

Aplikace prostředku SUCAZUR při desinfekci extraktoru

Bubník Z., Štarhová H., Hinková A., Pour V., Kadlec P.:

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemie a technologie sacharidů

Devillers S.:

Degrémont Erpac, Rueil Malmaison, Francie

Kopecký J.:

Jako, s.r.o., Líbeznice

Hart B.:

Cukrovar a rafinerie cukru v Dobrovici

Souhrn

Práce se zabývá problematikou desinfekce při těžení surové šťávy. Je uveden stručný přehled desinfekčních prostředků, které jsou používány v cukrovarnickém průmyslu, příp. některé další, jež byly pro tyto účely testovány. Vzhledem k tomu, že metoda použitá v této práci na stanovení míry mikrobiální kontaminace není dosud v ČR rozšířená, je uveden i výčet hlavních metod na její měření včetně vybraných výsledků z literatury. Stručně je diskutována též otázka výše ztrát způsobených rozvojem činnosti mikroorganismů během těžení surové šťávy.

Hlavní experimentální aktivity byly zaměřeny na celokampaňové zkoušky desinfekčních prostředků SUCAZUR 1410 a SUCAZUR 1451, výrobcích francouzské firmy Degrémont Erpac. Prostředky byly dávkovány na vypranou řepu, do extraktoru a do řízkolisové vody. Použití prostředků bylo kombinováno s periodickým dávkováním formalínu. Úroveň desinfekce byla měřena pomocí stanovení koncentrace kyseliny mléčné. K jejímu stanovení byl použit přístroj s enzymovou elektrodou.

1. Ztráty cukru na extrakci

V extraktoru dochází k mikrobiálnímu rozkladu sacharosy, což může vést při nedostatečné kontrole nebo při dávkování nedostatečného množství, příp. nevhodného desinfekčního prostředku ke značným ztrátám. Tyto ztráty tvoří hlavní část tzv. neznámých ztrát a dosahují běžně hodnot 0,05 % ř. Při infekci extraktoru stoupají tyto ztráty na hodnotu 0,1-0,2 % ř. a výše. Proto je věnována problematice desinfekce trvale značná pozornost provozních i výzkumných pracovníků v cukrovarnickém průmyslu.

Cronewitz, Schiweck a Strauss (1) zkoumali mikrobiologické ztráty cukru při extrakci a jejich posouzení pomocí analýzy nákladů. Podle nich se efektivita dezinfekčních opatření může mimo klasických metod sledování počtu zárodků či měření pH posuzovat srovnáváním ztrát cukru a nákladů na dezinfekci. Jde o to, aby součet nákladů na ztráty cukru a dezinfekční opatření byl minimální. K tomu je třeba brát ohled na práci řízkolisů, neboť při zlepšených vlastnostech vyslazených řízků se dosáhne vyšší sušiny lisovaných řízků a tak se sníží spotřeba energie na jejich sušení. Ztráty cukru se počítají z bilance hlavního metabolického

produktu, tj. kyseliny mléčné. Tato metoda se standardně používá v cukrovarech společnosti Südzucker.

Pollach a Hollaus (2) se zabývali rozkladem cukru během extrakce a objevili přednostní katabolismus fruktózy před glukózou. Kvůli těmto rozdílným typům fermentací uvádějí, že nelze učinit všeobecně platná prohlášení o ztrátách cukru při extrakci a škodlivý vliv kontaminace se musí posoudit zvlášť pro každý případ. Dále uvádějí autoři příznivý vliv aktivity termofilních bakterií na zlepšení lisování řízků.

2. Dezinfekce při těžení šťávy

2.1 Mikrobiální činnost při těžení šťávy

Mikroflóra je tvořena mnoha druhy mikroorganismů. Podle teplotního pásma se jedná o dva druhy mikroorganismů (3):

- A) Mezofilní mikroorganismy mají teplotní rozmezí růstu mezi 15 a 45 °C. Při teplotách nad 50 °C se jejich metabolismus zpomaluje. Aerobní bakterie (např. *Bacillus*) rozkládají sacharidy za vzniku organických kyselin. Slizotvorné bakterie (*Leuconostoc*) produkují těž polysacharidy (např. dextran). Dále sem patří některé plísně a kvasinky.
- B) Termofilní mikroorganismy mají teplotní rozmezí růstu mezi 45 až 80 °C. Patří sem např. aerobní půdní bakterie rodu *Bacillus* a anaerobní bakterie z rodu *Clostridium*. Termofilní bakterie jsou velmi aktivní tvorbou organických kyselin a plynů a rychlostí růstu.

Při podmínkách extračního procesu je schopno růst pouze několik druhů mikroorganismů. Je to způsobeno vysokou teplotou, kontinuálním provozem, hodnotami pH a redox potenciálu prostředí, přítomností živin a dezinfekčních prostředků. Nejběžnějšími metabolity degradace sacharózy jsou kyselina mléčná a kyselina octová. Termofilní bakterie vykazují nejvyšší aktivitu na vodním konci extraktoru a v řízkolisové vodě.

2.2 Metody na měření úrovně kontaminace ve šťávách

Ke kontrole mikrobiálního stavu surové šťávy se dříve používala především resazurinová metoda a měření pH. Vzhledem k tomu, že hodnota pH může být značně ovlivněna přítomností celého komplexu necukrů, jež se vyskytují v surové šťávě, nemůže být měření pH jedinou hodnotou pro posouzení mikrobiálního stavu při extrakci. Resazurinová metoda je značně neoperativní a poskytuje výsledky se značným zpožděním za skutečným stavem extraktoru. Z mikrobiologického hlediska je možné sledovat počet a druh mikroorganismů mikroskopicky. V současné době se stále více dává přednost měření obsahu hlavního metabolitu rozkladu sacharózy, tj. kyseliny mléčné, dále měření redox potenciálu, stanovení dusitanů, příp. i dalším metodám.

Přehled metod na měření mikrobiální kontaminace používané v ČR a jejich hodnocení uvedli ve svém sdělení *Šárka a Smolík (5)*. Mezi nejběžnější patří:

- a) Přímé stanovení počtu mikrobů kultivací, což je značně pracná a časově náročná metoda, nehodí se k řízení dezinfekce
- b) Stanovení enzymatické aktivity mikrobů resazurinovým redoxindikátorovým testem se značně rozšířilo, metoda však také neposkytuje okamžitý výsledek.
- c) Měření pH je nejjednodušší metodou a poskytuje okamžité údaje. Byly potvrzeny závěry jiných autorů, že samotné měření pH nestačí k dostatečnému hodnocení mikrobiální úrovně.

Nickisch-Hartfiel (5) na základě svého výzkumu navrhuje, že infekce v extraktoru může být zjištěna dříve a přesněji měřením redox potenciálu, změny obsahu kyslíku a stanovením koncentrace ATP, než parametry převážně používanými jako indikátory infekce (snížení pH, tvorba kyseliny mléčné a dusitanu).

Mauch a Nickisch (6) se zabývali využitím měření redox potenciálu a koncentrace kyslíku jako kritéria pro vyhodnocení efektivity a účinku desinfekčních činidel. *Dobrzycky a kol.(7)* vypracovali metodu na kontrolu a řízení desinfekce v extraktoru pomocí měření redox potenciálu platinovou elektrodou. Nalezli korelaci mezi stupněm infekce v extraktoru a mezi redox potenciálem a určili jeho hraniční hodnoty, při jejichž překročení je nutno dávkovat desinfekční prostředek. Touto metodou je možno trvale udržovat stupeň infekce na požadované úrovni.

Sargent a Spencer (8) hledali závislost mezi ztrátami sacharózy a produkcí kyselin, v závislosti na parametrech procesu - teplota a pH. Experimentální metodou bylo radioaktivní značení sacharózy a glukózy uhlíkem C^{14} ke sledování metabolismu termofilních organismů ve vzorku. Jako hlavní metabolit byla nalezena kyselina L-mléčná. Při ustáleném chodu extraktoru byla potvrzena jako dominantní substrát sacharóza. Při neustáleném provozu pocházelo až 65% vznikající mléčné kyseliny z glukózy. Podíl spotřebované glukózy byl nezávislý na teplotě extrakce nebo pH ale výrazně ho ovlivňoval typ extraktoru.

2.3 Dezinfekce na extrakci - přehled používaných a zkoušených prostředků

V následujícím textu jsou vybrány některé práce, které jednak dávají přehled o různých druzích desinfekčních prostředků používaných v posledních dvou desetiletích a jednak shrnují výsledky aplikací a zkoušení různých prostředků v cukrovarnictví v posledních letech.

Nickisch-Hartfiel, Mauch (9) se zabývali účinností 15 obchodních desinfekčních prostředků v laboratorních podmínkách přizpůsobených praxi. Sledované parametry byly: pH, redox potenciál, parciální tlak O_2 (polarograficky), nárůst média a další. Jednalo se o přípravky firmy Keller&Bohacek (Kebosany - kvarterní amoniové soli, amfotensid a jodoform), Tate&Lyle (Talocid -kvarterní amoniová sůl), Schill&Seilacher (Struktoly - kationické látky), Nalco Chemie (Nalco - thiokarbamát), Stockhausen (Antiformin - thiokarbamát), Buckmann (Butrol -thiokarbamát), Weilep (Antiseptol -kresol), peroxid vodíku a formalín. Zjistili, že baktericidní účinek všech desinfekčních prostředků kromě peroxidu vodíku se zřetelně mění s hodnotou pH prostředí. Vliv pomocných látek používaných na extrakci (odpěňovače, pufrů) na účinnost dezinfekce byl zanedbatelný. Při dlouhodobějším styku bakterií s desinfekčními prostředky byla zjištěna zvýšená rezistence, takže nelze počítat s kontinuálním dávkováním.

Nystrand (10) uveřejnil studii, kde podrobně zkoumá účinek osmi desinfekčních prostředků na aerobní a fakultativně anaerobní kmeny bakterií v provozním měřítku. Byly porovnávány následující látky: formalín, peroxid vodíku, Ekarox B10 (obsahuje 30% kyseliny peroctové), jako zástupce dithiokarbamátů Busan 881 a Antiformin DMT. Dávkování probíhalo buď jako šoky, kontinuálně anebo periodicky. Zjistil, že velmi důležité je dodržení teploty. Působení prostředků stoupá s rostoucí teplotou a naopak při poklesu na 67 °C a níže je obtížnější potlačit růst a aktivitu mikroflóry. Jako efektivní alternativa k formalínu byly nalezeny Ekarox B10 samotný nebo v kombinaci s Busanem 881 při dostatečně vysoké teplotě. Kombinace formalínu a Ekaroxu B10 je výhodná z hlediska vzájemného potlačení mikroorganismů rezistentních na jednu z obou látek. Toho se obecně využívá při dezinfekci, třeba v nemocnicích.

Fiedler (11) se zabývala vlivem dezinfekčních prostředků na osmofilní kvasinky během výroby a zpracování cukru. Tyto kvasinky jsou zabíjeny působením formalínu a kyseliny peroctové. Vysoký obsah cukru ve šťávách však může redukovat účinnost těchto dezinfekčních prostředků až na 45 %.

Accorsi (12) porovnávala účinky formalínu a glutaraldehydu na třech typech extrakčních zařízení. Glutaraldehyd se ukázal být méně efektivní než formalín při mikrobiologické kontrole extrakce cukru a při jeho použití vznikají výhodnější podmínky pro vývoj infekce, která vede nejen ke zvýšení obsahu kyseliny mléčné, ale i kyseliny octové.

Winston-Olsen, Madsen a Nielsen (13) se zabývali použitím peroxidu vodíku jako dezinfekčního prostředku na extrakci a jeho vlivu na mikrobiální rozklad. Nejdůležitější produkt rozkladu je kyselina L-mléčná. Během extrakčního procesu se může mikrobiálně tvořit kyselina D-mléčná a kyselina octová. *Pezzi, Vallini (14)* popisují zkušenosti s použitím peroxidu vodíku při extrakci v italských cukrovarech. Dávka 1000 g 35%-peroxidu na tunu řepy poskytla přijatelnou hladinu bakteriální aktivity. Jeho cena však zatím není přijatelná. Na druhou stranu má některé prospěšné účinky na barvu šťávy a na stlačitelnost vyslazených řízků.

Pehrson, Malone, Simms (15) shrnují výsledky společnosti Solvay Interox v oblasti výzkumu aplikace kyseliny peroctové v extraktorech. Vyvinutý přípravek Proxitane S se používá na vracenou řízkolisovou vodu a Proxitane TM 12 se dává do extraktoru. Všechny Proxitany jsou rovnovážné směsi kyseliny octové, peroxidu vodíku a kyseliny peroctové. Výsledky a výhody použití kyseliny peroctové je možno shrnout do následujících bodů: zvýšení ceny chemikálií, nezvyšuje zabarvení šťávy oproti formalínu, účinkuje při vysokých i nízkých teplotách, zvyšuje sušinu vyslazených řízků, nezanechává rezidua v řízcích narozdíl od kvartérních amoniových solí, je přírodně odbouratelná, působí rychle a efektivně na všechny mikroby typické pro cukrovarnictví a není toxická.

Nickisch-Hartfiel, Mauch (16) sledovali přenos dezinfekčních prostředků použitých na extrakci v průběhu následného procesu výroby cukru. Kvarterní amoniové soli a kationické tenzidy se nevratně váží na řízky anebo se vysráží při epuraci. Thiokarbamáty, peroxid vodíku, formalín a jiné prostředky, jež projdou výrobním procesem do dalších stupňů by neměly mít negativní vliv:

- a) na růst kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* (např. v melase),
- b) při mikrobiálním využití vyslazených řízků.

Pollach, Hein a Hollaus (17) zkoumali možnost nahrazení formalínu chmelovými extrakty. Aktivita extraktů je založena na vysokém obsahu bakteriostaticky účinných β -hořkých kyselin. V rakouských cukrovarech byla dávkováním chmelového extraktu snížena hodnota kyseliny mléčné na přibližně 1/3 počáteční hodnoty.

Z dalších prací je možno uvést následující studie: *Hollaus a Kubadinov (18)* se zabývali aplikacemi thiokarbamátů, *Brigidi, Marzola a Trotta (19)* kvarterními amoniovými sloučeninami (např. *Auxil, Nalco, Divo a Amios*), *Fassatiová a Smolík (20)* užitím dezinfekčních preparátů na bázi aktivního chloru a jodu (chlorderiváty isokyanuronové kyseliny a jodofory používané na dezinfekci povrchu řepy v zásobníku nad řezačkami). *Herčík a Dachovský (21)* se zabývali možnostmi aplikace kyseliny peroctové v přípravku známém jako

Persteril k desinfekci v cukrovarnické výrobě v ČR, *Sedláček (22)* popisuje provozní zkušenosti při použití pomocných chemikálií firmy Stockhausen Krefeld v kampani 1996 a *Mosakowska (23)* uvádí nové baktericidní preparáty testované při extrakci cukru v Polsku.

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST - DESINFEKCE V PROCESU TĚŽENÍ ŠŤÁVY

V experimentální části práce budou popsány výsledky aplikace biocidního prostředku SUCAZUR, výrobku francouzské firmy Degremont Erpac, při desinfekci stanice na těžení surové šťávy v cukrovaru TTD Dobruška. Práce proběhly v průběhu celé kampaně 1997, od 23. září do 6. prosince 1997. Měření bylo zajištěno pracovníky Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Ústavu chemie a technologie sacharidů v úzké spolupráci s provozní laboratoří cukrovaru a zástupci firem Degremont Erpac a JaKo Líbeznice.

Prostředek SUCAZUR byl kontinuálně dávkován na vypranou řepu, do obou stávajících extraktorů RT93 a RT96 (místní užívané názvy) a do řízkolisové vody. Kromě toho byl periodicky dávkován formalín do extraktorů i do řízkolisové vody.

3.1 Charakteristika použitých desinfekčních prostředků SUCAZUR a způsob dávkování

Jednotlivé složky SUCAZURu jsou schváleny pro dané použití v Evropské unii. K hlavním přednostem prostředku patří snížení obsahu barevných látek v surové šťávě, vyšší dosažitelná hodnota sušiny lisovaných řízků a v podmínkách ČR podstatné snížení spotřeby formalínu.

SUCAZUR 1410

Jedná se o biocid, jenž zabezpečuje dezinfekci při výrobě cukru a minimalizuje riziko infekce v extraktoru. Prostředek se dávkuje pomocí čerpadla do extraktoru a do řízkolisové vody. Používá se buď v neředěné formě přímo ze zásobníku nebo se ředí. Dodává se v tancích po 1100 kg. Aktivní složku tvoří dithiokarbamáty, hustota dosahuje $1170 \pm 20 \text{ kg/m}^3$ při 20°C .

Přípravek je dávkován do obou extraktorů RT, před náhřevem šťávy. Inhibuje činnost mikroorganismů zanesených různými procesy do extraktoru. Pro kontinuální dávkování je doporučena hodnota 10 až 15 g/t řepy.

Dále je SUCAZUR 1410 dávkován do řízkolisových vod - do potrubí před nádrží na řízkolisovou vodu. Umožňuje tak zabránit častým infekcím v této nádrži (zvláště při silném pění) a omezuje zanášení potenciální infekce řízkolisovou vodou při jejím návratu do extraktoru. Jeho doporučené dávkování je pro řízkolisovou vodu 5-10 g/t řepy, v našich podmínkách byla navržena hodnota 15 g/t řepy.

Dávkování bylo prováděno přesnými membránovými čerpadly Prominent.

SUCAZUR 1451

Přípravek má bakteriostatické a baktericidní účinky a byl speciálně vyvinut pro cukrovarnický průmysl. Pokrývá široký rozsah sacharolytického a glukolytického působení bakterií. SUCAZUR 1451 má dvojí účinek: blokuje respiraci buněk a pozměňuje transport přes buněčnou membránu. Má vysokou účinnost, zvláště při nízkých teplotách. Dodává se v tancích po 950 kg, je nutné ho při skladování chránit před mrazem. Aktivní složkou jsou kvarterní amoniové soli, hustota je $980 \pm 20 \text{ kg/m}^3$ při 20°C .

Tento biocid byl dávkován na vypranou řepu a na dopravní pás před vstupem do násypky nad řezačkami („bunkr“). Tento přípravek se ředí vodou o teplotě 70 °C a vzniklá směs je rozprašována na celou šířku dopravního pásu pomocí trysek. To umožňuje tvorbu biocidního filmu na povrchu očištěných řep těsně před vstupem do násypky. Délka pobytu v násypce může přivodit rozvoj bakteriální infekce. Postřik tedy umožňuje současně zákrok preventivní po dobu pobytu v násypce a zároveň potlačuje infekci, která může vzniknout při delším skladování řepy. Doporučené dávkování SUCAZURU 1451 je 5 - 10 g/t řepy.

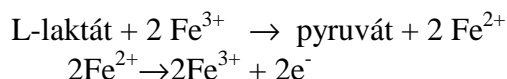
Dávkování bylo opět prováděno přesnými membránovými čerpadly Prominent

3.2 Metodika práce

Použité analytické metody

Ke sledování sanitární situace v cukrovaru Dobruška byla použita metoda založená na měření obsahu kyseliny mléčné. Dalším sledovaným parametrem byla hodnota pH, v několika případech v první fázi celého měření byl mikroskopicky sledován počet mikroorganismů. Odběry surové šťávy z obou extraktorů i řízkolisové vody se prováděly na standardních místech používaných provozní laboratoří.

Ke stanovení obsahu kyseliny mléčné byl použit analyzátor MICROZYM s enzymovou elektrodou. Přístroj byl dodán firmou Degremont Erpac. Na povrchu elektrody je nanesen enzym laktátdehydrogenáza, který umožňuje měření obsahu kyseliny mléčné ve zředěném vzorku. Reakce na elektrodě lze popsat následujícími rovnicemi:



Generovaný elektrický proud je úměrný koncentraci kyseliny mléčné. Výsledky jsou udávány v mg/l nebo v mmol/l. Měření hodnoty pH se provádělo u těchto vzorků na pH metru se skleněnou elektrodou.

Způsob kontroly a řízení desinfekce

U každého z biocidů byla pravidelně sledována spotřeba (2-3x týdně) a konfrontována s daným stupněm infekce, aby se dosáhlo nejlepšího přizpůsobení sanitárním podmínkám a minimalizovala se spotřeba desinfekčních prostředků. Analýzy se týkaly hlavně měření kyseliny mléčné, což umožňuje rychlou analýzu okamžitého sanitárního stavu v procesu těžení šťávy. Tato měření umožňují provádět účinné a přesné (tj. optimální z hlediska spotřeby prostředku) akce k odvrácení výskytu infekce. Protože je bakteriální vývoj exponenciální, je důležité mít možnost bez prodlení zasáhnout, jakmile je zjištěna odchylka. Jak je vidět z následujících prezentovaných experimentálních výsledků, tato metoda umožňuje optimalizovat velmi významným způsobem spotřebu biocidních přípravků.

Podle hodnoty obsahu kyseliny mléčné se určoval stav infekce v extraktoru i v řízkolisové vodě. Pokud tyto hodnoty přestoupily trvale doporučené maximum (např. v extraktoru nad 150 mg/l), bylo zvýšeno dávkování biocidů. Jestliže se hodnoty trvale pohybovaly kolem 75 mg/l, což naznačuje dobrou sanitární situaci v extraktoru, bylo dávkování biocidů sníženo. Stejným způsobem se postupovalo u desinfekce řízkolisové vody. Všechna opatření byla prováděna vždy v součinnosti s cukrovarem a byla vždy v souladu s dávkováním a frekvencí formalinových šoků.

Hodnota pH nebyla pro určování sanitární situace směrodatná, její hodnoty byly brány pouze jako orientační. Např. při dlouhodobém udržení pH na hodnotě 6,0 a výše dávalo předpoklad dobré sanitární situace. Některé nízké hodnoty pH byly způsobeny okyselením přídavných vod.

4. VÝSLEDKY A DISKUSE

4.1 Údaje o cukrovaru, zpracování řepy, spotřeby desinfekčních prostředků

Začátek kampaně : 23. září 1997
 Konec kampaně : 7. prosince 1997
 Délka kampaně : 75 dní
 Celkové množství zpracované řepy : 487 824 t
 z toho RT93 157 933 t
 RT96 329 891 t
 Průměrné denní zpracování : 6 506 t/d
 Průměrné hodinové zpracování : 271 t/h
 Průběh denního zpracování cukrovky je graficky zobrazen na obr.1.

Tab. I: Celková spotřeba biocidů v kampani 1997

PŘÍPRAVEK	Místo dávkování	Celková spotřeba podle čerpadla (kg)	Skutečně odebraný prostředek z tanku (kg),(m³)	Skutečně odebraný prostředek z tanku (% na řepu)
SUCAZUR 1451	opraná řepa	2020 kg	2075 kg	0,00043
SUCAZUR 1410	Extraktor RT93	1380 kg	1464 kg	0,00092
SUCAZUR 1410	Extraktor RT96	2190 kg	2326 kg	0,00071
SUCAZUR 1410	Oba extraktory	3570 kg	3790 kg	0,00078
SUCAZUR 1410	Řízkolisové vody	4811 kg	5120 kg	0,00105
FORMALÍN	RT93+RT96+ +Řízk.vody		33 m ³	0,00733

Tab. II: Použití biocidů - doporučené i skutečné dávkování

PŘÍPRAVEK	Místo dávkování	Doporučené dávkování pro kampaň 1997 (g/t řepy)	Skutečná průměrná dávka za kampaň 1997 (g/t řepy)
SUCAZUR 1451	opraná řepa	5 - 10	4,3
SUCAZUR 1410	Extraktor RT93	10 - 15	9,2
SUCAZUR 1410	Extraktor RT96	10 - 15	7,1
SUCAZUR 1410	Oba extraktory	10 - 15	7,8
SUCAZUR 1410	Řízkolisové vody	15	10,5
FORMALÍN	RT93+RT96+ +Řízkolis.vody	320	73,3

4.2 SUCAZUR 1451 na opranou řepu

Tento biocid je dávkován na opranou řepu - na dopravní pás před vstupem do násypky nad řezačkami. Měření kyseliny mléčné bylo pravidelně prováděno ve šťávě získané extrakcí vzorku sladkých řízků (100 g řízků rozmícháno ve 100 ml destilované vody) odebraných z dopravníku na místě určeném pro odběr sladkých řízků pro provozní laboratoř cukrovaru.

Naměřená koncentrace kyseliny mléčné tímto způsobem v řízcích kolísala mezi 4,5 a 22 mg/l po celou kampaň, pouze s jedinou výjimkou. Průběh analýz je graficky znázorněn na obr.2. Průměr činí 15,4 mg/l. Nízké poškození řepy a její relativně dobrá kvalita v celé kampani 1997 umožnily optimalizovat dávkování SUCAZURu 1451. Dávkování bylo velmi vyrovnané - v rozmezí **4 až 5,8 g/t řepy, s průměrem 4,3 g/t**, což je hodnota velmi nízká a výrazně nižší než předpoklad pro normální rok (5-10 g/t). Průběh dávkování je též uveden na obr.2

Z obrázku 2 vyplývá, že průběhy veličin jsou vyrovnané a jejich hodnoty nízké v celé kampani, což svědčí o účinnosti desinfekce. Byl tak zajištěn kontinuální přísun kvalitních ošetřených sladkých řízků do extraktoru. Další zpřesnění a optimalizace dávkování SUCAZURu 1451 by bylo možno uskutečnit měřením kyseliny mléčné ve šťávě vylisované přímo z řepy.

Pro trvale kvalitní a účinnou aplikaci SUCAZURu 1451 je nutno pravidelně kontrolovat trysky, kde přítomnost kovových a jiných částic zachycených ve vstřikovacím potrubí může omezit dávkování. Z tohoto důvodu je potřebné ověřit nejméně každé dva dny homogenitu rozstřikování biocidu na celou šířku dopravního pásu.

4.3 SUCAZUR 1410 na desinfekci extraktoru

Tento přípravek je dávkován do dvou RT extraktorů. Měření kyseliny mléčné byla pravidelně prováděna u surové šťávy z obou zařízení. Hodnoty obsahu kyseliny mléčné (v mg na 1 litr surové šťávy), definované a používané společností Degremont-Erpac při desinfekci v extraktoru, jsou následující:

1.stupeň:	Dobry sanitární stav	0 až 75 mg/l
2.stupeň:	Riziko infekce	75 až 150 mg/l
3.stupeň:	Infekce	> 150 mg/l

Průběhy naměřených hodnot obsahů kyseliny mléčné v obou extraktorech jsou zobrazeny na obrázcích 3 a 4. Pro úplnost jsou tyto grafy doplněny průběhem hodnot pH. Minima, maxima a průměry obsahů kyseliny mléčné jsou následující:

	Minima	Maxima	Průměr
RT 93	41,0	209,7	87,6 mg/l
RT 96	52,2	195,1	110,1 mg/l

Sanitární režim v extraktoru RT 93 byl udržován na velmi dobré úrovni. Po celou dobu kampaně se hodnoty obsahu kyseliny mléčné pohybovaly mezi stupni 1 až 2. Pouze ke konci kampaně byly nalezeny 2 hodnoty mírně převyšující limit 150 mg/l. Tyto hodnoty je možno uvést do souvislosti s prodlouženou dobou skladování řepy na konci kampaně.

Obdobně příznivý stav byl zaznamenán v extraktoru RT96. V průběhu kampaně byla limitní hodnota 150 mg/l překročena pouze 2x na velmi krátké období. Ke konci kampaně bylo zvýšení obsahu kyseliny mléčné zaznamenáno mezi 66. a 70. dnem (150-200 mg/l). Úpravou dávkování SUCAZURu 1410 byla obnovena normální situace v 72. den.

Žádné kritické hodnoty signalizující nebezpečí infekce nebyly v průběhu kampaně zaznamenány ani na jednom extraktoru. Průběhy naměřených hodnot (obr.3 a 4) ukazují, že spotřeba přípravku SUCAZUR 1410 byla správně řízena v průběhu celé kampaně a je nižší, než bylo doporučeno - pro oba extraktory leží průměrné hodnoty spotřeby pod spodním doporučeným limitem (10 g/t). Celková průměrná spotřeba na obou extraktorech dosáhla hodnoty 7,8 g prostředku na 1 t řepy. Průběh dávkování SUCAZURu je znázorněn na obr.5.

V příští kampani by bylo zajímavé vyzkoušet mírné zvýšení dávkování SUCAZURu 1410 v průběhu posledních 15 dnů kampaně (pokud je spotřeba správně optimalizována během celé kampaně).

Vztah mezi hodnotami pH a obsahem kyseliny mléčné

Jak již bylo uvedeno v literárním přehledu, je hodnota pH cenným, snadno dosažitelným a rychlým prostředkem k orientační kontrole sanitárního stavu na extraktoru, ale jako samostatný údaj pro kontrolu a řízení desinfekce nestačí.

Z naměřených údajů vyplývá, že vývoj hodnot pH a obsahu kyseliny mléčné má často stejnou tendenci, tj. pokles pH je doprovázen zvýšením obsahu kyseliny mléčné a naopak. Neplatí to však obecně a experimentální údaje potvrzují, že např. při naměřené hodnotě pH 6,0 v extraktoru (odpovídá dobré sanitární situaci), byly souběžně zaznamenány hodnoty kyseliny

mléčné odpovídající situaci infekce (> 150 mg/l). Byl potvrzen důležitý poznatek, že měření kyseliny mléčné umožňuje na rozdíl od pH rychleji zjistit začátek infekce a tedy jí i včas čelit. Kolísání pH vody, která vstupuje do extraktoru a jehož příčinami mohou být např. změny přídavku kyseliny, může vyvolat i kolísání pH v surové šťávě, aniž by to signalizovalo změnu v kontaminaci, příp. i infekci.

Na obrázcích 6a (šťáva z extraktoru) a 6b (řízkolisová voda) byly vyneseny proti sobě odpovídající si hodnoty pH a obsahu kyseliny mléčné, tj. dvojice hodnot získaná u téhož vzorku. Výsledky korelace jsou uvedeny v následující tabulce včetně kritických hodnot pro hladiny významnosti $\alpha = 0,10$ (pravděpodobnost $P = 90\%$) a $\alpha = 0,05$ ($P = 95\%$).

Tab. III: Hodnoty korelačních koeficientů pro závislost obsahu kyseliny mléčné na pH

	Vypočtená hodnota korel. Koeficientu r	Kritická hodnota korel. koeficientu r_a pro $\alpha = 0,10$	Kritická hodnota korel. koeficientu r_a pro $\alpha = 0,05$
Šťáva z extraktoru	0,26	0,28	0,32
Řízkolisová voda	0,54	0,43	0,50

V případě řízkolisové vody se vypočtené hodnoty korelačního koeficientu pohybují těsně nad hodnotami kritickými a ukazují tak na velmi nízkou úroveň korelace mezi oběma veličinami. U vzorků šťávy z extraktoru nebyla dokonce korelace prokázána, neboť vypočtená hodnota korelačního koeficientu je nižší než hodnoty kritické a to i při dostatečném počtu provedených měření (38 experimentálních bodů).

Na základě těchto výsledků jednoznačně vyplývá nutnost sledování sanitární situace v procesu těžení šťávy pomocí měření kyseliny mléčné.

4.4 SUCAZUR 1410 do řízkolisových vod

Pro dávkování SUCAZURu 1410 do řízkolisových vod bylo doporučeno výrobcem 15 g/t řepy. Hodnoty kyseliny mléčné v řízkolisových vodách, stanovené společností Degremont-Erpic jako řídicí, jsou následující:

1.stupeň:	Dobry sanitární stav	0 až 20 mg/l
2.stupeň:	Riziko infekce	20 až 60 mg/l
3.stupeň:	Infekce	> 60 mg/l

Průběh naměřených hodnot obsahů kyseliny mléčné v řízkolisové vodě je zobrazen na obrázku 7 spolu s průběhem hodnot pH. Minima, maxima a průměry obsahů kyseliny mléčné jsou následující:

	Minima	Maxima	Průměr
Řízkolisové vody	36,9	147,9	75,1 mg/l

Obsahy kyseliny mléčné v řízkolisových vodách se většinou pohybovaly v rozmezí hodnot rizika infekce. Je tedy nutno věnovat desinfekci této vody zvýšenou péči, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění sanitárního stavu v extraktorech. Mezi dny 21.-24.11. byl zaznamenán prudký vzestup obsahu kyseliny mléčné, což bylo způsobeno dočasným nedostatkem prostředku.

Pro další aplikace SUCAZURu do řízkolisových vod je nutné sladit jeho dávkování s dávkováním formalínu. Optimalizované dávkování doporučované společností Degremont-Erpac je 30 litrů formalínu každých 8 hodin při normálním provozu. Též je důležité zamezovat pění v nádrži na řízkolisové vody. Při existenci pěny byl obsah kyseliny mléčné v těchto vodách vyšší a tím se zvyšovalo nebezpečí infekce extraktoru.

4.5 FORMALÍN do extraktoru a řízkolisových vod

Formalín se vyznačuje výrazným biocidním efektem, který se projevuje zejména při vysokých dávkách a při nárazovém dávkování, nikoli kontinuálně. V budoucnosti lze očekávat, že jeho použití v potravinářském průmyslu bude velmi omezeno, případně úplně zakázáno. Proto bylo naším cílem optimalizovat dávkování formalínu, tj. minimalizace jeho spotřeby při udržení požadované sanitární úrovně celé stanice na těžení šťávy. Uvedený cíl platí samozřejmě pro všechny použité biocidní prostředky, kde minimální spotřeba je spojena též s nalezením vhodné kombinace použitých prostředků.

Teoretické minimum spotřeby by bylo možno získat kontinuálním biocidním ošetřením v cukrovaru, který pracuje velmi pravidelně a zpracovává řepu mající stálou kvalitu po celou dobu kampaně. Tento předpoklad je samozřejmě během kampaně více či méně porušen a určité občasné jevy (zpomalení výroby, přerušení výroby, řepa znečištěná, nahnílá nebo zmrzlá a pod.) mohou přivodit změnu dávkování, případně i uplatnění nárazových dávek (šoků). Z toho vyplývá, že optimalizace dávkování biocidních prostředků je svázána s nutností pravidelného sledování sanitární situace pomocí vhodných metod.

V cukrovaru Dobruška je formalín dávkován ve 3 místech: do extraktorů RT93 a RT96 a do řízkolisové vody. V kampani 1996 bylo nastaveno dávkování formalínu na hodnotu 320 g/t v následujícím režimu:.

RT93:	50 litrů každé 4 hodiny
RT96:	70 litrů každé 4 hodiny
Řízkolisové vody:	50 litrů každé 4 hodiny

V průběhu kampaně 1997 bylo dávkování formalínu na základě provedených měření a zkušeností z Degremont Erpac postupně redukováno až na hodnoty:

RT93:	20 litrů každých 8 hodin
RT96:	25 litrů každých 8 hodin
Řízkolisové vody:	25 litrů každých 8 hodin

Průběh dávkování SUCAZURu 1410 a formalínu do řízkolisové vody znázorňuje obrázek 8.

Účinnost důsledného sledování desinfekce při extrakci a prováděných úprav dávkování byla prokázána v průběhu této kampaně - **dávkování formalínu se snížilo z původně nastavené hodnoty 320 g/t na 73 g/t , tj. o více než 77 %** (jedná se o průměrné hodnoty za celou

kampaň). Další rezervy v úsporách formalínu v Cukrovaru Dobrovice jsou ve zlepšení způsobu jeho dávkování a dokonalejší rozdělení dávek na místa jednotlivých spotřeb, což platí zejména pro řízkolisovou vodu.

4.6 Náklady na desinfekci řepy a šťáv v cukrovaru Dobrovice

V následujících tabulkách IV a V je uveden přehled spotřebovaných prostředků na desinfekci řepy a šťáv v cukrovaru Dobrovice v kampaních 1996 a 1997. U všech prostředků jsou uvedeny ceny a vypočtené měrné spotřeby. Získané údaje by měly sloužit k posouzení výsledků vlivu komplexního sledování a řízení stavu mikrobiální kontaminace podle metody firmy Degremont Erpac na celkové náklady na desinfekci na stanici těžení šťávy. Údaje uvedené v tabulkách byly poskytnuty TTD Dobrovice a jsou zveřejněny s jejím svolením.

Tab. IV: Náklady na desinfekci řepy a šťáv v cukrovaru Dobrovice v kampani 1996

1996	Spotřeba za kampaň 1996	Cena (bez DPH) včetně dopravy	Měrná spotřeba	Měrné náklady	Dodavatel
Prostředek					
Formalín	102,26	7340	230,4	1,69	Chemko Stážské
Chlorové vápno	11,21	14590	25,2	0,37	Chemicals Pardubice
Busan	3,75	107970	8,4	0,91	Buckman
Sucazur 1410	1,05	189780	2,4	0,45	Degremont Erpac
Sucazur 1451	0			0,00	Degremont Erpac
Celkové náklady na desinfekci	118,27		266,4	3,42	

5. ZÁVĚR

Kampaň 1997 v cukrovaru Dobrovice byla velmi plynulá z hlediska hodnot denního zpracování řepy i její kvality. Tím byly dány předpoklady pro pravidelný chod výrobních zařízení bez výraznějších výkyvů. Taková stabilita provozu závodu je příznivá pro udržení správné sanitární situace pomocí optimalizace dávkování biocidních prostředků. Dávkování formalínu bylo tímto postupem sníženo na čtvrtinu ve srovnání s předešlou kampaní - ze 320 na 73 g na tunu řepy. Kontinuální dávkování biocidů (SUCAZUR 1451 a 1410) bylo udržováno na minimální úrovni při dodržení dobrého sanitárního stavu a jejich spotřeba za celou dobu kampaně byla nižší, než bylo doporučeno na základě výrobce. SUCAZURu 1451 bylo spotřebováno 4,3 g/t řepy a SUCAZURu 1410 celkově 18,3 g/t řepy. Také měrná spotřeba desinfekčních činidel spotřebovaných na stanici těžení šťávy poklesla o 0,42 Kč na tunu řepy, což snížilo náklady na desinfekci o 205 tis. Kč. Zavedení biocidního prostředku SUCAZUR je spolu s propracovaným systémem stálé kontroly a optimalizací dávkování výrazným přínosem do cukrovarnictví v České republice.

Tab. V: Náklady na desinfekci řepy a šťáv v cukrovaru Dobrovice v kampani 1997. Porovnání nákladů s kampaní 1996.

1997	Spotřeba za kampaň 1997	Cena (bez DPH) včetně dopravy	Měrná spotřeba	Měrné náklady	Rozdíl měrných nákladů "1997 - 1996"
Prostředek					
	t	Kč/t	g/t řepy	Kč/t řepy	Kč/t řepy
Formalín	33,48	7700	68,5	0,53	- 1,16
Chlorové vápno	4,45	14450	9,1	0,13	- 0,24
Busan	1,25	116150	2,6	0,30	- 0,61
Sucazur 1410	8,7	90110	17,8	1,60	+ 1,15
Sucazur 1451	1,9	112460	3,9	0,44	+ 0,44
Celkové náklady na desinfekci	49,78		101,9	3,00	- 0,42

Pozn.: Údaje cukrovaru nejsou zcela shodné s naměřenými hodnotami uvedenými v předchozí tabulce II. Rozdíl je menší než 5 % a je způsoben metodou odečítání a měření průtoků biocidů. Na celkové výsledky hmotnostní i nákladové bilance to nemá vliv.

Seznam použité literatury

1. Cronewitz, T., Schiweck, H., Strauss, R.: Über mikrobiologische Zuckerverluste bei der Extraktion und deren Beurteilung durch eine Kostenanalyse. *Zuckerind.* **106**, 1981, s. 127.
2. Pollach, G., Hollaus, F.: Studies on the decomposition of sugars during beet extraction. CITS Varšava, 1994, *Zuckerind.* **119**, 1994, s. 418.
3. Smolík, J.: Mikrobiální činnost při těžení šťávy. In: *Cukrovarnický kalendář 1995*, VUC Praha-Modřany, Praha 1995, s. 247.
4. Šárka, E., Smolík, J.: Hodnocení mikrobiální kontaminace extraktorů. *LČaŘ* **108**, 1992, s. 138.
5. Nickisch-Hartfiel, A.M.: Untersuchungen zum stoffwechselphysiologischen Verhalten thermophiler Bakterien in Extraktionsanlagen der Zuckerindustrie. *Sugar Ind. Abstr.* **47**, 1985, s. 223.
6. Mauch, W., Nickisch, M.: Redoxpotential and oxygen concentration as criteria for the evaluation of the effectiveness and for the application of disinfectants. *Sugar Ind. Abstr.* **43**, 1981, s. 202.
7. Dobrzycki, J., Ludwicki, M., Wawro, S.: Redoxpotential- Messungen zur Steuerung der Desinfektion von Trog - Extraktionsanlagen. *Zuckerind.* **114**, 1989, s. 706.
8. Sargent, D., Spencer, S.E.: Použití radioaktivního značení ke studiu ztrát cukru během extrakce. *LČaŘ* **112**, 1996, s. 51.
9. Nickisch-Hartfiel, A., Mauch, W.: Untersuchungen von Desinfektionsmitteln für deren Einsatz in Extraktionsanlagen. *Zuckerind.* **108**, 1983, s. 24.
10. Nystrand, R.: Disinfectants in Beet Sugar Extraction. *Zuckerind.* **110**, 1985, s. 693.
11. Fiedler, B.: Effect of disinfectants on osmophilic yeasts during sugar manufacture and processing. *Zuckerind.* **119**, 1994, s. 130.
12. Accorsi, C.A.: Glutaraldehyde as a disinfectant in extraction installations. *Zuckerind.* **119**, 1994, s. 124.
13. Winston-Olsen, B., Madsen, R.F., Nielsen, W.K.: Die Anwendung von Desinfektionsmitteln in Extraktionsapparaten und Untersuchungen der mikrobiellen Umsetzung. *Zuckerind.* **104**, 1979, s. 1011.
14. Pezzi, G., Vallini, G.: Experiences in the run of hydrogen peroxide in extraction. CITS Varšava, 1994, *Zuckerind.* **119**, 1994, s. 418.
15. Pehrson, R., Malone, J.W.G., Simms, R.A.: The use of peracetic acid formulations in the disinfection of beet sugar extraction. *Zuckerind.* **120**, 1995, s. 593.
16. Nickisch-Hartfiel, A., Mauch, A.: Orientierende Untersuchungen über Wirkung und Verbleib einiger in der Zuckerindustrie eingesetzter Desinfektionsmittel. *Zuckerind.* **108**, 1984, s. 711.
17. Pollach, G., Hein, W., Hollaus, F.: Use of hop products as bacteriostaticum in the sugar industry. *Zuckerind.* **121**, 1996, s. 919.
18. Hollaus, F., Kubadinov, N.: Untersuchungen über den Einsatz von Bakteriziden in Extraktionsanlagen und über Mikroorganismen in Hinblick auf den Gärverlauf von Pressschnitzelsilagen. CITS, 17me Assemblée générale Kodaň, 1983, s. 95.
19. Brigidi, P., Marzola, M.G., Trotta, F.: Inhibition of thermophilic aerobic sporeformers from diffusion juices by antiseptic substances based on quaternary ammonium compounds. *Zuckerind.* **110**, 1985, s. 302.
20. Fassatová, L., Smolík, J.: Uplatnění nových desinfekčních prostředků v cukrovarnickém provozu. *LČaŘ* **92**, 1976, s. 214.

21. Herčík, J., Dachovský, V.: Použití kyseliny peroctové k desinfekci v cukrovarnické výrobě. LCaŘ **91**, 1975, s. 126.
22. Sedláček, M.: Provozní zkušenosti z aplikace pomocných chemikálií firmy Stockhausen Krefeld v kampani 1996. LCaŘ **113**, 1997, s. 107.
23. Mosakowska, K.: Nové baktericidní preparáty testované při extrakci cukru. LCaŘ **112**, 1996, s. 52.

PŘÍLOHY

Tabulky:

Tab. I: Celková spotřeba biocidů v kampani 1997

Tab. II: Použití biocidů - doporučené i skutečné dávkování

Tab. III: Hodnoty korelačních koeficientů pro závislost obsahu kyseliny mléčné na pH

Tab. IV: Náklady na desinfekci řepy a šťáv v cukrovaru Dobrovice v kampani 1996

Tab. V: Náklady na desinfekci řepy a šťáv v cukrovaru Dobrovice v kampani 1997.
Porovnání nákladů s kampaní 1996.

Obrázky:

Obr.1 Průběh denního zpracování cukrovky

Obr.2 Průběh koncentrace kyseliny mléčné ve sladkých řízcích a průběh dávkování SUCAZURu 1451 na řepu

Obr.3 Průběhy naměřených hodnot obsahů kyseliny mléčné a pH v extraktoru RT93

Obr.4 Průběhy naměřených hodnot obsahů kyseliny mléčné a pH v extraktoru RT96

Obr.5 Průběh dávkování SUCAZURu 1410 do extraktorů

Obr.6a Korelace mezi hodnotami obsahů kyseliny mléčné a pH u surové šťávy

Obr.6b Korelace mezi hodnotami obsahů kyseliny mléčné a pH u řízkolisové vody

Obr.7 Průběh naměřených hodnot obsahů kyseliny mléčné a pH v řízkolisové vodě

Obr.8 Průběh dávkování SUCAZURu 1410 a formalínu do řízkolisové vody