

2

únor 1965 - ročník 11

# Kvasný průmysl

ODBORNÝ ČASOPIS PRO PRACOVNÍKY V KVASNÝCH PRŮMYSLECH

## Vločkovanie pivovarských kvasienek

ANNA KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ,

Československá akadémia vied, Chemický ústav SAV, Bratislava

683.12

Vločkovanie (flokulencia, samovoľná aglutinácia) má u spodných pivovarských kvasiniek veľký technologický význam a je preto jednou z najdôležitejších vlastností druhu *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen [1]. Vločkovanie vo zmysle samovoľnej aglutinácie treba rozlišovať od tvorenia kričkovitých vločiek, vznikajúcich u vrchných kvasiniek tak, že sa dcerske bunky od materských pri pučaní neoddelujú a celá takto vytvorená vločka je vynášaná vyvíjajúcim sa kyslíčnikom uhlíčitým k povrchu kvasnej tekutiny, na ktorej sa tvorí hustejšia vrstva. U spodného kvasenia sa druhotne zhlukujú jednotlivé už dozreté bunky. Preto nevločujú v štádiu najbujnejšieho pučania, ale až ku koncu kvasného procesu. Zhlukovanie buniek vo väčšie vločky je tu preto úkazom opácnym, pretože zhluky buniek svoja váhou klesajú, ku dnu nádob s kvasnou tekutinou, ktorá zatiaľ znížila svoju mernú hmotu odkvasením extraktu. Tak nastáva usadzovanie, sedimentácia. Vločkovanie aj usadzovanie kvasiniek bolo preto vždy v technológii kvasenia predmetom štúdií, pretože je dôležité, aby začalo vo vhodnej dobe a nadobudlo správnych rozmerov. Kvasinky nesedimentujúce by dávali pivo „prázdne“ a ťažko filtrovateľné, kvasinky príliš skoro sa usadzujúce by nedokončili kvasný proces, pivo by ostávalo neprekvasené, dokvasovanie by viazlo, snadno by dochádzalo ku kontaminovaniu atď. Na základe tejto úvahy rozlišujú niektorí pracovníci dva typy kvasiniek [2], druhí, ako napr. Gilliland [3] až štyri:

I. trieda kvasiniek: Nevločujú.

II. trieda kvasiniek: Vločujú až na konci kvasného procesu.

III. trieda kvasiniek: Vločujú si na konci kvasného procesu, ale nasledovane prudko sedimentujú a všetky bunky sa rázom usadia.

IV. trieda kvasiniek: Kvasinky vločujú skoro, takže dcerske bunky sa ani nestačia oddelovať a predčasne sedimentujú.

Ododávna sa pripisovala schopnosť vločovať

kmeňom, rasám, varietám. Iba v poslednej dobe sa však táto skúsenosť vedecky formuluje tým, že sa vločkovanie pokladá za vlastnosť dedičnú. Je pokladaná za vlastnosť dominantnú — F (flocculence) a „prachovitost“ za vlastnosť recesívnu — f. To však nijako nehovorí proti skutočnosti, že existuje veľký počet rôznych chemických, fyzikálno-chemických a fyzikálnych činiteľov, ktoré vločkovitosť zvyšujú alebo vyvolávajú odvločkovanie [1, 4]. Tak je známy účinok vysokomolekulárnych substancií zo sladu [5, 6], vplyv viacmocných katiónov [7, 8, 9], rôznych aniónov, napr. fosfátov, viazaných k povrchovým vrstvám bunkových blán [10], alkoholov [11], povrchového napätia, pH prostredia [10], hodnoty elektrického náboja na povrchu buniek [1, 12, 13, 14, 15, 16, 17], prítomnosti komplexov manan-fosfolipid-proteinových v povrchových vrstvách blán [18, 19], atď. Naproti tomu sú známe aj vplyvy a okolnosti, ktoré vločkovanie potláčajú, ako je prítomnosť niektorých cukrov v prostredí, maltózy a manózy [20, 21], enzýmov, rozpúšťajúcich polysacharido-lipidicko-bielkovinné komplexy, ako je papain, trypsin, lipáza alebo enzýmový komplex zo slimákov [22].

Zaujímavé je, že viacej štúdií v tejto oblasti ako spodné pivovarské kvasinky *Sacch. carlsbergensis* si vynútili kmene *Sacch. cerevisiae*, v niektorých krajinách ešte používané k výrobe piva. U *Sacch. carlsbergensis* je väčšmi tak dobre vyvinutá schopnosť vločkovať a usadzovať sa, takže výber prachového kmeňa robí často ťažkosť. Aj keď sa nájde, v podmienkach spodného kvasenia túto vlastnosť stráca a stáva sa opäť vločujúcim. Niekedy sa *Sacch. cerevisiae*, používané ako produkčné kmene v pivovarstve šľachtia tak, aby sa u nich čo najviac potlačil oxydatívny metabolizmus a zvýraznil sa metabolizmus anoxydatívny [23, 24]. Okrem toho sa niekedy pracuje aj so zmesami kmeňov, ktoré majú rôznu schopnosť vločkovať [25]. Chesters [26] sa zaoberal rozborom schopnosti vločkovať vo vnútri kmeňa *Sacch. cerevisiae*. Izoloval kultúry z jednobunkových kolónií a zistil, že javia značnú variabilitu v schopnosti sedimentovať.



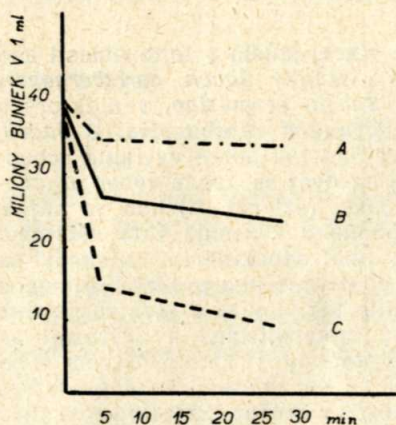
Jeffrey [25] sa zaoberal tiež otázkou zníženia vločkovitosti ( $F \rightarrow f$ ) a zistil, že závisí na zvýšení teploty. Naproti tomu pri nízkej teplote rastú rýchlejšie kvasinky vločkujúce —  $F$ , ako prachové —  $f$ , a teda ich tendencia k vločkovaniu vzrášťa. Pretože spodné pivovarské kvasinky patria k chladnomilným, pestovaným pri 5 až 9 °C, musí u nich proces vločkovania ísť smerom  $f \rightarrow F$ . Amaha a Takeuchi [28] sledovali potrebu vitamínov pre vločkovanie pri rôznych teplotách. Zistili, že všetky vločkujúce kvasinky pri nízkej teplote potrebujú inositol. Podobne Dunwell a spol. [29] zamerali svoje štúdium tiež na otázku vločkovania v súvislosti s prítomnosťou alebo chýbaním biotinu a kyseliny asparágovej v prostredí.

Z celkových doterajších znalostí o vločkovaní vidno, že technologické pomery pri vedení spodného kvasenia, hlavne nízka teplota, poskytujú kvasinám najlepšie podmienky nielen k zachovaniu, ale aj k podpore schopnosti vločkovať. Tým si tiež vysvetlíme, že táto vlastnosť je v prevahe, pretože sa vyselektovala, a treba ju pokladať za jeden z vážnych znakov druhu *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen. To bol dôvod, prečo sme pri typizovaní kmeňového materiálu u tohoto druhu posudzovali tiež vločkovanie skúmaných kmeňov.

### Materiál a metódy

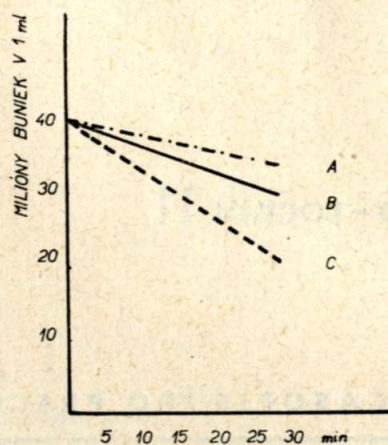
**Kmene kvasiniek.** Použili sme kmene z našej zbierky, ktorých pôvod a označenie kmeňa je v *Katalogu „Čs. zbierky mikroorganizmov“* [33]. Kmene boli už pred tým hodnotené biochemicky, morfológicky a sérologicky [30, 31, 32]. Na porovnanie sme použili kmene *Sacch. cerevisiae*, 21-4-17, *Sacch. diastaticus*, 21-45-1, *Sacch. cartilaginosus*, 21-14-1 a *Sacch. willianus*, 21-15-2.

**Stanovenie sedimentačnej schopnosti.** Jednotlivé kmene sme očkovali do 50 ml svetlej mladiny o 10 % váh. extraktu a inkubovali pri teplote 5 °C až do ukončenia hlavného kvasenia, po dobu 6 dní. Potom sme kvasnú tekutinu zliali, bunky vyprali 3% roztokom  $CaCl_2$ , upraveným raz na pH 3,5 kyselinou citrónovou, a raz na pH 5. V týchto roztokoch sme bunky hneď suspendovali, suspenziu vliali do kyvety Langeho kolorimetra a stanovili počiatočnú absorpciu svetla. Meranie sme prevádzali v 5minutových intervaloch po dobu 30 minút. K stanoveniu počtu usadených buniek sme zkonštruovali prie-



Obr. 1. Priebeh sedimentácie, ktorý ukazuje zlom v prvých 5 minútach sledovania pri pH 3,5

A — najmenšia sedimentačná rýchlosť; B — stredná; C najväčšia



Obr. 2. Priebeh pravidelnej sedimentácie

A — najmenšia sedimentačná rýchlosť; B — stredná; C najväčšia

mernú kalibračnú krivku z troch kriviek získaných stanovením percenta absorpcie svetla v rôzne hustých suspenziách buniek kmeňa malobunkového, 48-19, stredne veľkého, 48-63 a veľkobunkového, 48-54.

### Výsledky

Uvedenou metódou sme preskúšali sedimentačnú rýchlosť najprv u typických kmeňov druhu *Sacch. carlsbergensis* Hansen (tabuľka 1).

Ukázalo sa, že medzi skúmanými kmeňmi sú dva typy sedimentácie:

1. Kmene, ktoré sme označili ako zlomové ( $F$ ), sedimentujú rýchle počas prvých 5 minút (obr. 1) a potom už len pozvoľna. Sedimentačná krivka nie je priamočará, ale lomená.

2. Kmene, ktoré sme označili ako prachové ( $f$ ), sedimentujú rovnakou rýchlosťou po dobu 30 minút

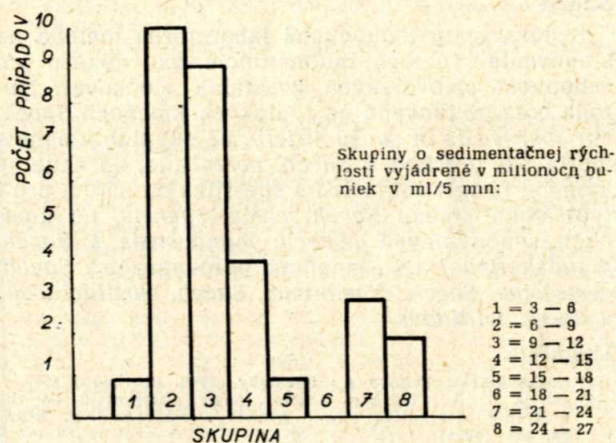
Tabuľka 1

Prehľad vytriedených kmeňov druhu *Sacch. carlsbergensis* Hansen

Dĺžko-širokový pomer	1,2 až 1,3 podlhovasté	1,1 až 1,2 stredne oválne	1,0 až 1,1 guľaté
1. Kmene s malými bunkami		48—26*	48—19* 48—20* 48—15 48—34*
2. Kmene s priemernými bunkami	48—30 48—22* 48—10* 48—9 48—6* 48—33* 48—3	48—21 48—12 48—13 48—63 48—23* 48—49* 48—53 48—21* 48—35* 48—4* 48—18* 48—47 48—61* 48—31	48—8 48—37 48—38* 48—16*
3. Kmene s veľkými bunkami	48—36* 48—57 48—52* 48—7* 48—1* 48—45* 48—32*	48—55* 48—17* 48—30* 48—50* 48—59 48—48* 48—54*	

\* Kmene zlomové, ostatné sú kmene prachové





Obr. 3. Prehľad početného zastúpenia výskytu zlomovej sedimentácie

(obr. 2) a preto ich sedimentačný priebeh je priamočiarý.

Zo všetkých skúmaných kmeňov, vytriedených ako *Sacch. carlsbergensis* Hansen je 74,4 % kmeňov zlomových. Vzhľadom k morfolotypizácii (tabuľka 1) je percentné zastúpenie v jednotlivých morfológických skupinách nerovnaké (avšak ani počet kmeňov, ktoré máme k dispozícii nie je rovnaký):

Tabuľka 2

Percentuálne zastúpenie zlomových kmeňov v jednotlivých morfolótypoch *Sacch. carlsbergensis* Hansen

	% zlomových kmeňov	% prachových kmeňov
1. Kmene s malými bunkami	80	20
2. Kmene so strednými bunkami	56	44
3. Kmene s veľkými bunkami	84	16

U 30 skúmaných kmeňov, ktoré tvorili zlom v sedimentačnej krivke, sme hodnotili tak túto 5-minutovú sedimentáciu ako aj celkovú sedimentáciu po 30 minútach. Obr. 3 a obr. 4 ukazujú početné zastúpenie jednotlivých sedimentačných rýchlostí v dobe 5 a 30 minút pri pH 3,5. Rozdiel v sedimentačnej rýchlosti je závislý za daných podmienok od pH prostredia. U väčšiny kmeňov nastáva zlom v sedimentácii len pri pH 3,5, zatiaľ čo pri pH 5 je priebeh pravidelný tak, ako u prachových typov. Len niekoľko kmeňov, 48-19 z malobunkových 48-52, 48-7, 48-32 z veľkobunkových a 48-6, 48-22, 48-38, 48-49 a 48-4, javia tiež zlomový priebeh sedimentácie aj pri pH 5.

Celková priemerná sedimentačná rýchlosť sa dá u zlomových kmeňov vyjadriť hodnotou 15 300 000 buniek, ktoré sa v 1 ml usadia za dobu 30 minút v 3% roztoku  $\text{CaCl}_2$  o pH 3,5. Priemerná zlomová rýchlosť sedimentácie týchto kmeňov je vyjadrená hodnotou 12 600 000 buniek v 1 ml, ktoré sa usadia za dobu 5 minút v 3% roztoku  $\text{CaCl}_2$  o pH 3,5 za uvedených podmienok pokusu.

Priemerná sedimentačná rýchlosť zlomových kvasiniek pri pH 5 bola oveľa nižšia a činila 7 200 000 buniek/ml, usadených za dobu 30 minút. Z toho len

9 hore uvedených kmeňov malo priebeh lomený a priemerná hodnota tohto zlomu bola 8 770 000 buniek/ml, usadených za dobu 5 minút.

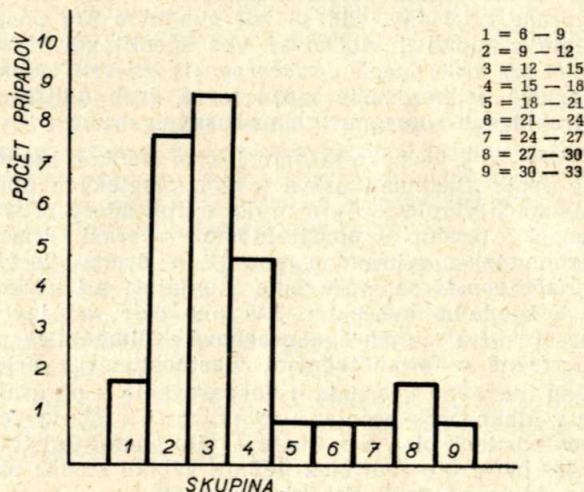
Zaujímavé, že takmer polovina priemerných kmeňov *Sacch. carlsbergensis* mala pravidelný priebeh sedimentácie. Medzi nimi boli aj kmene, ktoré sú rátané k osvedčeným produkčným kmeňom, ako napr. 48-63 alebo 48-37, podobne ako u veľkobunkových kmeňov osvedčený kmeň 48-1. Tieto kmene sa v praxi vyznačujú vlastnosťou rýchle prichádzať do kvasenia a stredne alebo hlbšie kvasiť. Priemerná celková sedimentačná rýchlosť týchto kmeňov bola 10 200 000 buniek/ml, usadených za dobu 30 minút v 3% roztoku  $\text{CaCl}_2$  pri pH 3,5. Spodná hranica bola 6 000 000 buniek/ml za 30 minút pri týchto podmienkach. Túto hranicu sme zvolili súčasne za hranicu medzi sedimentujúcimi a nesedimentujúcimi kmeňmi. Pri pH 5 sa tieto kmene javili ako nesedimentujúce s rýchlosťou 3 300 000 buniek/ml, usadených za dobu 30 minút.

Pri prevádzaní biochemickej typizácie celej skupiny kmeňov, vedených v našej zbierke ako pivovarské kvasinky, sme vytriedili skupinu s vlastnosťami *Sacch. cerevisiae*. Bolo to 13 kmeňov (48-11, 48-27, 48-62, 48-40, 48-43, 48-51, 48-44, 48-28, 48-24, 48-29, 48-14, 48-42, 48-56), ktoré boli schopné kvasiť rafinózu len do  $\frac{1}{3}$ , zanechávajúce na chromatograme prekvaseného roztoku rafinózy škvrnu melibiózy. Medzi týmito kmeňmi boli rôzne vrchné kvasinky, anglický produkčný kmeň *Sacch. cerevisiae* a kmene, ktoré sporujú. Ukázalo sa, že všetky tieto kmene majú pri sedimentácii pravidelný priebeh a pritom niektoré, ako napr. 48-11, 48-27, 48-62 (malobunkové), 48-29, 48-42 a 48-56 boli už pod zvolenou hranicou sedimentácie. Celková priemerná sedimentačná rýchlosť celej prechodnej skupiny ku druhu *Sacch. cerevisiae* bola 8 600 000 buniek/ml, usadených za 30 minút pri pH 3,5. Pri pH 5 bola len 3 200 000 buniek/ml usadených za 30 min.

Pri sérotypizácii sme vytriedili kmene, ktoré nereagovali pozitívne s antisérom 48-63 ako špecifickým pre druh *Sacch. carlsbergensis* Hansen. Boli to kmene určené ako *Sacch. monacensis* Hansen, *Sacch. mandshuricus* Saito, ale tiež niekoľko typických *Sacch. carlsbergensis*, ako 48-12, 48-52, 48-53

Obr. 4. Prehľad početného zastúpenia výskytu celkovej sedimentácie

Skupiny o sedimentačnej rýchlosti vyjadrené v miliónoch buniek v ml/30 min:





a 48-77. Z nich jedine kmeň 48-52 javil zlomový typ sedimentácie.

Porovnávacie kmene *Sacch. cerevisiae*, 21-4-17, *Sacch. cartilaginosus*, 21-14-1 a *Sacch. willianus*, 21-15-2, nesedimentovali lebo rýchlosť usadzovania ich buniek bola pod námi stanovenou hranicou tak pri pH 3,5 ako pri pH 5. Jedine *Sach. diastaticus Andrews et Guilliland* javil prachovú sedimentačnú schopnosť pri pH 3,5 s rýchlosťou 8 000 000 buniek na ml usadených za dobu 30 min. Touto hodnotou sa radil do skupiny medzi *Sacch. carlsbergensis* a *Sacch. cerevisiae* (13 spomenutých kmeňov).

## Diskusia

Námi vytriedené kmene spodných pívovarských kvasiniek (tabuľka 1) predstavujú populáciu druhu *Sacch. carlsbergensis Hansen in sensu stricto*. Ako také musia odpovedať vlastnosťami a znakmi špecifike daného druhu. Doterajšie identifikačné znaky a na nich založené určovacie kľúče sú tak strohé, že nevystihujú dobre odlišnosť charakteristík všetkých doteraz popísaných druhov. Sú totiž založené na typových kultúrach ako nomenklatorických typoch a preto neobsiahnu celú variabilitu populácií veľkých druhov. To je dôvod, prečo sa snažíme dnes vychádzať na miesto z typových kultúr, dlhý čas vedených v zbierkach, prevádzkať typizácie vo zmysle štatistickom u veľkých súborov kmeňov. Ukáže sa, že premenlivosť kmeňov je tak veľká, že často prechody medzi jednotlivými druhmi splývajú. Preto sa hľadajú nové vlastnosti a nové znaky, ktoré by prehľbovali naše znalosti o charakteristike druhov. Ak zaujmeme k taxonómii hľadisko fylogenetické, musíme hľadať znaky v ekologických faktoroch, ktoré v histórii druhu formulovali jeho špecifiku.

Pretože druh *Sacch. carlsbergensis Hansen* sa vytvoril za podmienok kvasnej výroby, je technologický postup pri spodnom kvasení piva práve tým ekologickým činiteľom. Preto si všimame práve takých vplyvov pri výrobnom postupe, ktoré mohli mať význam pri selekcii znakov, ktoré by druh *Sacch. carlsbergensis* odlišili od fylogeneticky najbližších druhov, akými sú *Sacch. cerevisiae* (Rees) Meuen a *Sacch. uvarum Beijerinck*. Také znaky môžeme vidieť napr. vo využívaní maltotriózy, v aerobnosti a anaerobióze, v stupni ploidity, v morfológii, v kultivačnej teplote, v tolerancii k etanolu, v osmofilnosti atď. Ako ukazuje laboratórny test stanovovania sedimentačnej rýchlosti, ako je v predu popísaný, zdá sa byť vhodným pre posúdenie schopnosti vločkovať ako špecifickej vlastnosti pre druh *Sacch. carlsbergensis Hansen*. Najmä zlomová sedimentácia môže tento druh odlišovať od obidvoch spomenutých príbuzných druhov.

Tým, že k vedecko-taxonomickým štúdiám hľadáme vznik vlastností práve v technologických podmienkach výroby, spláva tu do určitej miery prísne vedecký prístup s použiteľnosťou v praxi. Prísne taxonomicky vyhranené populácie druhu *Sacch. carlsbergensis* sa môžu potom uplatniť pri výrobe piva spodným kvasením. Tak ako celý rad iných vlastností, aj zlomová a prachová sedimentácia sú súvisiace s fermentačnými vlastnosťami v priebehu hlavného kvasenia a dokvasovania a odrážajú sa v hĺbke prekvasenia, v trvanlivosti, v chuťových vlastnostiach piva a p. Znalosť tejto charakteristiky môže byť preto vodítkom tiež pri výbere kmeňa pre prevádzku podľa žiadaných vlastností.

## Súhrn

Uvádza sa tu jednoduchá laboratórna metóda na stanovenie rýchlosti sedimentácie, ako dôkazu pre schopnosť pívovarských kvasiniek vločkovať. Metóda bola aplikovaná na typických kmeňoch *Sacch. carlsbergensis in sensu stricto*, na skupine kmeňov, tvoriacich prechod k *Sacch. cerevisiae*, na skupine kmeňov neaglutinujúcich s špecifickým sérom proti typickému kmeňu *Sacch. carlsbergensis*, na kmeňoch synonymných (*Sacch. monacensis* a *Sacch. mandshuricus*) a na kmeňoch porovnávacích *Sacch. cerevisiae*, *Sacch. diastaticus*, *Sacch. cartilaginosus* a *Sacch. willianus*.

## Literatúra

- [1] Kocková-Kratochvílová A.: Kvasinky. SVTL Bratislava 1957.
- [2] Curtis N. S., Wenham Sheila: Some observation on the declining alternative power brewery yeast. J. Inst. Brew. 64, 421 (1958).
- [3] Gilliland R. B.: Flocculation of Brewing yeast. Brewer's Guild J. 41, 245 (1955).
- [4] Kocková-Kratochvílová A.: Problematika kvasničných kultúr v pívovarském priemysle. Kvasný priemysl 7, 11 (1961).
- [5] Kodo S.: Studies on yeast flocculation. Yeast flocculating agent obtained from spent grains by acid hydrolysis. Rep. Res. Lab. Kirin. Brewery Co. Jokohama 1958, 47, J. agric. chem. Soc. Japan 27, 75 (1953). Ref. J. Inst. Brew. 65, 516 (1959).
- [6] Kudo S.: Flocculation of brewery yeast. Brauerei Wissenschaft. Beilage 7, 87 (1954). Ref. J. Inst. Brew. 61, 256 (1955).
- [7] Eddy A. A.: Mechanisms of yeast flocculation. Proc. Eur. Brew. Conv. Baden-Baden 65, 1955.
- [8] Eddy A. A.: Role of humic acid in the flocculation of yeast. J. Inst. Brew. 62, 320 (1956).
- [9] Kijima M.: Comparative biochemical studies on alcoholic fermentation with special reference to flocculation phenomena in yeast cells. I. Inhibition of yeast fermentation by uranyl ions. Rep. Res. Lab. Kirin brewery Co. Jokohama 1959, 55. J. biochem., Tokyo 46, 813 (1959). Ref. J. Inst. Brew. 67, 77 (1961).
- [10] Eddy A. A., Rudin A. D.: Comparison entre les caractéristiques électrophorétique et de flocculation de différentes souches de Saccharomyces. J. Inst. Brew. 64, 139 (1958). Ref. Rev. des ferment. et des aliment. ind. 13, 90 (1958).
- [11] Eddy A. A.: Die allgemeine Rolle der Flockungsmittel und die besonderen Eigenarten einer durch Alkohol geflockten Hefe. J. Inst. Brew. 61, 318 (1955). Ref. C. 1957, 12914 (1957).
- [12] Eddy A. A., Rudin A. D.: The structure of the yeast cell wall. I. Identification of charged groups at the surface. Proc. soc. Roy. B 148, 419 (1958).
- [13] Rudin A. D.: Finings. II. Dependence of the fining behaviour of yeast on surface charge. J. Inst. Brew. 64, 392 (1958).
- [14] Dirks J., Beumer J., Beumer-Jochmans M. P.: Étude de la flocculation spontanées des formes R de certains Enterobacteriacees. Biochem. biophys. acta 27, 442 (1958).
- [15] Eddy A. A.: Nature complexe du processus de flocculation des souches hautes et basses des Saccharomyces. J. Inst. Brew. 64, 143 (1958). Ref. Rev., ferment. et aliment. ind. 13, 90 (1958).
- [16] Kocková-Kratochvílová A.: Metódy pre stanovenie aglutinačnej schopnosti technických mikroorganizmov. Chemické zvesti 571 (1951).
- [17] Kalužný M.: Flokulácia i sorbcia droždiež na sredach nepiščevogo syrja. Mikrobiologija 31, 720 (1962).
- [18] Masschelein C., Devreu: Flocculence et structure of the cell wall of yeast. Proc. Eur. Brew. Conv. Copenhagen 1957: 194.
- [19] Masschelein C., Ramon-Jeunehomme C.: Behaviour of flocculant and powdery yeast during fermentation and their influence on beer composition. Petit J. Brasseur 68, 595 (1960). Ref. J. Inst. Brew. 67, 76 (1961).
- [20] Eddy A. A.: Flocculation characteristic of yeast. I. Comparative survey of various strains of Saccharomyces cerevisial. J. Inst. Brew. 61, 307 (1955).
- [21] Eddy A. A.: Zuckerarten als Dispersionsmittel. J. Inst. Brew. 61, 313 (1955). Ref. C 1957, S 5124 (82).
- [22] Eddy A. A., Rudin A. D.: Part of the yeast surface apparently involved in flocculation. J. Inst. Brew. 64, 19 (1958).
- [23] V. E. Chester: Endogenous Metabolism of freshly harvested cells of a brewer's yeast. Nature 183, 902 (1958).
- [24] Chester E. V.: Effect of Oxygen on Endogenous metabolism of a respiratory-deficient brewer's yeast. Nature 184, 1956 (1959).
- [25] Jeffrey J.: Brewery yeast propagation with special reference to flocculence in its relationship to alternation. J. Inst. Brew. 62, 309 (1956).
- [26] Chester V. E.: A study of changes in flocculence in a simple cell culture of strain of Saccharomyces cerevisiae. Proc. Roy Soc. B 157, 223 (1963).
- [27] Amaha M., Takeuchi M.: Temperature dependence of vitamin requirements of some brewery yeast. J. Inst. Brew. 67, 339 (1961).
- [28] Dunwell J. L., Ahmad F., Rose A. H.: Changes in the polysaccharide composition of yeast resulting from biotin deficiency. Biochem. biophys. acta 51, 604 (1961).
- [29] Kocková-Kratochvílová A.: Die Typisierung untergäriger Brauereihefe. Brauwissenschaft 15, 390 (1962).



[30] Šandula J., Kocková-Kratochvílová A., Zámečnicková M.: Sérologische Studie über Kulturhefen. Brauwissenschaft **17**, 130 [1964].

[31] Kocková-Kratochvílová A., Šandula J.: Sérologická metoda

pro důkaz kulturních a divokých kvasinek. Kvasný průmysl **9**, 181 [1963].

[32] Catalogue of cultures. Čs. sbírka mikroorganismů. Brno 1964.

Došlo do redakce 25. 9. 1964

## ФЛОККУЛЯЦИЯ ПИВОВАРЕННЫХ ДРОЖЖЕЙ

В статье рассматривается весьма несложный лабораторный метод определения скорости седиментации пивоваренных дрожжей. Показатель, характеризующий скорость флоккуляции низовых пивоваренных дрожжей имеет важное значение не только в области таксономии, но также при практическом выборе штаммов для производственных целей. Предлагаемый метод проверялся на типичных штаммах *Sacch. carlsbergensis*, на штаммах представляющих переходную ступень к *Sacch. cerevisiae*, на штаммах не агглютинирующих после прибавки специфичной сыворотки применяемой для дрожжей *Sacch. carlsbergensis*, а кроме того на некоторых штаммах контрольных.

## FLOCKUNG DER BIERHEFE

Es wird eine einfache Labormethode zur Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit der Bierhefen beschrieben. Bei untergärigen Bierhefen eignet sich diese Methode nicht nur zu taxonometrischen Studien, sondern auch zur Selektion der Betriebsstämme. Als Versuchsmaterial zur Erprobung der neuen Methode wurden Stämme der *Sacch. carlsbergensis*, Hefestämme, die den Übergang zu *Sacch. cerevisiae* bilden, einige synonyme und Vergleichs-Stämme benutzt.



## FLOCCULATION OF BREWING YEAST

The article deals with a simple, laboratory method which has been developed for determining the speed of yeast sedimentation. With bottom brewing yeast the sedimentation rate is one of the factors important for taxonomy studies being at the same time useful at selecting strains for breweries. The reliability of the presented method has been verified on typical strains of *Sacch. carlsbergensis*, on strains forming an intermediate step to *Sacch. cerevisiae*, on strains failing to agglutinate after addition of specific serum used for *Sacch. carlsbergensis*, and finally on some synonymus and comparison strains.