuľka 11

pokus	1a	1b	2a	2b
sušina ľahkej šťavy, °Bg	20,5	20,5	19,0	20,2
sušina pri odfarbovaní, °Bg	48,2	48,0	51,0	54,0
farba ľahkej šťavy, °St/100 °Bg	7,0	7,8	35,0	38,1
farba pred odfarbením °St/100 °Bg	7,8	8,5	25,4	23,6
farba po odfarbení °St/100 °Bg	3,0	3,6	14,4	18,3

f) Vyskúšanie niektorých typov odpariek z hľadiska ich použiteľnosti na výrobu kvalitného sirupu

Pri doterajších prevádzkových pokusoch v Bolerázi (Kohn a Veselý) bola na závalu okrem iného aj nevhodná odparka na zahusťovanie cirokovej šťavy. Našou snahou bolo nájsť takú odparku, ktorá by zahusťovala cirokovú šťavu čo najrýchlejšie a pri nízkej teplote, aby nemohlo dôjsť k nežiadúcemu prifarbovaniu.

Za tým účelom sme urobili pokus v konzervárni v Sládkovičove. Ľahkú cukrovárnickú šťavu sme po dobu 1—3 hodín invertovali prísadou 0,7 % HCl v uzavretých drevených sudoch pri teplote 70—80 °C. Išlo nám o získanie šťavy podobného zloženia, ako je ciroková šťava, najmä pokiaľ ide o obsah redukujúcich cukrov.

Farba invertovanej ľahkej šťavy bola 7 °St/100 °Bg. Po inverzii sa šťava prifarbila, preto sme ju odfarbili prídavkom 0,3 % odfarbovacieho uhlia. Do odparky sme natahovali šťavu, ktorá mala farbu 3 °St/100 °Bg.

Zahusťovanie 20 hl šťavy vo vákuovej duplikátorovej odparke trvalo 9 1/2 hodiny, teda abnormálne dlho, pričom sa sušina šťavy zvýšila zo 16,5 °Bg na 63,5 °Bg. Zahusťovalo sa pri teplote 62—70 °C a pri malom vákuu 600 mm Hg. Je prirodzené, že pri takom dlhom zahrievaní sa šťava veľmi prifarbila. Farba sirupu zriedeného na pôvodnú sušinu bola 25,9 °St/100 °Bg oproti 3 °St/100 °Bg pred zahustením.

Vyskúšali sme aj vákuovú cirkulačnú odparku značky „Alcupra“. Použili sme pri tom čistý invertovaný cukrový roztok. Zo 4 q raфинády sme pripravili sirup 70 °Bg, ktorý sme po dobu 45 minút invertovali prídavkom 0,1 % HCl pri teplote 65 °C. Pomer sacharózy k invertnému cukru bol 1 : 1. Invertovaný sirup sme neutralizovali sódou na brómtymolovú modrú a zriedili na 15 °Bg. Túto takmer vodojasnú šťavu sme zahustili na sirup 64 °Bg asi za 5 hodín. Za ten čas sa zafarbila šťava na 12,0 °St/100 °Bg z pôvodných 1,1 °St/100 °Bg.

Ďalší prístroj, na ktorom sme skúšali zahusťovať ľahkú cirokovú šťavu, bola poloprevádzková odparka, celá sklená, ktorá sa používa na zahusťovanie ovocnej šťavy pri veľmi nízkej teplote.

Princípom tejto odparky je zvýšená odparovacia schopnosť šťavy, ktorá v podobe tenkého filmu steká po vyhratej ploche. Pozostáva z 2 m dlhého guľôčkového chladiča, v plášti ktorého prúdi teplá voda. Do hornej časti chladiča zasahuje kapilára (asi do hĺbky štyroch guľôčok), ktorou sa natahuje odparovaný roztok. Prítok odparovaného roztoku sa reguluje skrútkovou tlačkou. Na hornom konci chladiča nad prítokom odparovanej šťavy je zapojená vodná výveva. Pary odchádzajú cez guľôčkový chladič do zbernej nádoby na kondenzát a ďalej do vývevy. Na vývevu je zapojená aj spodná zberná nádoba na zahustenú šťavu, aby sa zmiernil odťah na hornom konci kolóny. Dlhá odparovacia kolóna je totiž nasadená na menší chladič (ktorý má zamedziť rozkladu odparovaných látok pri vyššej teplote) a ten na zbernú nádobu. Vyhrievanie sa deje medenou špirálou, zamontovanou do kolobehu teplej vody.

Takáto odparka nevyhovuje pre cirokovú šťavu ani výkonom ani konštrukčne. Závadou je tu pena, ktorá sa tvorí pri odparovaní cirokovej šťavy a ktorá celkom vyplní odparovaciu kolónu odparky. V dôsledku toho ide potom pomaly pritekajúca šťava v podobe peny celá do kondenzátu, resp. do vývevy.

g) Poloprevádzková výroba jedlého sirupu

Poloprevádzkovou výrobou jedlého cirokového sirupu sa zaoberali pracovníci vtedajšieho Výskumného ústavu cukrovarníckeho v Bratislave už r. 1950 [4]. Pri terajšej výrobe mali sme za úlohu vyskúšať niektoré spôsoby týkajúce sa strojového zariadenia i technologického postupu.

Pri laboratórnych skúškach sme zistili, že škrob z lisovanej cirokovej šťavy stačí odstrániť centrifugovaním a netreba ho seukorňovať. Preto pri poloprevádzkovej výrobe sme na odstraňovanie škrobu použili kalovú odstredivku značky „Alfa-Laval“. Kalnú čerenú cirokovú šťavu sme filtrovali na komorovom kalolise s hrubými plachetkami. Na tom istom kalolise sa filtroval stredný sirup, pričom v jednom prípade sme použili odfarbovacie uhlie. Šťavu sme priebehom dvoch hodín zahusťovali vo vákuovej cirkulačnej odparke značky „Alcupra“ na hustotu asi 50 °Bg. Stredný sirup sme vo vákuovej duplikátorovej odparke zahustili na konečnú hustotu asi 80 °Bg.

Vykonal sme dva pokusy. Pri prvom pokuse sme ako surovinu použili cirok „čierny jantár“, pokosený a posekaný aj s listami. Klasy sme odstránili na poli za súčasného vytriedenia metľového ciroku zo suroviny.

Pokosené stebľa sa posekali na sekačke s fukarom. Náš pokus o odstránenie aspoň stopky listov sa nedal urobiť, lebo fukar sekačky netriedil špecificky ťažšie časti stebiel od listov. Na lisovanie cirokovej sečky nám slúžil vinársky závitový lis. Práca bola veľmi zdĺhavá. Lisovali sme asi 1 q/l hodinu a získali sme približne 50 litrov šťavy.

Vylisovaná šťava sa pomocou centrifugálneho čerpadla dopravovala na sústavu sít s počtom najmenších otvorov 3600 na štvorcový cól. Na sítach sa zachytilo mnoho drviny.

Precedená šťava sa odstredila na prietokovej kalovej odstredivke. V šťave opúšťajúcej odstredivku nebolo už možné jódomou reakciou stanoviť škrob.

Odstredenú šťavu sme povarili a čistili kyselinou fosforečnou a vápenným mliekom v drevených sudoch. Použilo sa 0,06 % H_3PO_4 , a to naraz, za stáleho miešania. Na neutralizáciu sa použilo vápenné mlieko 20 °Bé. Neutralizovalo sa za stáleho miešania na brómtymolovú modrú. Kalnú šťavu sme prefiltrovali na komorovom kalolise pri pretlaku do 0,5 atm. Získaná ľahká šťava hnedočiernej farby sa prečerpala do zásobnej nádrže.

Lahkú šťavu sme odparovali tak, že za 100 minút sme 14 hl šťavy zahustili zo 16,0 °Bg na 49,2 °Bg. Vákuum sa pohybovalo okolo 535 mm Hg. K strednému sirupu sme pridalí 0,3 % odfarbovacieho uhlia. Uhlie sa nedalo odstrániť filtráciou cez plachetky používané pri filtrovaní čerenej šťavy. Filtrácia sa nezlepšila ani po prídavku kremeliny. Preto sme na odstránenie odfarbovacieho uhlia použili kalovú odstredivku. Avšak pre veľkú viskozitu stredného sirupu sa nám nepodarilo úplne odstrániť odfarbovacie uhlie. Odstredený stredný sirup sme v duplikátorovej vákuovej odparke zahustili zo 49,2 °Bg na 83,0 °Bg za 90 minút pri vákuu 620 mm Hg a priemernej teplote 65 °C. Takto získaný sirup sme spustili do sudov a po vychladnutí plnili do fľaš. Sirup bol značne tmavý (122 °St/100 °Bg) a mal trávový príchuť.

Druhý pokus sa od prvého líšil v tom, že sme použili očistenú surovinu. Školské brigády odtrhali listy ciroku a odsekali klasy, takže na spracovanie do sekačky šli len očistené stebľa čierneho jantáru. Lisovanie pri tomto spôsobe bolo ľahšie. Percento získanej šťavy bolo rovnaké ako v prvom pokuse (50 %). Vylisovaná šťava bola svetlozelená, ľahko sa dala precediť a pri odstreďovaní zanechávala len tretinu kalu v porovnaní s prvou.

Postup čistenia a filtrácie bol zhodný s predošlým. Získaná ľahká šťava mala svetlozltú iskrennú farbu. Pri 12,5 °Bg bola jej farba 10 °St/100 °Bg. 20 hl ľahkej šťavy sme priebehom 150 minút zahustili na 52,6 °Bg. Časť stredného sirupu sa po prídavku odfarbovacieho uhlia viedla na komorový kalolis. Filtrácia bola veľmi pomalá. Do druhej časti stredného sirupu sa nepridalo odfarbovacie uhlie a zahustila sa v duplikátore na 77,6 °Bg. Sirup sme po spustení do sudov a po čiastočnom vychladnutí plnili do fľaš. Farba hotového sirupu bola 43 °St/100 °Bg.

Pri našich pokusoch sme znova konštatovali, že pre zavedenie priemyselnej výroby jedlého cirokového sirupu budú potrebné silné valcové lisy [8]. Treba riešiť aj otázku strojového odstraňovania listov v záujme získavania kvalitného sirupu, ako aj otázku filtrácie stredného sirupu.

Tieto pokusy urobili v cukrovare v Sládkovičove pracovníci Katedry glycidov a potravín Chemickej fakulty Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave v spolupráci so Slovenskou akadémiou vied a za účinnej spolupráce inž. K. Havlína z Výskumného ústavu potravinárskeho priemyslu v Bratislave.

Súhrn

V našej práci sme sa zaoberali tými podmienkami, ktoré v minulosti sťažovali výrobu jedlého sirupu z cukrového ciroku (*Sorghum saccharatum*). Filtrácia čerenej cirokovej šťavy sa zlepší, ak sa čerí vápnom za súčasného prídavku kyseliny, t. j. simultánne, alebo ak sa do nej pridajú pomocné filtračné látky. Odstraňovanie škrobu z lisovanej šťavy scukornením je zdĺhavé. Výhodnejšie je však použiť na tento účel rýchlobežnú kalovú odstredivku. Na farbu jedlého sirupu značne vplýva pH prostredia počas výroby. Na odparovanie cirokovej

šřavy sme vyskúšali niekoľko typov odpariek a iné pomocné zariadenia. Pri poloprevádzkovom spracovaní cukrového ciroku sa opätovne ukázala potreba valcových lisov.

СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОГО СОРГО (*Sorghum saccharatum*) НА ПИЩЕВОЙ СИРОП

И. ВАШАТКО, Ю. ШТУДНИЦКИЙ

Кафедра углеводов и питательных веществ Химического факультета
Словацкой высшей технической школы в Братиславе

Выводы

В нашей работе мы исследовали те условия, которые в прошлом препятствовали выработке пищевого сиропа из сахарного сорго (*Sorghum saccharatum*). Фильтрация дефектованного сока из сахарного сорго улучшается, если очистка производится известью при совместной придаче кислоты, т. е. симультанно, или же если к нему придаются вспомогательные фильтрационные вещества. Отделение крахмала из прессованного сока осахариванием является продолжительным. Гораздо выгоднее для этой цели применить центрофуги большой скорости. На цветность пищевого сиропа имеет значительное влияние рН раствора в течение переработки. Для загущивания сока из сахарного сорго мы испытали несколько типов выпарек и других вспомогательных оборудований. При ползаводской переработке сахарного сорго снова оказалось необходимым применение вальцевых прессов.

Поступило в редакцию 23. V. 1955

VERFAHREN DER VERARBEITUNG VON ZUCKERHIRSE (*SORGHUM SACCHARATUM*) AUF SPEISESIRUP

J. VAŠÁTKO, J. ŠTUDNICKÝ

Lehrstuhl für Kohlehydrate und Nahrungsmittel an der Chemischen Fakultät der
Slowakischen Technischen Hochschule in Bratislava

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit haben sich die Autoren mit jenen Bedingungen befasst, welche in der Vergangenheit die Erzeugung von Speisesirup aus Zuckerhirse (*Sorghum saccharatum*) erschwert haben. Die Filtration des geklärten Hirsesaftes wird verbessert, wenn mit Kalk unter gleichzeitigem Zusatz von Säure, d. i. simultan, geklärt wird oder wenn man zum Saft Hilfsfiltrierstoffe zusetzt. Die Beseitigung von Stärke aus dem Presssaft durch Verzuckerung ist langwierig. Vorteilhafter ist es jedoch, zu diesem Zweck eine raschlaufende Schlammzentrifuge zu verwenden. Auf die Farbe des Speisesirups hat der pH-Wert des Mediums im Verlaufe der Herstellung einen bedeutenden Einfluss. Zur Verdampfung des Zuckerhirsesaftes haben die Autoren einige Typen von Verdampf-

apparaten und andere Hilfseinrichtungen ausprobiert. Bei der Verarbeitung von Zuckerhirse im Versuchsbetriebe zeigte sich wiederholt die Notwendigkeit der Verwendung von Walzenpressen.

In die Redaktion eingelangt den 23. V. 1955

LITERATÚRA

1. Vašátko J., *Čistenie repnej šľavy*, Bratislava 1950.
2. Dědek J., Ivančenko D., *Listy cukrovar. 54*, 329 (1935).
3. Kasatkin A. G., *Základní pochody a přístroje chemické technologie I*, Praha 1952.
4. Vašátko J., Kohn R., Hýblová L., *Chem. Zvesti 6*, 161 (1952).
5. Vašátko J., Kohn R., Hýblová L., *Chem. Zvesti 2*, 73 (1952).
6. Bates F. J. and assoc., *Polarimetry, saccharimetry and the sugars*, Washington 1942.
7. Vostokov A. J., *Nesveklóvičnyje sacharonosy i proizvodstvo iz nich sachara*, Moskva 1952.
8. Stuchlík V., *O čiroku cukrovém a jeho použití v průmyslové výrobě*, Praha 1951.

Došlo do redakcie 23. V. 1955