

Vetracie systémy pri výrobe krmného droždia zo sulfitových výluhov a výpalkov

ZDENĚK RADĚJ, Výzkumný ústav papiaru a celulózy, Bratislava

628.3-676.2.054
663.14:66.098

Pre úspešnú prevádzkovú produkciu krmných kvasníc je základnou podmienkou intenzívne prevzdušňovanie záparu podľa možnosti čo najjemnejšie, ktoré zaručí, aby povrch buniek bol v každom okamihu obklopený dostatočným množstvom kyslíka. Prevzdušňovanie záparu má tiež za úlohu odstrániť z nej pri zdrožďovaní vznikajúci kysličník uhličitý, ktorý je pre kvasinky škodlivý. Intenzívne prevzdušňovanie sulfitových výluhov vedie k nežiaducej tvorbe pien, ktorá je podstatne väčšia ako u zápar melasových. Zrážanie pieny je vedľa prevzdušňovania najdôležitejším problémom pri zdrožďovaní sulfitových výluhov.

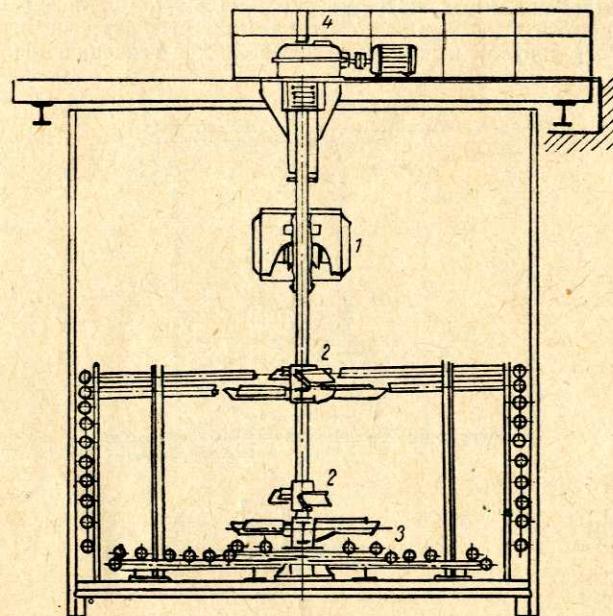
Dôležitým faktorom je tiež dôkladné mechanické premiešavanie prevzdušňovaných zápar. Celkový mechanizmus zásobovania kvasiniek kyslíkom sa skladá z prevedu hmoty medzi plynom a kvapalnou fázou, t. j. kyslíkom do fermentačného roztoku a potom z prevedu rozpusteného kyslíka z roztoku do hmoty kvasinky. Mikroorganizmus môže využiť k metabolickým procesom len kyslík rozpustený v živnom roztoku. Mechanickým premiešavaním zvyšuje sa prevod kyslíka z prebublávacieho vzduchu do živného roztoku, zmenšuje sa hrúbka difúzneho filmu u povrchu kvasničných buniek a zaistí sa rovnomerné rozptýlenie mikroorganizmov v celom obsahu kvasnej nádrže, čím sa zaručí rovnomernejší príbeh metabolickej procesov.

Prevzdušňovacie systémy používané v sulfitovom droždiarstve je možno zhruba rozdeliť na dve skupiny:

1. prevzdušňovacie zariadenia bez pohyblivých súčastí
2. systémy opatrené pohyblivými súčasťami.

Je zaujímavé, že prevzdušňovanie sulfitových zápar pomocou keramických sviečok a frit sa v praxi neosvedčilo pre rýchle upchávanie pôrov keramických materiálov kvasinkami a jemnou zrazeninou obsiahnutou v sulfitových výluhoch a výpalkoch.

Jednotlivé zariadenia na prevzdušňovanie sulfitových zápar sa líšia kapacitou, t. j. produkciami kvasničnej sušiny z objemovej jednotky kvasného priestoru za jednotku času, spotrebou vzduchu a elektrickej energie.



Obr. 1. Vetrací systém Phrix

1 — Höeschov zrážač pien, 2 — dva páry vrtulových miešadel, 3 — prevzdušňovacie klobúčiky, 4 — pohonný motor

Systémy bez pohyblivých súčasťí

Najstarším a dosiaľ ešte používaným vetracím zariadením je systém dierkových kovových trubíc umiestnených tesne u dna kvasnej nádoby. Vetranie tohto typu je hrubé a spotreba vzduchu je značná.

Systém Phrix (5)

Zariadenie tohto systému je znázornené na obr. 1.

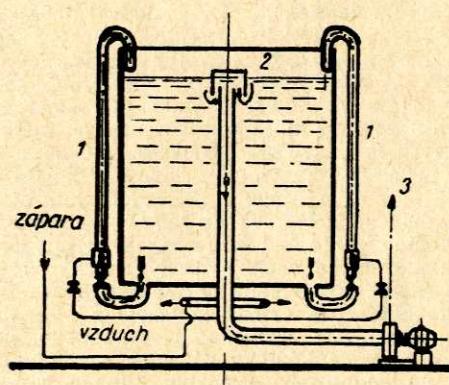
Na dne kvasnej kade sú pevne umiestené dve sústredné päťuholníkovité trubkové hviezdice, na ktorých sú nasadené malé prevzdušňovacie klobúčiky 3. Prevzdušňovanie je hrubé a spotreba vzduchu je 40 až 50 m³ na 1 kg kvasničnej sušiny alebo 15 až 20 m³ na 1 kg redukujúcich látok. Každa sa plní asi na 40 % užitočného objemu. Používa sa vzduch o tlaku 0,6 atm.

Zrážanie pien obyčajne obstaráva zrážač podľa Höeschova 1, ktorý je poháňaný motorom o výkone 35 až 45 kW. Höeschov zrážač je segmentovaný valec o priemere 1,5 m a výške 1 m. Otáča sa rýchlosťou 70—100 ot/min a jeho zrážacia činnosť spočíva v stahovaní pien do stredu kvasnej kade. Z pien sa pritom otáčivým pochodom uvoľňujú plyny a vzniknutá kvapalina je tlačená ke dnu kade. Na hriadele, na ktorom je Höeschov zrážač, montujú sa obyčajne ešte dva páry vrtulových miešadiel, ktoré majú zabezpečiť intenzívne premiešavanie celého obsahu kade. Teplota sa udržuje pomocou nerezového chladiaceho hadu.

Nový zlepšený systém Phrix (Kellner, Rupp, Machu) má namiesto nepohyblivých prevzdušňovacích klobúčikov u dna kade rýchle sa otáčajúce miešadlo, do ktorého sa privádzza prevzdušňovacou trubicou vzduch. U tohto zariadenia je oproti pôvodnému nižšia spotreba vzduchu.

Systém Scholler-Seidel (5)

Zdrožďovací agregát tohto typu (obr. 2) pracuje na princípe pumpy mamutky. Kvasná kád býva železná, na vonkajšom obvode býva 8—12 prevzdušňovacích trubiek o priemere 200—300 mm, do ktorých sa cez Seidelov rozdelovač vháňa vzduch. Trubice ústia z dna kvasnej kade a horné ich konce prečnievajú tangenciálne cez horný okraj kvasnej kade. Špecificky ľahšia so vzduchom zmiešaná kvapalina stúpa trubicami hore, vystrekuje na hladinu a zráža penu. Seidelov rozdelovač vzduchu je umiestený v dolnej časti prevzdušňovacích trubíc a rozptýluje vzduch na jemné bublinky. Množstvo vzduchu dodávané do jednotlivých prevzdušňovacích trubíc sa dá samostatne regulovať, prípadne sa niektorá trubica môže z činnosti vypojiť. Dutý valec v strede kvasnej kade slúži na odvádzanie prebytočnej



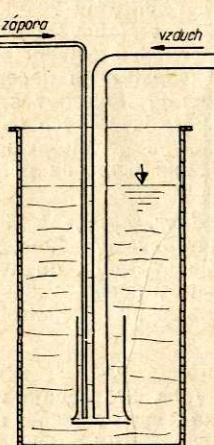
Obr. 2. Kvasná kád podľa Scholler-Seidela

1 — prevzdušňovacie trubice, 2 — prepádový valec s klobúkom, 3 — potrubie k bublovej odstredivke

peny, ktorá sa do neho dostáva prepadom a viedie sa k bubnovej odstredivke, v ktorej sa z penovej emulzie uvoľňuje vzduch a vzduchu zbavená zápara postupuje do separátorov. Ochranný klobúk nad valcom zabraňuje vnikaniu čerstvej zápari do valca. Spotreba vzduchu o tlaku 0,6 atp dosahuje až $60 \text{ m}^3/\text{kg}$ a. s. droždia. Kompresiou zohriaty vzduch sa ochladí v chladičoch vzduchu a týmto sa ochladzuje i kvasiacia zápara, takže u tohto systému odpadá chladenie kvasiacej zápari vodou. Prípadnému zvýšeniu teploty sa dôzváni skrápaním vonkajších sten kade alebo premiešavacích trubíc vodou. Prednosťou tohto systému je jeho veľká výkonnosť. Kada o obsahu 250 m^3 vyprodukuje za deň až 5 t a. s. droždia. V rôznych modifikáciach je rozšírený najmä v USA a v Švajčiarsku.

Systém Lefrançois (2)

Na rozdiel od už uvedených spôsobov neobsahuje systém Lefrançois (obr. 3) žiadne zariadenie na mechanické premiešavanie a zrážanie pien. Vzduch sa v kvapaline rozpúšta výhradne sorpciou za vzniku penovej emulzie. Zariadenie tohto typu dodáva firma Soris (Francúzsko) na dennú kapacitu 5 až 12 t vzduchosuchých kfmných kvasníck. Kvasná kada o výške 12–13 m a v priemere 3–3,5 m je umiestená na voľnom prieskame. Priemer a výška kade sú volené tak, aby pri minimálnej spotrebe elektrickej energie na prevzdušňovanie sa dosiahlo maximálnie cirkulácie zápari. Vzduch



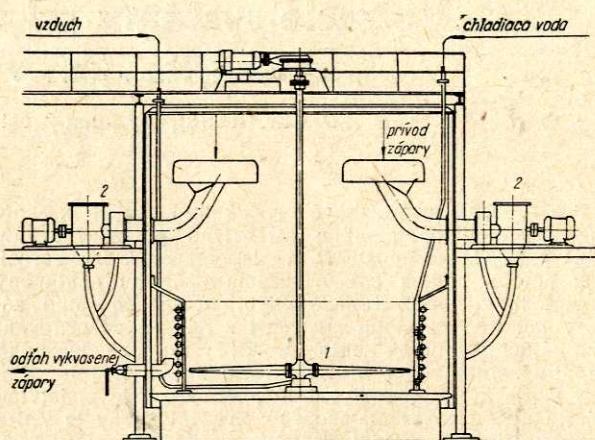
Obr. 3. Vetrací systém Lefrançois

nenie toto zariadenie ekonomicky zdroždovať i matičné sulfitové výluhy. Tento systém, ktorý patrí k najväčnejsím prevzdušňovacím zariadeniam, skúša sa teraz v SSSR na rôznych substratoch.

Systémy s pohyblivými súčasťami

Spôsob Vogelbuschov

Tento spôsob našiel uplatnenie hlavne v melasovom droždiarstve, ale napriek tomu v poslednej dobe sa stále častejšie používa i pri zdroždovaní sulfitových výluhov a výpalkov, napr. v NDR, ako aj k submersnej výrobe organických kyselin a antibiotik. Podstatou súčasťou tohto zariadenia (obr. 4) je dutá dierovaná trubica o priemere 5 až 6 m, ktorá rotuje v zápare. Otvormi vo vrtuli, ktorých je asi 10 000 o celkovej ploche 1000 cm^2 a ktorých priemer vzrástá od 1 mm u hriadeľa až do 4 mm na obvode, vystupuje prúd vzduchu, ktorý sa rotačným pohybom odrezáva na jemné bublinky. Vrtuľa býva obyčajne vyhotovená z nerezu a je prispôsobená tak, aby kládla čo najmenší hydrodynamický odpor. Asi 1 m od horného okraja kade sú umiestené dva zrážače pien. Tento zrážač sa skladá zo sacieho potrubia, exhaustora, oddeľovača vzduchu a pohonného motoru. Pena, ktorá prepádá kónicky zúženým sacím potrubím, prichádza do oddeľovača vzduchu, kde sa rozbieje na kvapalinu pomocou rotujúceho disku so zakrivenými lopatkami. Vzniklá kvapalina sa viedie do spodnej časti kvasnej kade a uvoľnený vzduch sa odvádzá zvláštnym



Obr. 4. Vetracie zariadenie podľa Vogelbuscha

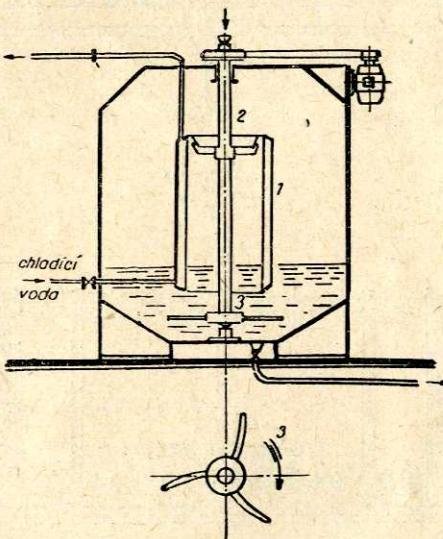
1 — prevzdušňovacia vrtuľa, 2 — zrážač pien, 3 — pohon vrtuľ

komínom na strechu. Spotreba vzduchu je malá, udáva sa 8 až $15 \text{ m}^3/\text{kg}$ kvasničnej sušiny, ale prevádzkové skúsenosti ukazujú, že je o niečo vyššia. Dosahuje asi $20 \text{ m}^3/\text{kg}$ kvasničnej sušiny. Spotreba elektrickej energie na otáčavý pohyb prevzdušňovacej vrtule s 30 až 60 ot/min, pri priemere 6 m a výške kvapalinovej vrstvy 2 m je u kade o obsahu 250 m^3 asi 30 kW.

Zápara sa chladí chladiacimi hadami v dolnej tretine kvasnej kade. Prítok zápari sa vede obyčajne do sacieho potrubia zrážača pien a odfah vykvasenej zápari odo dna kvasnej kade. Prevádzkové skúsenosti ukazujú, že jedna kada o objeme 250 m^3 opatrená Vogelbuschovým prevzdušňovacím zariadením vyprodukuje za 24 h 2,5 až 3 t kvasničnej sušiny. V cudzine sa často používa kombinácia Vogelbuschovej prevzdušňovacej vrtule s Höeschovým zrážačom pien. Oproti kompletnejmu Vogelbuschovu zariadeniu je v tomto pripade vyššia spotreba vzduchu — na 1 kg kvasničnej sušiny asi 30 m^3 a výkonnosť je nižšia — asi 1,6 až 1,8 t kvasničnej sušiny za 24 h u kade s objemom 25 m^3 (3).

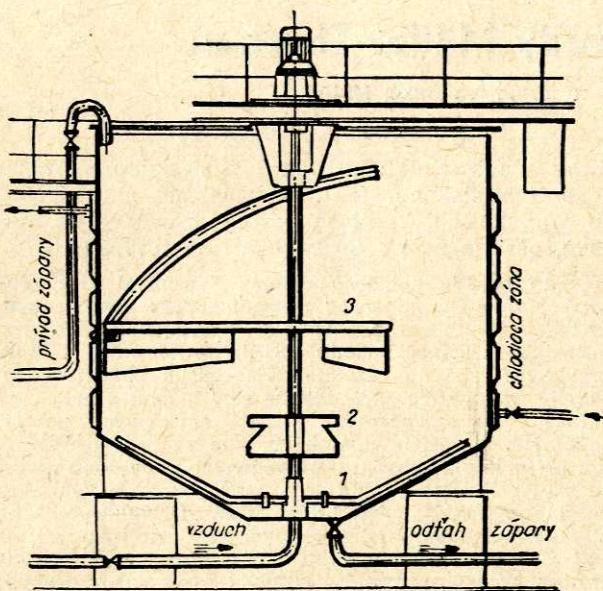
Prevzdušňovacie zariadenie typu Waldhof (7)

Vynálezcom tohto systému je Claus z celulózky Mannheim-Waldhof, kde bol tento spôsob prvý ráz zavedený a postupne zdokonalovaný. Kvasná kada sa skladá (obr. 5) z uzavorennej nádrže, v ktorej je umiestený dutý valec, ktorý slúži ako chladiaci plášť. Dutým vertikálnym hriadeľom sa zo sacej prírube privádzza vzduch, ktorý pohybuje odstredivým rozdeľovačom vzduchu u dna



Obr. 5. Vetrací systém Waldhof

1 — chladiaci plášť, 2 — zrážač pien, 3 — rozdeľovač vzduchu



Obr. 6. Vetrací systém Paschke-Tajfun

1 — perforované ramena, 2 — miešadlo, 3 — systém lamiel

nádrže. Rozdeľovač vzduchu pracuje na princípe Segnerovho kola. Zápara smiešaná so vzduchom postupuje okolo chladiaceho plášta hore, prepádá dovnútra plášta, skvapalní sa a steká späť do záparov. Na odpeňovanie sa používa zrážač typu Escher-Wyss.

Spotreba vzduchu sa pohybuje okolo 25 až 30 m³ vzduchu na 1 kg kvasničnej sušiny. Spotreba elektrickej energie je značne vysoká. Na prevzdušňovanie sa spotrebujete 156 kW a na pohon zrážača pien 30 kW. Pred separáciou sa obyčajne silne spenená zápara odpeňuje v bubnových odstredivkách Escher-Wyss.

Systém Paschke-Tajfun (6)

Jedným z najnovších prevzdušňovacích zariadení je kada Paschke-Tajfun (obr. 6). Dnom železnej nádrže sa privádzza vzduch do pevne inštalovaných perforovaných ramien, rovnobežných s dnom nádrže, zahnutých smerom hore. Na vertikálnom hriadele je miešadlo, ktoré sa otáča rýchlosťou 160 ot/min. Rovnakou rýchlosťou ako miešadlo rotuje i zápara a „odrezáva“ vzduchové bublinky vystupujúce z perforovaných ramien. Vzniklá pena sa automaticky zráža systémom lamiel, ktoré po skrutkovitej dráhe odvádzajú kvapalinu do stredu nádrže do dosahu miešadla. Oproti iným systémom prebieha tu stále prevrstvovanie obsahu kade v smere horizontálnom, čo umožňuje v každom okamihu dosiahnuť úplnej homogenitu obsahu kvasnej kade. Teplota vznikajúca pri zdrožďovanom procese odvádzsa sa chladiacou

zázonou plášta nádrže. Spotreba energie je u tohto systému malá.

Systém Rosenquist

Kaďa opatrením týmto druhom prevzdušňovacieho zariadenia má obyčajne objem 300 m³. V strede kade je vertikálne umiestená trubica, v ktorej sa rýchlosťou 600 ot/min pohybuje premiešavacia vrtuľa, zabezpečujúca intenzívne premiešavanie penovej emulzie (obsah celej kvasnej kade tvorí pena). Pohonný motor vrtuľu je pod kvasnou kadoú. U vrcholu trubice sú dva dierkovane bubby o priemere 320 cm, otáčajúce sa obvodovou rýchlosťou 9 m/s, každý v opačnom smere. Nizkotlaký vzduch dodávaný miešadlom, prichádza prívodným potrubím do bubenov a z nich vystupuje v podobe jemných bubliniek.

Tabuľka 1

Prehľad účinnosti vetracích systémov

Vetrací systém	Užitočné plnenie kade v %	Litrová váha emulzie v g	Spotreba vzduchu m ³ /kg a. s. droždia	Kvasná doba	Prítok m ³ /h
Trubkové vetranie	75	700—800	150—200	10	15
Phrix	40—45	500—600	40—50	7	12
Schoeller-Seidel	25—30	600—750	50—60	5—6	25—30
Waldhof	20—22	250—300	25—30	4	10
Vogelbusch	34—35	300—400	8—15	4	17

Prehľad o účinnosti najznámejších systémov pri kontinuálnom spôsobe zdrožďovania v jednej kadi o celkovom objeme 200 m³ je uvedený v tab. 1 (1).

Na záver treba podotknúť, že vo všetkých spomínaných systémoch sa až na nepatrné výnimky pracuje kontinuálne, t. j. prietokovou metódou.

Je isté, že prudko rastúca produkcia kŕmnych bielkovín z odpadov celulózového priemyslu spôsobí i ďalšie zlepšenie technologických postupov a to najmä vývojom nových výkonných prevzdušňovacích zariedení.

Záver

Po stručnom vysvetlení významu prevzdušňovania záparov je podaný prehľad používaných vetracích systémov pri výrobe kŕmneho droždia zo sulfítových výluhuov a výpalkov. Technické data o účinnosti jednotlivých systémov sú prehľadne uvedené v tabuľke.

Literatúra

- [1] Havránek J.: Papír a celulosa 9, 7 (1954)
- [2] Jakovenko A. Z.: Gidroliznaja i lesochimickaja promyšlennost 4, 30 (1958)
- [3] Kretzschmar G.: osobné zdelenie
- [4] Stuchlík V.: Kvasný průmysl 3, 131 (1957)
- [5] Winter R.: Chemische Technik 8, 145 (1956)
- [6] Winter R.: Wehbl. f. Papierfabrikation 22, 949 (1958)
- [7] DRP 759 121, Kl 6a/IV, Gr. 1503

Došlo do redakcie 20. 10. 1959.

СИСТЕМЫ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ ИЗ СУЛЬФИТНО-СПИРТОВОЙ БАРДЫ И СУЛЬФИТНОГО ЩЕЛОКА

После краткого разъяснения значений проветривания заторов рассматриваются отдельные системы проветривания применяемые при производстве кормовых дрожжей из сульфитно-спиртовой барды и сульфитного щелока. Технические данные характеризующие системы приведены в форме обзорных таблиц.

BELÜFTUNGSSYSTEME BEI DER FUTTERHEFEFABRIKATION AUS SULFIT-ABLAUGEN UND SCHLEMPEN

Nach kurzer Erklärung der Bedeutung der Maischebelüftung wird eine Übersicht der Belüftungssysteme bei der Futterhefefabrikation aus Sulfitablaugen und Schlempen gegeben. Die technischen Daten über die einzelnen Systeme sind in eine übersichtliche Tabelle zusammengestellt.

AERATING SYSTEMS FOR PLANTS MANUFACTURING FEED YEAST FROM SULPHITE LYES AND DISTILLATION RESIDUES

Having explained in introducing paragraphs the importance of mash aeration, the author deals with various systems used in plants manufacturing feed yeast from sulphite lye liquor and distillation residues. Technical data of individual systems are presented in the form of tables.