

Měření pěnivosti piva

663.4 663.423

Ing. JAN ŠAVEL, CSc., Ing. MARIE PROKOPOVÁ, Jihočeské pivovary, k. p., České Budějovice

Klíčová slova: pivo, složení, pěna, pěnivost, tvorba, rozpad, fáze rozpadu, napěňování, způsob, čas, fotoelektrický přístroj, degustace, lysinka

Pěnivost piva se měří různými metodami, které se liší tvorbou pěny i měřením její trvanlivosti [1]. Některé metody jsou dostatečně přesné a reprodukovatelné, ale neodpovídají podmínkám při nalévání piva z láhve a hodnocení pěnivosti piva spotřebitelem.

V poslední době se pro napěnění doporučuje pád piva z dělicí nálevky [2]. Tvorba pěny je tak závislá i na obsahu oxidu uhličitého v pivu, ale napěnění nejlépe odpovídá nalévání piva z láhve. Nejčastějšími způsoby měření trvanlivosti pěny jsou různé modifikace metody podle Rosse Clarka, fotoelektrické měření celkové doby rozpadu pěny, nebo vodivostní měření rychlosti poklesu výšky pěny [1—3].

V předešlém sdělení jsme ověřili vliv způsobu napěnění piva na strukturu a trvanlivost pěny [4]. Naléváním piva z láhve vzniká řidší pěna s kratší trvanlivostí, napěněním piva ultrazvukem, nebo vstříkem z injekční stříkačky se tvoří hustá, jemná pěna s vysokou trvanlivostí. Tato pěna se také získá při stáčení piva z transportních soudků, zejména ze soudků Keg.

Spotřebitel zpravidla posuzuje pěnivost piva podle časové změny absolutní výšky pěny, tj. výšky pěny, měřené od hladiny piva k hornímu povrchu pěny. Pokles absolutní výšky pěny souvisí s pohybem rozhraní mezi kapalinou a pěnou. Pohyb rozhraní ve válcovité nádobě popisuje rozšířený model rozpadu pívni pěny [4]:

$$c = c_{\infty} - a_0 \frac{k_2}{k_2 - k_1} \exp(-k_1 \tau) + \left(a_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1} - b_0 \right) \exp(-k_2 \tau) \quad (1)$$

kde c je množství piva pod pěnou, c_{∞} — množství piva po úplném rozpadu pěny, a_0 — množství piva, vázaného v pění v čase $\tau = 0$, b_0 — množství piva, volně přítomného v pění v čase $\tau = 0$, k_1 , k_2 — rychlostní konstanty rozpadu pěny a stékání pěny z piva, τ — čas.

Nalévání piva z láhve není dostatečně reprodukovatelné, neboť množství piva, přeměněného v pěnu, se při opakovaném nalévání liší. Proto jsme pro reprodukovatelné nalévání piva navrhli zvláštní nálevku (obr. 1) [5].

Po stěně vyčištěné nálevky se opatrně naleje pivo z láhve. Po dosažení přepadu unikne přebytečné pivo a v nálevce zbývá pivo určené k napěnění. Pod nálevku se postaví nádobka s měřítkem a vytažením zátky se vypustí pivo do nádoby.

Tímto způsobem se zajistí napěnění vždy stejného množství piva. Struktura pěny i průběh její rozpadové křivky odpovídají nalévání piva z láhve a jsou reprodukovatelné.

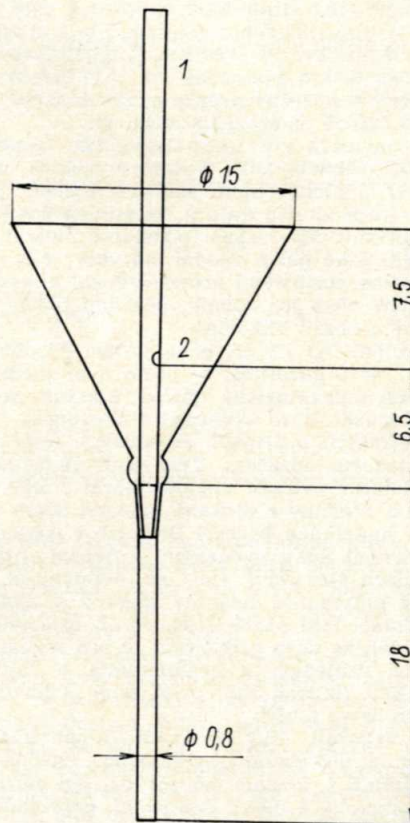
Obrázek 2 udává průběh rozpadu pěny tří druhů piv. Rozpad pěny se měřil v 130 mm vysoké nádobce průměru 55 mm, stonek nálevky byl 3 cm nad okrajem nádoby. Napěňovalo se 105 ml piva, což odpovídalo 44 až 45 mm výšky piva v nádobce. Za počáteční čas rozpadu se volil čas, ve kterém horní okraj pěny dosáhl maximální výšky.

Pro porovnání se stejná piva vypěnila ultrazvukem (obr. 3). Na obrázcích jsou dobře patrné rozdíly v rozpadu pěny při různém způsobu napěnění, i když se v obou případech napěnilo stejné množství piva.

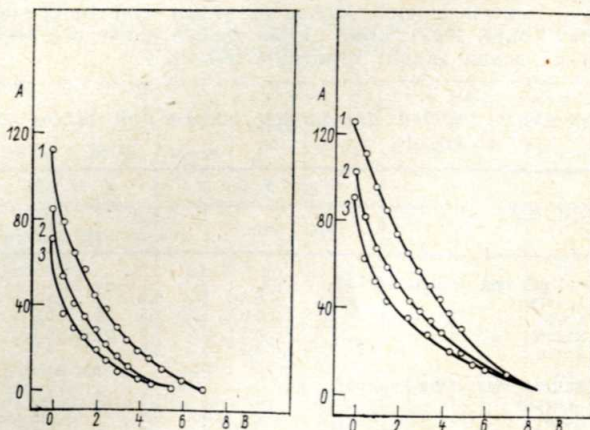
Při nalévání piva z láhve nebo nálevky odteče nejprve větší množství piva z pěny a zbývající část pěny se rozpadá podle kinetiky prvního řádu. U piva, napěněného ultrazvukem, odteče v první fázi rozpadu menší podíl piva z pěny a zbývající pěna se rovněž rozpadá podle rozpadové rovnice prvního řádu.

Oba způsoby rozpadu pěny odpovídají řešení rovnice (1), ale liší se hodnotami množství piva volně přítomného v pění v počátku rozpadu a rychlostí jeho stékání. Pohyb rozhraní mezi pivem a pěnou uvádějí pro tři druhy piva obr. 4, 5.

Závislost absolutní výšky pěny na výšce rozhraní kapalina — pěna uvádí obr. 6. Piva s horší pěnivostí měla

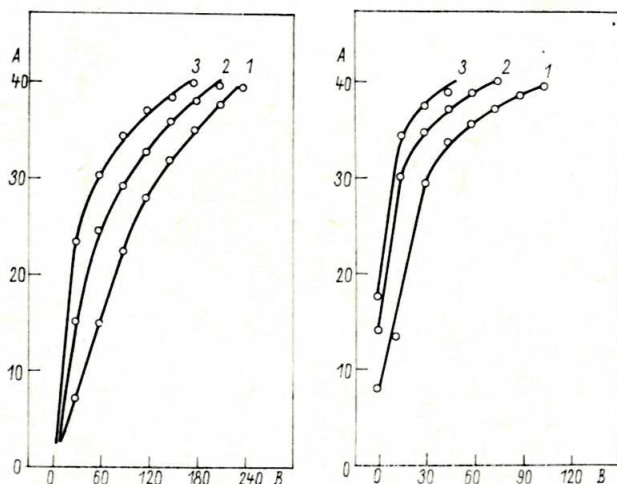


Obr. 1. Nálevka pro standardní napěnění piva. 1 — uzavírací trubička se zábrusovou zátkou, 2 — přepad. Rozměry v cm.



Obr. 2. Pokles absolutní výšky pěny tří druhů piv (1, 2, 3) po napěnění piv nálevkou. A — absolutní výška pěny (mm), B — čas (min)

Obr. 3. Pokles absolutní výšky pěny tří druhů piv (1, 2, 3) po napěnění piv ultrazvukem. A — absolutní výška pěny (mm), B — čas (min)



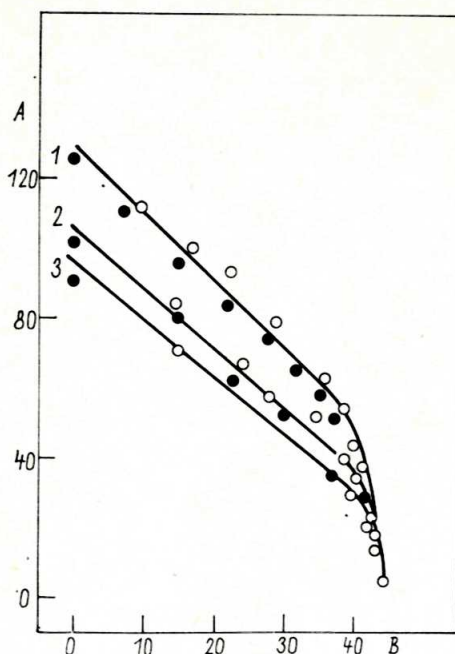
Obr. 4. Pohyb výšky rozhraní mezi kapalinou a pěnou tři druhů piv (1, 2, 3) po napěnění piv nálevkou. A — výška rozhraní (mm), B — čas (s)

Obr. 5. Pohyb výšky rozhraní mezi kapalinou a pěnou tři druhů piv (1, 2, 3) po napěnění piv ultrazvukem. A — výška rozhraní (mm), B — čas (s)

pro stejnou polohu rozhraní nižší absolutní výšku pěny, což přispělo k lepšímu rozlišení pěnivosti piv.

K měření se může využít větší část rozpadové křivky, s výjimkou jejího konce. Velkým změnám absolutní výšky pěny zde odpovídají pouze malé změny pohybu rozhraní mezi kapalinou a pěnou a konečná výška kapaliny po úplném rozpadu pěny se při opakovaném měření rovněž poněkud liší.

Piva napěněná ultrazvukem měla vyšší počáteční výšku pěny a pěna klesala pomaleji než u piv napěněných nálevkou. Rozdílům v počáteční výšce pěny odpovídaly rozdíly v průběhu rozpadových křivek pěny a rozdíly v pohybu rozhraní mezi kapalinou a pěnou.



Obr. 6. Závislost absolutní výšky pěny na výšce rozhraní mezi kapalinou a pěnou. A — absolutní výška pěny (mm), B — výška rozhraní (mm). Prázdné body odpovídají napěnění nálevkou, plně napěnění ultrazvukem.

U piv č. 2, 3 se při nalévání i napěnění ultrazvukem rozdíly v absolutní výšce pěny na konci rozpadu vyrovnaly. Pohyb rozhraní mezi kapalinou a pěnou se může dobře sledovat, nebo měřit. Využívá se přitom rozdílné vodivosti nebo světelné propustnosti kapaliny a pěny.

Získané výsledky jsou důležité pro hodnocení pěnivosti piv. Spotřebitel nejčastěji posuzuje pivo podle absolutní výšky pěny před napitím, tj. do 1 min po nalití, po ustálení pěny a odtečení volně přítomného piva z pěny. Přesto nelze přehlížet ani dobu, potřebnou k celkovému rozpadu pěny, charakterizovanému vznikem lysinky na povrchu pěny.

Za nežádoucí se považují piva, jejichž pěna rychle klesá a nízká pěna setrvává po dlouhou dobu, ale také piva s vysokou výškou ustálené pěny, ale s kratší dobou vzniku lysinky. Toto pojetí odpovídá hodnocení podle ČSN 56 0186, která posuzuje pěnu podle její výšky po nalití a podle doby do vzniku lysinky.

Na získaných výsledcích se zakládá měření pěnivosti podle hodnot doby částečného rozpadu pěny.

Při posuzování pěnivosti čtyř vzorků piv se 22 až 24 °C teplé pivo napěnilo pádem z nálevky, nebo se stejné množství piva vypěnilo ultrazvukem (tab. 1, 2). Po standardním napěnění se měřila doba, za jakou výška rozhraní dosáhla 37 mm, protože při této výšce byly rozdíly mezi pivy největší. Tato doba zahrnovala stékání piva z pěny i její rozpad. Předpokládá-li se úplná přeměna piva v pěnu při napěnění, odpovídá konci měření asi 85 % rozpadu pěny.

Tab. 1. Měření doby částečného rozpadu pěny při napěnění nálevkou

	Počet měření	Průměr [s]	Směrodatná odchylka [s]	Variační koeficient [%]
Pivo č. 1	9	75,0	4,85	6,46
Pivo č. 2	9	40,3	3,46	8,59
Pivo č. 3	9	65,7	4,64	7,06
Pivo č. 4	9	50,2	4,22	8,41

Tab. 2. Měření doby částečného rozpadu pěny při napěnění ultrazvukem

	Počet měření	Průměr [s]	Směrodatná odchylka [s]	Variační koeficient [%]
Pivo č. 1	9	226,1	4,83	2,14
Pivo č. 2	9	173,7	2,45	1,41
Pivo č. 3	9	215,6	5,05	2,34
Pivo č. 4	9	197,2	4,63	2,35

Pro přesnější určení počátku doby vzniku a rozpadu pěny se stopky spouštěly v okamžiku vytážení zátky z nálevky, nebo při ponoření dna nádoby do ultrazvukové lázně. Doba pohybu rozhraní se měřila fotoelektrickým přístrojem [3].

Měření prokázalo dobře patrné rozdíly v pěnivosti piv. Při napěnění ultrazvukem se reprodukovatelnost měření mírně zvýšila, ale výrazně se prodloužila doba měření. Naléváním piva nálevkou vzniká pěna stejného charakteru jako při nalévání piva z láhve a nálevka je levnější než ultrazvuková lázeň. Z těchto důvodů doporučujeme při provozní kontrole pěnivosti napěňovat piva nálevkou.

ČSN 56 0186 „Metody zkoušení piva“ blíže neurčuje při stanovení stability pěny vzhled a velikost lysinky. U některých piv se po rozpadu pěny vytvoří tenká vrstvička jemných bublinek, které dlouho setrvávají na hladině piva, u jiných piv se naopak v jediném místě objeví hladinka piva, ačkoliv ostatní část povrchu je pokryta hustou penou, ulpívající na stěnách nádoby.

Rozdílná tvorba lysinky znemožňuje přesné určení jejího vzniku. Fotoelektrické měření vzniku lysinky je závislé na nastavení citlivosti přístroje, podle subjektivně určeného okamžiku vzniku lysinky. V tomto případě se přístroj nastavoval při objevení vlákna osvětlo-

Tab. 3. Měření doby plného rozpadu pěny při napěnění nálevkou

	Počet měření	Průměr [s]	Směrodatná odchylka [s]	Variační koeficient [%]
Pivo č. 1	9	341,2	27,37	8,02
Pivo č. 2	9	312,1	18,69	5,99
Pivo č. 3	9	331,8	19,92	6,00
Pivo č. 4	9	310,0	16,15	5,21

vací žárovky ve středu nádoby. Na vznik lysinky při okrajích nádoby přístroj nereagoval (tab. 3).

U různých druhů piv nesouvisí vždy hodnocení pěnovosti podle doby částečného stupně rozpadu pěny s hodnocením celkové stability pěny. Piva s přibližně stejnou dobou vzniku lysinky se mohou podstatně lišit dobami částečného rozpadu pěny.

Hodnocení doby částečného rozpadu pěny je výhodné zejména při rychlém posuzování většího počtu vzorků stejného piva. Rozbor spolehlivě určí piva, která by nepříznivě působila na spotřebitele nízkou pěnou před napitím.

Při porovnání s dosud používanými zahraničními metodami je zřejmé, že fotoelektrická metoda měření doby vzniku lysinky jako jediného kritéria posouzení pěnovosti zanedbává dobře patrné rozdíly mezi množstvím pěny, vzniklým po nalití různých druhů piv.

Metoda podle Rosse Clarka hodnotí pouze rychlost rozpadu pěny ve střední části rozpadové křivky a vodivostní měření poklesu celkové výšky pěny eliminuje konečné fáze rozpadu pěny. Různé metody využívají různé, často nepřirozené způsoby napěňování a pro každý způsob měření je nutný zvláštní přístroj.

Výhodou nově navržené metody je její rychlost, komplexnost a reprodukovatelnost. Pěnovost se může měřit vizuálně, ale fotoelektrický přístroj měření zrychlí a zjednoduší.

Literatura

- [1] ŠAFRATA, Z.: Diplomová práce VŠCHT, Praha 1985.
- [2] WILSON, P. J. - MUNDY, A. P.: J. Inst. Brew. 90, 1984, s. 385.
- [3] ŠAVEL, J. - TRČHTA, R. - ŠAFRATA, Z. - KRÁTKÝ, J.: Kvas. prům. 32, 1986, s. 101.
- [4] ŠAVEL, J.: Kvas. prům. 32, 1986, s. 78.
- [5] ŠAVEL, J. - MIKŠ, S.: ZN 78/1985. Jihočeské pivovary, k. p.

Šavel, J. - Prokopová, M.: Měření pěnovosti piva. Kvas. prům., 32, 1986, č. 7—8, s. 156—158.

Sledovala se pěnovost čtyř druhů piv při napěňování pádem se zvláštní nálevky nebo ultrazvukem. Oba způsoby umožnily napěňovat stejné množství piva (105 ml) ve válcovité nádobce s průměrem 55 mm a výškou 130 mm. Pěnovost piv se hodnotila podle doby částečného rozpadu pěny. Tato doba zahrnuje počáteční fáze rozpadu pěny i stékání piva z pěny a odpovídá posuzování pěny spotřebitelem před napitím piva. Pěnovost

piv se měřila fotoelektrickým přístrojem, umožňujícím měřit dobu částečného rozpadu pěny, rozpad pěny podle modifikace metody Rosse Clarka i úplný rozpad pěny do vzniku lysinky.

Шавел, Я., Прокопова, М.: Измерение пенообразования пива. Квас. прум. 32, 1986, № 7—8, стр. 156—158.

Исследовалось пенообразование четырех сортов пива при вспенивании падением из особой воронки или ультразвуком. Оба способа позволили вспенивать одинаковое количество пива (105 мл) в цилиндрической посуде диаметром 55 мм и высотой 130 мм. Пенообразование оценивалось по времени частичного распада пены. Это время включает начальную фазу распада пены и стекание пива из пены и соответствует оцениванию потребителем перед питьем пива. Пенообразование пива измерялось фотоэлектрическим прибором, позволяющим измерять время частичного распада пены, распад пены по модификации метода Россе Кларка и полный распад пены.

Šavel, J. - Prokopová, M.: Measurement of Beer Foaming Power. Kvas. prům. 32, 1986, No. 7—8, pp. 156—158.

The foaming power of four beer kinds using the outflow from a special funnel or the ultrasound was tested. Both the methods allow to froth the same beer quantity (105 ml) in a cylindrical vessel with the diameter of 55 mm and the height of 130 mm. The foaming power of beers was evaluated according to the time of a partial decomposition of the foam. The time includes the beginning phase of a foam decomposition as well as a flow of beer down that is in a good agreement with the judgment of a consumer before his drinking. The foaming power of beers was measured by a photoelectric device that enables the measurement of the time of the partial foam decomposition the foam decomposition according to the Rosse-Clark method as well as the total foam decomposition.

Šavel, J. - Prokopová, M.: Messung des Schaumvermögens des Bieres. Kvas. prům. 32, 1986, Nr. 7—8, S. 156—158.

Es wurde das Schaumvermögen von 4 Biersorten bei Aufschäumen durch Fall aus einem speziellen Fülltrichter und durch Ultraschall verfolgt. Beide Verfahren ermöglichten die Aufschäumung gleicher Biermengen (105 ml) in einem zylindrischen Gefäß (Durchmesser 55 mm, Höhe 130 mm). Das Schaumvermögen wurde nach der Zeit des teilweisen Schaumzerfalls bewertet. Diese Zeit schließt die Anfangsphasen des Schaumzerfalls und des Herabfließens des Bieres aus dem Schaum ein und entspricht dem Beurteilen des Schaumes durch den Verbraucher vor dem Trinken. Die Schaumhaltigkeit der Biere wurde mittels eines photoelektrischen Apparats gemessen, der die Messung der folgenden Parameter ermöglicht: Zeit des teilweisen Schaumzerfalls, Schaumzerfall nach Modifikation der Ross-Clark-Methode und der vollkommene Schaumzerfall bis zur Bildung kahler Stellen.