

Těžení šťávy – část 3. Všeobecné zásady těžení šťávy a hodnocení extraktorů

SUGAR TECHNOLOGY – JUICE EXTRACTION – PART 3. GENERAL FUNDAMENTALS OF JUICE EXTRACTION AND EVALUATION OF EXTRACTORS

Svatopluk Henke, Pavel Kadlec, Evžen Šárka – Vysoká škola chemicko technologická v Praze

Technologické požadavky na extraktory je možno shrnout do následujících bodů (1–4):

- vyslazení řízků na 0,5–1,0 % cukru při sušině 8 %, což představuje tzv. známé ztráty při extrakci,
- doporučuje se pracovat s hmotnostním odtahem 105–115 % ř.,
- doba průchodu řízků extraktorem 60–120 min,
- požadavek co nejrychlejšího prohřátí řízků na teplotu nad 70 °C na začátku extraktoru, výhodné u extraktorů se zabudovaným tepelným výměníkem na ohřev řízků horkou šťávou,
- nízká spotřeba mechanické a tepelné energie,
- minimální mechanické poškození vyslazených řízků,
- vysoká kvalita surové šťávy, nízký obsah drtě, $Q > 92$ % (podle kvality řepné šťávy).

Z všeobecných zásad těžení šťávy a hodnocení extraktorů lze souhrnně uvést:

- extrakce musí probíhat trvale za ustálených podmínek, v tomto směru dobře vyhovují věžové extraktory,
- dodržení protiproudého toku řízků a šťávy a tím i koncentračního spádu mezi extrahovaným materiálem a kapalinou, vyloučit zpětné proudění řízků i šťávy, je dobře splněno u rotačního extraktoru, nevyhovují žlabové,
- vliv přirozeného proudění – šťáva by měla téci pouze ve směru naklonění aparátu nebo svisle dolů, k poruchám přirozeného



- proudění dochází i tehdy, je-li v extraktoru značně nehomogenní teplotní pole, např. u extraktoru DDS, plně je respektováno u věžových extraktorů, neuplatňuje se u rotačních,
- doba zdržení řízků v extraktoru – požadavek jednotného vyslazení všech vystupujících řízků, nejlépe to splňují rotační extraktory, kde se řízky pohybují v dávkách, u žlabových extraktorů může být značný rozptyl, extraktory s velkým rozptylem doby zdržení řízků na výstupu produkují surovou šťávu horší jakosti,
- rychlost denaturace polopropustné membrány řízků, rychlé zvýšení teploty na technologicky požadovanou úroveň umožňuje difuzi sacharosy denaturovanou membránou buněčné stěny, současně se účinkem teploty potlačuje i rozklad sacharosy mikrobiologickou nebo enzymovou cestou, nejlépe je splněno u extraktorů se souprůdným spařováním řízků,
- z mikrobiologického hlediska jsou výhodné extraktory s rychlým spařením řízků,
- údržba extraktoru je tím obtížnější, čím složitější je konstrukce zařízení, snadno se opravují rotační extraktory,
- vnitřní povrch extraktorů musí být odolný vůči korozi, zvláště v místech mechanického otěru stěn pískem; proto se chrání speciální úpravou ze syntetické pryskyřice či hliníku, nebo se zhotovují z nerezavějící oceli, věžové extraktory korodují pomaleji než rotační a žlabové,
- z hlediska kvality surové šťávy je nežádoucí nadměrné poškození řízků během jejich průchodu extraktorem; šťáva získaná z mechanicky rozrušených buněk má nižší čistotu, úlomky řízků a drtě zhoršují průtočnost zádrže extraktoru; tato drť se ze šťávy obtížně odstraňuje a tím se zhoršuje kvalita šťávy během čerání; řízky jsou nejméně mechanicky poškozeny u rotačních extraktorů, nejvíce u žlabových,
- riziko rozvoje mikroorganismů je největší ve středu žlabových extraktorů, nejlepší podmínky jsou u rotačních a věžových extraktorů, které pracují s rychlým nárůstem teploty řízků,
- velikost zastavěného prostoru je nejmenší u věžových extraktorů,
- spotřeba energie je největší u věžových a rotačních extraktorů,
- k potlačení pění v extraktoru se používají odpěňovací prostředky na bázi směsí mastných kyselin nebo jejich esterů a vhodných detergentních látek. Odpěňovací prostředky vytěsňují z povrchového filmu bublinky pěnотvorné látky a tím rozrušují stabilitu pěny. Pění v extraktoru je způsobeno přítomností povrchově aktivních stabilizátorů pěny, tj. saponinů, polysacharidů a bílkovin. Intenzita pění závisí na složení a zdravotním stavu cukrovky a na stupni bakteriální infekce.

Energetika těžení šťávy je dána spotřebou tepla a spotřebou elektrické energie. Teplo se spotřebovává ke spařování řízků, zahřívání extraktoru a k pasteraci řízkolisové vody. Pro ohřev se používá 2. nebo 3. brýdová pára z odparky o tlaku do 0,08 MPa a teplotě nižší než 110 °C. Pro pasteraci řízkolisové vody lze použít také kondenzát. Čím je nižší teplota surové šťávy, tím více tepla bylo vyměněno v koncových částech extraktoru. Pro další ohřev surové šťávy před epurací pak je možné využít méně hodnotné teplo, např. teplo kondenzátů nebo brýdové páry ze zrníků. Z hlediska efektivního tepelného hospodářství je výhodné uspořádání extraktorů se zabudovaným tepelným výměníkem na ohřev řízků horkou šťávou. Systém ohřevu extraktoru pomocí duplikátorového pláště činí potíže u vysoce kapacitních žlabových extraktorů, vytváří vysoce nehomogenní teplotní pole v rovinách kolmých k ose aparátu. Současným trendem je zavádění věžových extraktorů vzhledem k vysoké kapacitě, nízké zastavěné ploše, nižšímu odtahu surové šťávy a tepelně energetickým úsporám.

Úprava provozu extraktorů při zpracování zmrzlých řep, aplikace dextranasy

Při zpracování zmrzlých řep roste po následném rozmrznutí obsah dextranu ve šťávách, což se nepříznivě projeví při jejich čištění. Je známo, že dextran nepříznivě ovlivňuje krystalizaci uhličitanu vápenatého při epuraci, a to se projevuje zvýšeným množstvím jemných krystalů uhličitanu vápenatého o velikosti menší než 3 μm. Zde pomáhá jediné dávkování dextranasy – enzymu, který hydrolyzuje dextran na kratší oligomery, které již zpracování šťáv nekomplikují.

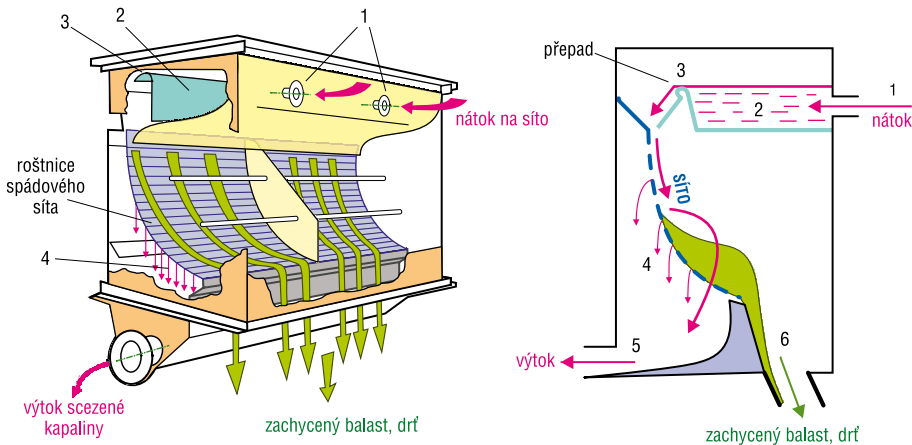
Použití dextranasy je zatím velice nákladné. Proto by se měla používat pouze v nejnútnejších případech a aplikovat v množstvích, které je právě nutné jen na zlepšení filtračních problémů způsobených dextranem (5). Aktivita obchodně dodávaných dextranových preparátů kolísá a aktivita dextranasy může při delší době skladování postupně klesat i přes správné skladování (v chladu a v temnu). Aktivitu dextranasy je potřebné kontrolovat před každým použitím a opakovaně provádět test aktivity

metodou, při které se vychází z hydrolyzy α-1,6-glykosidických vazeb dextranu po přidání komerčního preparátu a následující analýze uvolněných redukujících látek (isomalto-oligosacharidů) pomocí barevné reakce (6).

Místo, kam by se měla dextranasa dávkovat, je buď do čerpadla směsi řízků a šťávy za spařovacím mísidlem, kterým se šťáva s řízkou čerpá na spodek věžového extraktoru, nebo do cirkulačního čerpadla u rotačního bubnového extraktoru. Aby došlo k rychlému rozptýlení enzymu v extraktoru, ředí se pracovní roztok dextranasy vodou v poměru 1 : 5 až 1 : 10, tím se dosáhne maximálního kontaktu mezi přidanou dextranásou a dextranem ve šťávě. Ředit lze pitnou vodou při teplotě okolí (pH zředěného roztoku dextranasy by mělo být upraveno na hodnotu 5–6). Připravený objem zředěné dextranasy by měl být pouze na jedno použití, protože zředěná dextranasa není stabilní. Optimální pracovní podmínky pro dextranasu jsou teplota 50–60 °C a pH 5–6. Mimo tyto optimální podmínky je aktivita dextranasy nízká, rychle klesá při vysoké teplotě. Aby se využily všechny předpoklady pro optimální aktivitu dextranasy, musí se provozní podmínky na extrakci podle toho nastavit: teplota na extraktorech (věžových nebo rotačních) se musí snížit na 60 °C (ovšem s následnými zvýšenými ztrátami cukru). Tyto podmínky pak umožní využít vysokou aktivitu dextranasy i během požadované doby zdržení okolo 30 min, což je nutné pro dokonalý rozklad dextranu. Při extrakci je pH obvykle příznivé pro optimální funkci dextranasy a není nutné jej upravovat. Když se začíná pracovat s dextranásou, tak by se mělo začít s dávkou 10 g neředěné dextranasy na tunu řepy. Jestliže se po několika hodinách účinek dextranasy na filtraci neprojevuje, je potřeba postupně snižovat dávku dextranasy a dávat ji po krocích.

Je potřeba rozlišit dva odlišné stupně alterované řepy (7): řepy slabě alterované obsahující okolo 2 000 g invertního cukru v 1 t ř., ale neobsahující dextran, a řepy silně alterované, obsahující více než 3 400 g invertního cukru v 1 t ř. a více než 100 mg dextranu v 1 l surové šťávy. Technologický dopad zpracování poškozené řepy může být značný, a proto je nutné znát finanční náklady související se zpracováním poškozené řepy a kdy je ještě toto zpracování ekonomicky únosné.

Obr. 1. Schéma spádového scezovacího síta



1 – přívodní potrubí, 2 – rozdělovací žlab, 3 – nastavitelný přepad, 4 – scezená kapalina, 5 – výtok scezené kapaliny, 6 – přepad zachyceného balastu, drtě

Závady v provozu extraktorů

1. Nedostatečný výkon, špatný transport řízků

Výkon je funkcí rychlosti otáčení dopravního systému, často dochází k prokluzu, ke zpětnému mísení řízků, řízky opouštějí extraktor ve velkém časovém rozptylu 20–80 min. Na dopravní schopnost má vliv kvalita řízků (obsah drtě, spaření řízků), silné řízky se dopravují lépe, přehřátí řízků nad 80 °C zhoršuje jejich transport, u žlabových extraktorů se tvoří zátky a dochází k ucpání extraktoru. Při přeplnění extraktoru snížit přísun sladkých řízků, zvýšit rychlost otáčení dopravního systému, řezat silné řízky až hřebeny, upravit teploty podél extraktoru.

2. Špatný průtok surové šťávy, nízký odtah

Stejně příčiny jako při špatném transportu řízků, ucpání extraktoru. Ucpání odtahových sít v důsledku vysokého obsahu drtě ve šťávě (nutno síta profouknout párou).

3. Nedostatečné naplnění extraktoru

Nesoulad mezi transportní schopností extraktoru a přísunem sladkých řízků; snížit otáčky, přidat sladké řízky.

4. Vysoké ztráty cukru při extrakci

Neznámé ztráty je možno omezit na 0,05 %. Jejich výši ovlivňuje teplotní režim extraktoru, dezinfekce řepy a extraktoru.

5. Nevyhovující kvalita surové šťávy

Kvalita surové šťávy je ovlivňována především kvalitou řepy a nedodržováním technologických parametrů při těžení šťávy; čistota surové šťávy se v současné době pohybuje v jednotlivých závodech mezi 90–94 %. Vyšší čistotou šťávy se vyznačují extraktory rotační a věžové.

6. Vliv kvality cukrové řepy

Nízké čistoty surové šťávy se vyskytují zejména při zpracování řepy ze suché oblasti, řepy dlouho nekvalitně skladované nebo alterované; vysoký obsah α -aminodusíku (nad 45 mg·100g⁻¹), je způsoben suchem a vysokým hnojením dusíkem; příčinou vysokého obsahu rozpustného popela (nad 0,6 %) je mokřý ročník, vysoké hnojení minerálními hnojivy; vysoký obsah redukujících látek (nad 0,07 %) se vyskytuje u nezralých a u dlouho skladovaných řep.

7. Vliv technologických parametrů

Udržování vysokých teplot nad 80 °C na extrakci vede k intenzivnímu odbourávání drtě, dochází při tom k hydrolýze

pektinu. Dlouhá doba extrakce (doba trvající nad 120 min) je aktuální především u předdimenzovaných extraktorů, kde se nevyužívá kapacita zařízení a kde dochází k intenzivním zpětným tokům řízků v extraktoru, při dlouhé době je rovněž aktuální kontaminace zádrže extraktoru a zvyšuje se obsah pektinu ve šťávě.

Přídavná voda

Jako přídavná voda se na extrakci používají kondenzáty z topných komor, případně kondenzáty smíšené s povrchovou vodou z veřejného zdroje, např. barometrická voda nebo povrchová voda. Technologicky nevýhodnou vlastností kondenzátů je jejich vysoké pH, které je někdy v důsledku přítomnosti

amoniaku vyšší než 8,5. Obecně by přídavná voda měla mít minimální obsah amoniaku, alkálií, alkalických křemičitanů, solí a organických látek. Alkalické prostředí je nevhodné z hlediska zvýšené rozpustnosti pektinových látek. S ohledem na minimální přechod pektinových látek do roztoku a současnou minimalizaci koroze oceli a inverze sacharosy se doporučuje upravovat pH vody na hodnotu 5,8–6,0. Skutečné hodnoty jsou ale v našich cukrovarech mnohdy vyšší, často se pohybují kolem pH 6,5.

Úprava pH přídavné vody se provádí nejčastěji přidávkem kyseliny sírové nebo kyseliny fosforečné, ev. po předchozím vypuzení amoniaku z kondenzátu probubláváním vzduchem, kavitací nebo vyvářením amoniaku z vody za podtlaku. Kyselina sírová je levnější než fosforečná, je ale silně agresivní a obtížně se s ní manipuluje. Kyselina fosforečná má příznivý účinek na kvalitu surové šťávy, má vyšší čistotu a obsahuje méně koloidně dispergovaných látek. Dále lze přídavnou vodu sít oxidem siřičitým, který se získá buď spalováním síry v siřičí peci (plyn obsahuje 20 % SO₂) nebo z tlakových zásobníků (100% SO₂). Spalování síry je levné, účinnost SO₂ je ale obecně nízká, nehledě na možné ekologické problémy při úniku nezreagovaného SO₂ do ovzduší. Rovněž se používá při síření přidávání sádry nebo saturačního kalu. Přídavnou vodu lze také saturovat kouřovými plyny nebo přebytkem saturačního plynu. Při neutralizaci amoniakálních vod chlorem vzniká vedle kyseliny chlorné a chlorovodíkové i chloramin, takže chlor působí, podobně jako SO₂, i dezinfekčně.

Odstraňování drtě ze surové šťávy a řízkolisové vody

Pevné částičky řepné drtě, které jsou obsaženy v surové šťávě, je třeba před dalším zpracováním odstranit. Působí totiž potíže již při zahřívání surové šťávy, neboť se usazují na topných stěnách zahříváčů. Důležitější však je, že při vysokých teplotách nad 80 °C a vysokých alkalitách při předčeření (pH 11) a čerání (pH 12) dochází k peptizaci pektinových látek obsažených v řepné drti. Tím se podstatně zhoršuje kvalita surové šťávy a nastávají potíže při filtraci, odpařování, krystalizaci, zvyšuje se výroba melasy. Obsah drtě v surové šťávě se stanoví sedimentací známého objemu šťávy. Stanovuje se objem hrubších částic – jeden

rozměr větší než 1 mm a jemných částic (menší než 1 mm).

K odstraňování drtě slouží odlučovače (lapače) drtě. Jejich význam vzrostl po zavedení mechanizovaných extraktorů, kde dochází ke značnému mechanickému poškození řízků a stoupá obsah drtě jak v surové šťávě, tak i v řízkolisové vodě. Kvalitní odlučovač drtě nesmí zachycenou drť lisovat, ale šetrně odstraňovat. Odlučovače drtě pracují na principu scezování, stíraného síta nebo filtrace.

Odlučovač drtě BMA je válcová nádoba, uvnitř je vertikální nerezové síto (velikost děr síta je 0,8–1,0 mm), na kterém se zachycuje drť. Tato drť se pak kontinuálně stírá spirálovým kartáčem, stéká do spodní kónické části lapače a odtud se čerpá zpět do extraktoru. Jedná se o výkonné zařízení a má velmi dobré uplatnění při vysokém obsahu drtě v surové šťávě.

Kořánův lapač je válcová nádoba s kuželovým spodkem a střechovým víkem, v němž je odnímatelné kónické síto, vstup šťávy je postranní, výstup do okružního žlábků. Dole v nádobě je šikmá výpusť zachycené drtě, středem je veden hřídel s několika rameny v dolní části a spirálovým stíračem síta v horní části.

Spádové scezovací síto se používá k odstraňování organického balastu ze surové šťávy, řízkolisových a plavicích vod (obr. 1.). Vlastní scezovací síto je tvořeno nerezovými roštnicemi (tvarovanými dráty), které jsou sestaveny rovnoběžně vedle sebe ve vzdálenosti 0,3–1,2 mm, kolmo na směr toku a vytvářejí tak funkční scezovací plochu. Profil scezovacího síta je konkávní, horní část je téměř svislá a dole se zahýbá. Štáva nebo voda s drťí natéká na horní kraj síta do rozdělovacího žlabu, odtud přes nastavitelný přepad stéká po celé šíři konkávního síta dolů. Pevné částice se zachycují na síto a pohybují se po něm dolů účinkem gravitace, pohybu drtě též napomáhá kontinuální nátok další šťávy nebo vody na síto. Zachycená drť a organický balast přepadává přes spodní okraj síta, kdežto scezená kapalina protéká mezerami mezi roštnicemi, shromažďuje se ve žlabu pod sítem, odkud vytéká k dalšímu zpracování. Účinnost tohoto lapače je 90 %. Podmínkou dobré funkce scezovacího síta je jeho udržování v čistotě a pravidelná dezinfekce. Výhodou proti stíraným sítům je to, že scezovací síto nemá žádné pohybující se části, drť se pouze ocedí a neprotlačuje se sítem. Scezovací síto se nehodí pro separaci anorganického balastu, písku a kamínků.

Jako lapač drtě ze surové šťávy může pracovat i kontinuální zahušťovací filtr povlečený speciální monofilovou tkaninou (jednoduché, nekonečné chemické vlákno, polyamid nebo polyester). Účinnost separace drtě je 70 % při vstupní koncentraci 1 % obj. drtě.



Surová šťáva

Surová šťáva z extraktoru postupuje dále na čištění šťáv, na epuraci. Základní technologické parametry surové šťávy jsou:

- sacharizace 15–18 %,
- čistota 90–94 %,
- slabě kyselá reakce, pH 6,0–6,3,
- šedočerná barva,
- obsahuje v roztoku, kromě sacharosy, koloidně dispergované látky, pektiny, bílkoviny, barevné látky, saponiny a další látky, které se souhrnně řadí k necukrům.

Literatura

1. HENKE, S. ET AL.: *Technologie cukru*. Praha: VŠCHT, 2024.
2. KADLEC, P.: Manipulace s řepou. Těžení šťávy. In BUBNÍK, Z. ET AL.: *Úvod do cukrovarnické technologie*. Praha: VŠCHT a VUC, 2006.
3. KADLEC, P. ET AL.: *Přednášky z Technologie cukru pro bakalářské a magisterské studium*. Praha: FPBT VŠCHT, 2022.
4. KADLEC, P.: Technologie cukru. In KADLEC, P.; MELZOCH, K.; VOLDŘICH, M. (ED.) ET AL.: *Technologie potravin – Přehled tradičních potravinářských výrobních procesů*. Ostrava: KEY Publishing, 2012, s. 429–448.
5. DE BRUIJN, J. M.: Processing deteriorated beet. Part 1: Indicative and quantitative analysis of the degree of deterioration. *Sugar Ind.*, 146, 2021 (2), s. 92–99.
6. HUET, J. M.: General Subject 8. Beet Sugar Processing. In *ICUMSA report. Proc. 2012 Session of ICUMSA*. Berlin, 2013, s. 133–139.
7. DE BRUIJN, J. M.: Impact of beet quality on sugar manufacture. Part 2. Impact of invert sugar on beet processing. *Sugar Ind.*, 145, 2020 (3), s. 154–160.