

Měření pěnivosti piva a jeho uplatnění v praxi

GABRIELA HERLÍKOVÁ a JANA VACKOVÁ, Výzkumná skupina Plzeňských pivovarů, n. p., Plzeň

663.4

(Výtah ze závěrečné zprávy výzkumné skupiny plánovaného úkolu roku 1961)

Jedním z často diskutovaných problémů pivovarské technologie je tvorba pivní pěny a její trvanlivost. Nároky na pěnivost piva se neustále zvyšují, zvláště v zemích, kde konzumenti pijí pivo ve stavu podchlazeném a žádají vysokou pěnivost při těchto nízkých teplotách. Tvorba pivní pěny a její kontrola jsou předmětem zájmu řady studií pivovarských odborníků.

Základní faktory, ovlivňující pěnivost piva

Pivo jako každá tekutina se vyznačuje určitou viskozitou a povrchovým napětím. Pěnivost podporují látky, které povrchové napětí snižují. Povrchově aktivní látky se hromadí na povrchu kapaliny a jejich koncentrace v povrchové vrstvě je větší než uvnitř kapaliny.

Mezi povrchově aktivní látky jsou počítány různé frakce bílkovin (albumózy), organické kyseliny, chmelové pryskyřice, vyšší alkoholy a estery, a některé látky povahy gumovité.

Porovnáním rozborů piva získaného z pěny s pivem původním bylo zjištěno, že obsah extraktu obou piv se co do množství podstatně neliší, avšak ve složení extraktu nastávaly změny. U piva získaného z pěny stoupá celkový podíl bílkovin, těkavých kyselin a esterů. Také hořkost piva získaného z pěny je větší [1].

Vliv sladu jako základní suroviny na tvorbu pěny souvisí hlavně s rozluštěním sladu [2, 3]. Špatně rozluštěný slad dává v pivě lepší pěnivost než slad dobře rozluštěný, a to vyšším obsahem gumovitých láttek.

Prodloužením bílkovinného odpočinku při středních teplotách při rmutování se pěnivost zhoršuje. Vysoké vystírací teploty mají příznivý vliv na pěnivost. Obsah celkového dusíku klesá tím více, čím vyšší teploty a tlak je použito po dobu varu mladiny. Vyšší tlaky a teploty při varu mladiny dřívají tudíž předpoklad snížené pěnivosti hotového piva.

Rovněž technologický postup při chlazení může ovlivnit pěnivost podle rozsahu horkého provětrávání a vylučování koloidů. Studený průběh hlavního kvašení dává předpoklad zvýšené pěnivosti.

Pěnivost piva může být zvýšena větším obsahem kovových iontů [4, 5]. Kladný účinek kovů, např. železa a niklu je spojován s tvorbou komplexu kov – isohumulon.

Theorie vazby CO₂

Pěnivost piva je vlastně jeho schopnost tvořit dispersní soustavu plynu (CO₂) a kapaliny, obsahující povrchově aktivní látky.

Předpokladem dobré pěnivosti je nejen vhodný koloidní stav a obsah pěnotvorných láttek, ale i dostatečné nasycení piva kysličníkem uhličitým pod určitým tlakem, jeho vazba a stupeň rozptýlení.

Novější práce o vazbě CO₂ v pivě ukázaly, že kyselina uhličitá je v pivě vázána fyzikálně, tzn. ne-

můžeme předpokládat žádnou další vazbu na soli v jiné součásti piva [6]. To však nevyulučuje tu skutečnost, že kyselina uhličitá je v určitém poměru s pivními koloidy a může mít vliv na jejich stupeň disperzity.

Z prací Finka a Berwalda [7] vyplývá závislost uvolňování kysličníku uhličitého z piva na způsobu výroby a použitém druhu surovin. Odstraňování kysličníku uhličitého z piva vyvolává na druhé straně změny v koloidní struktuře [8]. Potvrzením vzájemných vztahů mezi kysličníkem uhličitým a koloidní strukturou piva je ta skutečnost, že při náhlém uvolnění CO₂ v deskovém pastéru mohou v pivě nastat zákal.

Přepěňování piva, vysvětlované Krauseovou teorií [9] spočívá v náhlé ztrátě kysličníku uhličitého z piva tvořením bublin na nepatrých částečkách nebo na bublinách z plynu, který se nachází v pěně a tvoří tzv. jádra. Při otevření láhve a doprovázejícím uvolnění tlaku jádra tvoří překážku ztrátě CO₂. Předpokládá se [10], že jádra zahrnují bubliny, vytvořené z nerozpustěného plynu, což může způsobit nepravidelný povrch stěny nádoby, zlomky skla, různé formy prachu, mycelium plísni, kvasniční buňky, bakteriální buňky, křemelina, krystalky oxalátu, sražené bílkovinné komplexy těžkých kovů, vysoká hladina rozpustěného vzduchu nebo dusíku, vliv pH a kyselosti.

Lüers, Findberg a Creighton, Hard [loc. cit. 4] zdůrazňují pro trvanlivost pěny vedle složení piva a množství rozpustěného plynu důležitost doby uchovávání piva pod tlakem. Doba, po kterou je pivo pod tlakem, má velký vliv na konzistenci a stabilitu pěny.

Mechanismus absorpce a vázání kysličníku uhličitého v pivě může být uskutečňován rozpouštěním kysličníku uhličitého a současně rovnovážnou disociací s H₂CO₃, dále přímou reakcí CO₂ a následující tvorbou solí s koloidy.

Předpoklad možných vzájemných vztahů působnosti na hladinu mezi CO₂ a bílkovinami umožnil teoretický výklad podpory rozpouštění mírně rozpustných bílkovin v atmosféře CO₂ a zpětné vysrážení těchto bílkovin po odstranění CO₂.

V důsledku snadnosti, s jakou může být CO₂ odstraněn z piva se předpokládá, že vzájemný poměr CO₂ a bílkovin nezahrnuje výměnu nebo vzájemné sdílení elektronů, ale že tento poměr je pravděpodobně tvořen elektrostatickou přitažlivostí [loc. cit. 9].

Kysličník uhličitý má symetrickou molekulární strukturu, kyselina uhličitá je v strukturním uspořádání asymetrická a tvoří dipolový moment. Jiná možnost dipolového momentu vzniká tvorbou bikarbonátového iontu, který by mohl být intenzivně adsorbován pozitivně nabitémi pivními bílkovinami.

Pozitivní náboje bílkovinných částic a negativní

póly molekul H_2CO_3 jsou orientovány vzájemně k sobě, zatímco pozitivní póly H_2CO_3 jsou namířeny do prostředí. Tímto způsobem mohou být vázána velká množství CO_2 relativně malou velikostí bílkoviných částic a jejich obrovským celkovým povrchem.

Přepěňování je vysvětlováno nestabilním stavem, který vzniká při porušení rovnováhy a rozpadu H_2CO_3 . Elektrostatické změny jsou působeny změnou pH, změnou ionizace a teploty, povrchovým a mezipovrchovým napětím, přítomnosti ochranných koloidů, denaturací bílkovin, stupněm peptizace a reverzibilní peptizací denatuovaných bílkovin.

V případě, že pivo obsahuje dostatečné množství bílkovin v nedenatuovaném stavu a nejsou-li bílkoviny chemicky nebo jinak vázány, snížení hodnoty pH zvyšuje pozitivní náboj bílkovin [11, 12]. Tím se zvětšuje schopnost bílkovin přidržet H_2CO_3 dipolovou přitažlivostí.

Metody stanovení pěnivosti

Hodnotíme-li pěnivost piva, musíme nejdříve rozhodnout, kterou veličinu chceme měřit, zda tvoření pěny, stabilitu pěny, její vzhled či přilnavost na skle. Z tohoto vyčíslení vyplývá, že není možné charakterizovat pěnu jednotnou hodnotou.

V zásadě při hodnocení pěny používáme dvou způsobů k jejímu vytvoření:

- a) volným pádem (naléváním),
- b) zavedením kysličníku uhličitého.

Pro praktické účely se dává přednost měření pěny vytvořené naléváním, zvláště u hotového výrobku. Pěnivost mladin u rozpracovaného piva je lépe posuzovatelná vytvořením pěny vháněním CO_2 , za konstantního tlaku a teploty. V tomto případě je však těžké standardizovat rozvodná zařízení pro CO_2 , aby výsledky různých laboratoří byly srovnatelné [13].

Každá metoda měření pěnivosti má určité výhody a nevýhody.

Ross a Clark [14] spatřují ve své sigma hodnotě

$$\Sigma = \frac{t}{2,303 \log \frac{b+c}{c}}$$

(b = množství piva vytvořeného z pěny,

c = zbytková pěna)

jakýsi druh přirozené konstanty, která není závislá na způsobu měření.

S *Blomem* jsou *Ross a Clark* [loc. cit. 2, 3] toho názoru, že opadávání pěny probíhá podle rovnice prvého řádu, to znamená, že rychlostní konstanta se s časem nemění. *Kraus, Harries* [15] a *Lüers* [16] shledali, že konstanta klesá už od prvej minuty a proto nesmíme při výpočtu pěnivosti libovolně používat formule monomolekulární reakce.

Protože rychlostní konstanta klesá, tj. pěna se stává postupem doby stabilnější, musíme přísně stanovit dobu měření a metodu standardizovat. Ukazuje se, že rozpadání pivní pěny záhy po vytvoření je přikryváno jednotným odtékáním volné stržené tekutiny, která není vestavěná do pěnových bublinek.

Mikroskopickým pozorováním rychlosti zániku pěny a přibližným měřením průměru bublin bylo zjištěno, že trvanlivost pěny vzrůstá se zmenšujícím se průměrem bublin. Různou tvorbou pěny u různých piv bylo prokázáno, že stálost pěny závisí mnohem více na velikosti bublin než na složení piva [17].

Byla vypracována řada empirických metod stanovení pěnivosti.

Comrie [18] zdůrazňuje možnost srovnávání výsledků u tzv. absolutních metod (všechny podmínky stanoveny jednotně). U relativních metod (nalévacích) možnost srovnávání výsledků popírá.

Za dobře standardizovanou metodu je považována metoda *Ross a Clarka* v modifikaci tvorby pěny dávkováním CO_2 [19, 20]. V úpravě *Kolbacha* a *Schilfartha* je možné vytvářet pěnu za standardního tlaku dávkovaného kysličníku uhličitého.

V *Blomově* metodě [21] je pěna vytvářena také dávkováním CO_2 za tlaku 175 cm Hg. Výsledky pěnivosti jsou propočítány z úbytku váhy pěny v jednominutových intervalech.

Metoda stanovení pěnivosti podle *Rudina* [22] spočívá v měření rychlosti, s jakou se tvoří z opadávající pěny, vytvořené dávkováním CO_2 za konstantního tlaku, pivo. Tato metoda byla vypracována na základě poznatků *Bloma* a *Pripa* [23], že rozpadávání pěny se děje logaritmicky.

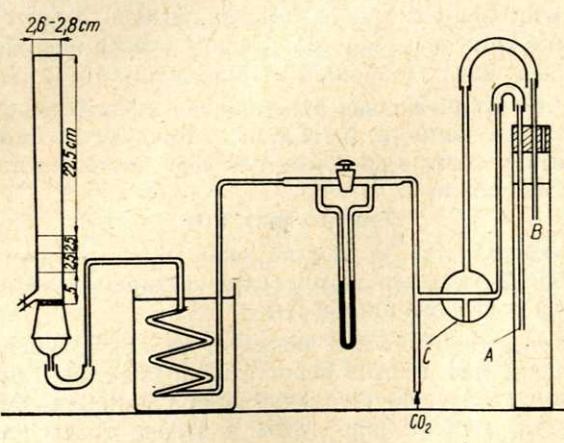
Tak zvané nalévací metody sledují stanovení rychlosti opadávání pěny vytvořené po nalití se stanovené výšky anebo hodnotí množství piva, vytvořeného z pěny po určitém časovém intervalu.

Mezi tyto tzv. nalévací metody řadíme stanovení pěnivosti podle *Hartonga* [loc. cit. 21], podle *De Clercka a Dychera* [24] a podle *Helma* [loc. cit. 24].

Na principu tvorby pěny nasáváním do odvzdušné trubice je založena metoda podle *Kuttera* [25].

Řada dalších metod stanovení pěnivosti a modifikací základních metod byla vypracována v posledních letech a souhrn literárních odkazů je součástí článku *A. Comrieho* [loc. cit. 18].

Kysličník uhličitý je jedna z komponent piva, která je spojována s významem výše pěnivosti.



Obr. 1. Přístroj na stanovení pěnivosti metodou podle Rudina

Vedle vážkové metody podle *Macheleidta* a volumetrických metod dá se ke stanovení použít aplikace titrační metody stanovení CO₂ v minerálních vodách podle *Nowaka* [26], kterou jsme použili v podmínkách našich laboratoří k hodnocení rychlosti ztrát CO₂ z piva v časových intervalech po nalití do sklenice za standardních podmínek.

Princip metody: předávkem přebytku NaOH se převede CO₂ na NaHCO₃ a zpětnou titrací na fenoftalein se zjistí množství spotřebovaného NaOH na oduhličeném roztoku. Odečtením dostaneme spotřebu NaOH na vazbu CO₂. Podle reakce NaOH + CO₂ = NaHCO₃ odpovídá 1 cm³ n/5 NaOH → 8,8 mg CO₂.

Vlastní stanovení se provádí v komparátoru.

Zkumavka č. 1 — 10 ml směsi piva a louhu sodného s 3 kapkami fenoftaleinu

Zkumavka č. 2 — pivo bez indikátoru
Zkumavka č. 3 — destilovaná voda
Zkumavka č. 4 — pufr se 3 kapkami fenoftaleinu.

Do zkumavky č. 1 se přidává n/5 HCl do vyrovnaní barev na obou stranách komparátoru. Výsledek se vyjadřuje v g kysličníku uhličitého na 1 l.

Dávkování NaOH v přebytku se provádí při 20 °C do piva nalitého do kádinek stejného obsahu (800 ml s výše 8 cm). Složitý koloidní systém piva obsahuje řadu složek, které s přidávaným NaOH reaguje. Tato chyba výsledku se eliminuje slepým pokusem a metoda je vhodná zvláště v tom případě, kdy nám jde o relativní porovnání. (Např. úbytek CO₂ během doby.)

Experimentální část

V pokusné části jsme prováděli stanovení pěnivosti u piv plzeňského typu současně čtyřmi metodami a snažili se najít srovnatelná vyjádření výsledků s vytízením významu jednotlivých metod pro praxi. Schéma použitého zařízení je na obr. 1 až 3.

Vyšli jsme při srovnávání z přehledu stupnic jednotlivých metod:

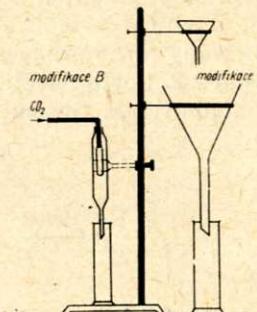
pěnivost	podle De Clercka		Helma		Ross-Clarcka		Rudina
	P _v	P _z	P _v	P _z	P _v	P _z	
nízká	50—65	0—5	0,0—0,5	pod 105	pod 105	90	
dostatečná	65—75	5—6	0,5—0,6	105—110	90—115*		
velmi dobrá	75—85	6—9	0,6—0,9	110—120	115—135*		
výborná	85—100	>9	>0,9	120—130	150		

* Rozdělení provedeno orientačně podle praktických výsledků, neboť originální metoda rozdělení neuvádí.

Z výsledků řady měření u různých druhů piv došlo, že dobrou porovnatelnost dává nalévací metoda *De Clercka* s hodnotami zbytkové pěnivosti podle *Helma*. K těmto metodám se číselným vyjádřením dají přirovat výsledky prve modifikace metody *Ross* a *Clarcka* [uváděné v orig. práci, loc. cit. 14].

Výsledky získané metodou podle *Rudina* jsou k uvedeným metodikám neporovnatelné a zpravidla změřené hodnoty pěnivosti v porovnání s nalévacími metodami byly zjišťovány nižší.

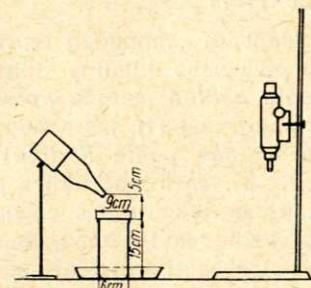
Velikost hodnoty pěnivosti podle *Rudina* je vcelku závislá na době rozpěnění piva kysličníkem uhličitým, a bylo nutné naprosté standardizace rozpěnovacího času.



Obr. 2. Přístroj na stanovení pěnivosti - modifikace A - metodou podle Helma; modifikace B - metodou podle Ross-Clarcka

Tento metodou byl sledován vliv různého složení sypání na velikost hodnot pěnivosti podle *Rudina* v jednotlivých stadiích výroby.

S klesajícím množstvím extraktu a celkového dusíku od mladiny k hotovému vystavovanému pivu se snižuje také hodnota pěnivosti podle *Rudina*, jež výsledky můžeme považovat za jistý ukazatel pohybu obsahu látek schopných vázat kysličník uhličitý a tvořit pěnu.



Obr. 3. Přístroj na stanovení pěnivosti metodou podle De Clercka

Z tabulky 1 vyplývá značný rozdíl v hodnotách pěnivosti mladiny a hotového piva.

Tabulka 1

	Pivo A			Pivo B		
	Extrakt	Celk. N ₂	Pěnivost podle Rudina	Extrakt	Celk. N ₂	Pěnivost podle Rudina
mladina	12,08	86,3	122	12,11	80,8	100
sudované pivo	6,32	60,0	99	6,34	53,8	97
hrazené pivo	6,00	65,6	94	5,61	53,1	91
hotové pivo	5,34	50,3	96	5,10	55,7	90

Tyto vztahy jsou v souladu s našimi pozorováními při vlastním rozpěňování. Pro rozpěnění mladiny v trubici je zapotřebí vyššího tlaku než pro rozpěnění piva za stejnou dobu.

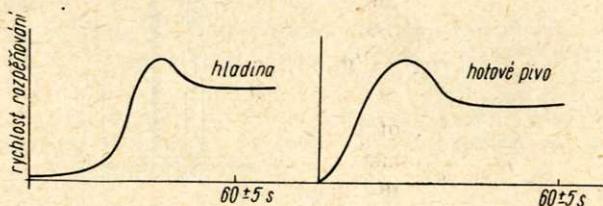
Rychlosť rozpěňování mladiny nejprve stoupá pomalu. Po rozpěnění asi polovičního objemu rychlosť stoupá a udržuje se až do konce rozpěňování na stejně úrovni. U piv rychlosť rozpěňování prudce stoupá do poloviny rozpěnění obsahu tekutiny a potom pomalu klesá, až se udržuje na stejně úrovni.

K dokreslení vzájemného vztahu mezi nasycením

Tabulka 2

	Obsah kysličníku uhličitého v % váh.					20'	Pěnivost podle					
	po 0'	5'	10'	15'	20'		De Clercka	P _V	Helma	P _Z	Ross-Cl.	Rudina
pivo A	0,39	0,39	0,38	0,36	0,30	81	5,44	0,62	114	95		
pivo B	0,40	0,37	0,37	0,37	0,37	105			125	101		
pivo C	0,38	0,33	0,32	0,33	0,33	70	4,00	0,60	104	92		

kysličníkem uhličitým a obsahem látek, schopných vázat a znova uvolňovat kysličník uhličitý, byly srovnávány různé druhy piv v hodnotách uvedených v tabulce 2. Úbytek kysličníku uhličitého byl sledován aplikovanou titrační metodou.



Obr. 4. Grafické znázornění průběhu rozpěňování

Z výsledků vyplývá, že u piva B, které si uchovalo vyšší hodnotu obsahu CO₂ po celou dobu 20 minut metodou pěnivosti podle Rudina, byl potvrzen vyšší obsah látek schopných vázat dávkovaný CO₂ a dobrá pěnivost podle De Clercka potvrzuje i dostatečné nasycení kysličníkem uhličitým v kvasném procesu k tvorbě trvalé pěny.

Na sledování schopnosti tvořit pěnu u rozpracovaného piva nebo mladiny slouží současně s metodou podle Rudina metoda Rosse a Clarcka ve své druhé modifikaci (tj. pěna se tvoří zaváděním CO₂ jako u metody podle Rudina) podle Schilfartha [loc. cit. 18]. Tato modifikace je založena na stejném základě jako u nás zavedená metoda podle Rudina. Vzhledem k tomu, že jsme ke svým pokusům potřebovali srovnání některé z těchto metod k metodám u nás už používaným (De Clerck, Helm), a v našich podmínkách byla nejrychleji dosažitelná aparatura pro metodu podle Rudina, zavedli jsme tuto metodu.

Diskuse výsledků

Pro srovnání výsledků v pracnosti jednotlivých metod pro provozní účely denní kontroly konzumních piv dostačuje k posouzení pěnivosti metoda podle De Clercka, nenáročná na zařízení i vlastní práci. Při této metodě se hodnotí rychlosť poklesu pěny, to znamená vizuálně postřehnutelný faktor. Pěnivost je posuzována z té stránky, jak ji hodnotí i běžný spotřebitel.

Metoda podle Helma je poměrně zdlouhavější v počtu operací.

K vlastnímu posouzení obsahu pěnotvorných látek a tudíž k možnosti vyhodnocení schopnosti roztoku tvořit pěnu dávkovaným CO₂ k hodnocení rychlosti přeměny této pěny v pivo slouží metoda podle Rudina. Další výhodou této metody je, že jí lze použít k hodnocení schopnosti tvořit pěnu dávkovaným CO₂ v průběhu celé výroby piva, a tím dostáváme rámcový obrázek o pohybu pěnotvorných látek v průběhu celé výroby piva. Tlakové převody umož-

ňují dávkování kysličníku uhličitého za konstantního tlaku.

K dokreslení výsledků a k bližšímu posouzení trvanlivosti pěny, popř. k rozlišení hlavních činitelů, podílejících se na tvorbě pěny, je důležité stanovení celkového obsahu kysličníku uhličitého a sledování rychlostního úbytku ve stanovených časových intervalech ve sklenicích se standardním způsobem nalitým pivem.

Máme-li k dispozici výše uvedené hodnoty, můžeme si udělat bližší přehled o příčinách, které způsobily event. výkyvy v pěnivosti. Kombinačním srovnáním se dá usoudit, zda pivo obsahuje dostatečné množství látek schopných vázat CO₂, zda bylo během dokvašování a popř. manipulacemi v závěrečné fázi dostatečně dosyceno kysličníkem uhličitým. Rychlosť úbytku CO₂ nám dává možnost ve vzájemném srovnání s výsledky pěnivosti podle Rudina a De Clercka posoudit, zda teplotní a tlakové vlivy při sycení kysličníkem uhličitým v průběhu dokvašování, popř. dávkování byly provedeny pro výsledky praktického posouzení patřičným způsobem.

Metodu podle De Clercka lze doporučit jako vhodnou metodu pro běžnou denní kontrolu pěnivosti v každém pivovaru, neboť nejsou vysoké nároky na zpracování v této metodě a je snadné pořízení aparatury (např. mikroskop možno pořídit z mikroskopu již nevyhovujícího pro mikrobiologickou kontrolu). Pro kontrolu jakosti výrobku ve všech fázích výroby co do pěnivé schopnosti je vhodná metoda podle Rudina, avšak je zapotřebí aparatury s přesně vedenou regulací tlaků kysličníku uhličitého. To znamená, této metody lze použít tam, kde je možnost snadného získání kysličníku uhličitého v bombe, a kde lze provádět event. úpravy skleněné aparatury.

Závěr

Je uveden stručný přehled z literární rešerše teorie vazby CO₂ a metod stanovení pěnivosti. V experimentální části jsou srovnány výsledky čtyř metod stanovení pěnivosti, posouzen pohyb pěnivosti metodou podle Rudina v průběhu technologie výroby piva. Z hodnot pěnivosti podle De Clercka, Rudina a stanovení rychlosti úbytku CO₂ z piva v časových intervalech (titrační metodou) je naznačena možnost určování bližšího původu příčin výkyv pěnivosti.

Literatura

- [1] Kolektiv autorů: Technologie sladu a piva II, Praha 1954, str. 274.
- [2] Kolbach P.: Brauwelt 100, 1721 (1960).
- [3] Kolbach P.: Monatschr. f. Brauerei č. 14 (1961).
- [4] Anderson J. H.: American Brew. May Port II, (1959).
- [5] Thorne R. S.: Wallerstein Lab. Comm. č. 20, 308 (1957).
- [6] Lienert H.: Schweizer Brauerei Rundschau č. 1, 1 (1955).
- [7] Fink, Berwald: Woch. f. Brauerei 327 (1933).
- [8] Pettit: Ref. Woch. f. Brauerei 278 (1932).
- [9] Thorne R. S.: Wall. Lab. Comm. č. 20, 308 (1957).
- [10] Brenner M. W.: European Brewing Convention — Proceedings Copenhagen 356 (1957).
- [11] Mitz M. A.: Biochem. et Biophys. Acta č. 25, 426 (1957).

- [12] Gray P. P. and Stone: Proceeding Am. Soc. B. C. 83, 108 (1956).
[13] Kolbach P., Schilfarth: Wissenschaft. Beilage 64 (1953).
[14] Ross S., Clarck G. L.: Wall. Comm. 46 (1939).
[15] Kraus G., Harries: Woch. f. Brauerei 33 (1940).
[16] Lüers H.: Wiss. Grundl. v. Mälzerei u. Brauerei 882 (1949).
[17] De Clerck, J. de Dijcher G.: European Brewing Convention, Proceedings Copenhagen 43 (1957).
[18] Comrie A. A. D.: Brewer Digest č. 35, 67 (1960).
[19] Lienert H.: Schw. Brauerei Rundsch. č. 1, 1 (1955).
[20] Lienert H.: Schw. Brauerei Rundsch. č. 10, 171 (1952).
[21] De Clerck: Lehrbuch der Brauerei II. Berlin 1952.
[22] Rudin A. P.: Journ. Inst. of Brew. č. 63, 506 (1961).
[23] Blom S., Prip P.: Woch. f. Brau. č. 51, 11 (1936).
[24] Metoda měření pěnivosti podle De Clercka a Dychera JAM — připraveno k vydání.
[25] Studie objektivního hodnocení pěnivosti piva STI VZ 862.
[26] Nowak G.: Mineral Wasser Ztg. 12, 173 (1959).

Došlo do redakce 8. 9. 1962.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕНООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПИВА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ПРАКТИКЕ

На основании изучения литературных источников объясняется теория связи CO_2 и перечисляются разные методы применяемые для определения пенообразующей способности пива. В дальнейших обзаках посвященных результатам экспериментальных работ сравниваются четыре из приведенных методов и показывается использование метода предложенного Рудиным для определения изменений пенообразующей способности в зависимости от применяемой технологии производства. Анализ данных характеризующих пенообразующую способность, полученных по методам де-Клерка и Рудина, вместе с определением скорости убыли CO_2 во времени (убыль измерялась титрованием в определенных интервалах) дают возможность выяснить точно основные причины колебаний пенообразующей способности пива.

BIERSCHAUMMESSUNG UND SEINE METHODS DEVELOPED FOR MEASURING FROTHING QUALITY OF BEER ANWENDUNG IN DER PRAXIS

Es wird eine zusammenfassende Übersicht der Literatur auf dem Gebiet der CO_2 -Bindung und Schaumhaltigkeitsbestimmung angeführt. In dem experimentalen Teil werden die Ergebnisse von 4 Methoden zur Schaumhaltigkeitsbestimmung verglichen und die Bildung des Schaumes wird mittels der Methode nach Rudin bewertet. Der technologische Verlauf der Bierherstellung wird aus dem verfolgten Standpunkt beurteilt. Die Möglichkeit der näheren Feststellung der Ursachen von Schaumhaltigkeitschwankungen aus den Schaumhaltigkeitswerten nach de Clerck, Rudin und der Bestimmung der Geschwindigkeit der CO_2 -Abnahme in Bier in Zeitintervallen (Titrationsmethode) wird erörtert.

METHODS DEVELOPED FOR MEASURING FROTHING QUALITY OF BEER AND THEIR PRACTICAL APPLICATION

The article deals in its first part with fundamental theories explaining the nature of bonds holding CO_2 in beer and with current methods applied for determining its frothing quality. The second part deals with the results of experiments comparing 4 various methods. Special attention is paid to the Rudin method suggested for measuring the frothing quality and its changes reflecting technological factors. Values obtained by applying de Clerck's and Rudin's methods, as well as decrement ratios of CO_2 (ascertained by titration repeated at intervals) permit to specify reasons causing fluctuation of frothing properties.