

Z výzkumu a praxe

Jak volit teplotní šokování

Ing. Jan ŠAVAL, Ing. Marie PROKOPOVÁ, Budějovický
Budvar, s.p., České Budějovice

663.41

1. ÚVOD

Teplotní šokování je důležitou metodou předpovědi koloidní stability. V teplé části teplotního šokování se urychluje přirozené stárnutí piva, ve studené části se působením chladu vyvolá chla-

dový zákal. Předpokládá se, že množství chladového zákalu je úměrné množství zákalu, vyloučeného při stanovení trvanlivosti za smluvních podmínek.

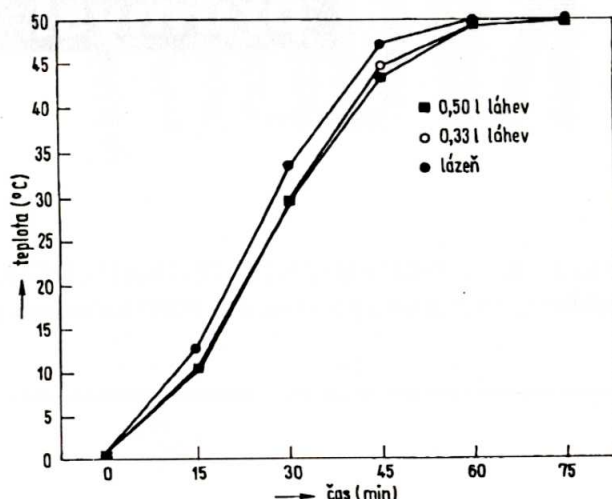
Je obtížné posuzovat trvanlivost, dosahovanou u odběratele, podle výsledků teplotního šokování, neboť na pivo působí rozdílné transportní vlivy (teplota, pohyb) a skladovací podmínky u odběratele. Proto se v ČSFR posuzuje trvanlivost piva podle doby potřebné do vzniku okem postřehnutelné sedliny, nebo zákalu při uchovávání piva při 20 °C v klidu - viz ČSN 56 6635.

Ani tento ukazatel není zcela přesný, neboť jen výjimečně se pije pivo s teplotou 20 °C a před podáváním se pivo obvykle uloží do chladničky na různou dobu při teplotě, která se liší podle místních zvyklostí. To vedlo některé autory k zařazení studeného šoku po určité době skladování piva [1,2].

V závislosti na uvedených vlivech se faktická stabilita mění a k rychlému posouzení relativní stability je nutno zvolit některý ze systémů teplotního šokování.

2. POSTUPY TEPLOTNÍHO ŠOKOVÁNÍ

Vývoj teplotního šokování prodělal řadu změn, jejichž jednotlivé modifikace uvádí literatura [3]. Pro šokování se nejčastěji používají ohřívací teploty 40, 50 nebo 60 °C po dobu 1 až 7 dní, následované ochlazením piva po 24 h při 0 °C. Výsledek šokování se hodnotí podle dosaženého zákalu po teplotním šokování, nebo podle počtu šoků, potřebných pro vyvolání zákalu předepsané hodnoty (obvykle 2 j.EBC). Postupy se také liší počtem šokovaných láhví (2 až 6).



Obr.1. Prohřívání láhve s pivem v lázni šokovací jednotky při změně teploty z 0 na 50 °C

V ČSFR se používá teplotní šokování podle Basařové a Kohlera, při němž se pivo chladí 6 h při 0 °C, ohřívá 16 h při 66 °C a opět chladí 6 h při 0 °C [1]. V roce 1984 jsme navrhli vlastní test odpovídající teplotní změně 24 h při 0 °C 144 h při 45 °C a 24 h při 0 °C [6].

Analytika MEBAK z roku 1979 doporučuje střídání teplých (40 nebo 60 °C) a studených (0 °C) šoků po 24 h podle dvou různých postupů [4]. Analytika EBC z roku 1987 požaduje změření čirosti piva u 6 láhví po 24 h při 0 °C, jejich zahřívání 48 h při 60 °C a opětovné chlazení 24 h při 0 °C. Tyto podmínky se doporučují pro vzájemné porovnání výsledků v různých zemích, ale každý pivovar si může stanovit vlastní podmínky šokování [5].

Při vyhodnocování výsledků šokovacích zkoušek se obvykle získá informace o počtu teplých šoků a průměrné hodnotě čirosti piva po šokování (a ochlazení na 0 °C). Předpokládá se, že vytvořený zákal je úměrný počtu šoků. Ukončí-li se šokování při hodnotě zákalu $z > z_u$ (z_u je hodnota předepsaná pro ukončení šokování), je průměrný počet šoků, potřebný pro vyvolání zákalu z_u :

$$N = n - 1 + z_u/z$$

kde N je počet šoků, nutných pro dosažení hodnoty z_u a n je počet šoků pro vytvoření zákalu $z > z_u$. Očekávaná trvanlivost T při 20 °C se vypočte podle vzorce:

$$T = K \cdot N$$

kde K je experimentálně stanovený faktor.

3. VLIVY PŮSOBÍCÍ NA VÝSLEDKY TEPLOTNÍHO ŠOKOVÁNÍ

3.1. Obsah kyslíku

Výsledky šokování silně ovlivňuje celkový obsah kyslíku v láhvi. Kromě rozpuštěného kyslíku se uplatňuje kyslík ze

vzduchu v hrdlovém prostoru, který obvykle není ve fyzikální rovnováze s rozpuštěným kyslíkem v pivu. Rovnováhy lze dosáhnout např. třepáním piva, obdobně jako u metody pro stanovení celkového obsahu kyslíku v pivu [7]. Metoda EBC naopak doporučuje ponechat láhev v klidu [5].

Za klidu přechází kyslík z plynné fáze do piva, kde se spotřebovává reakcí s jeho složkami. Doba teplého ohřevu musí být dostatečně dlouhá, aby se veškerý kyslík pohltil v pivu a zreagoval s ním. To je také hlavní argument proti volbě příliš krátké doby šokování.

Kromě toho se liší obsahy kyslíku i vzduchu v jednotlivých láhvích a v závislosti na tom také čirost piva po šokování. Proto se v souběžně odebraných láhvích stanovuje obsah kyslíku, vzduchu v hrdlovém prostoru, popř. celkový obsah kyslíku.

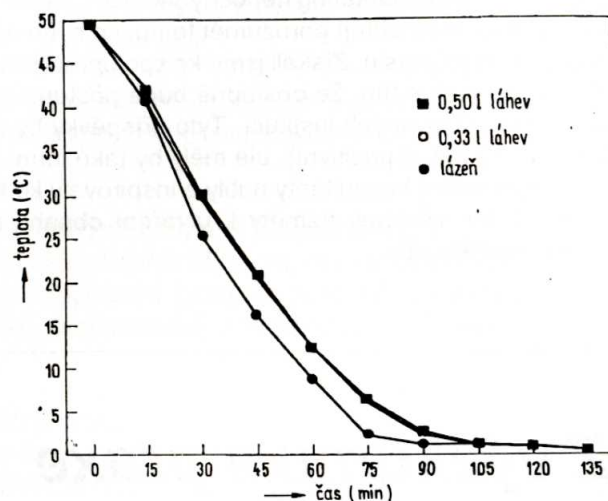
3.2. Doba po odběru vzorku

Výsledky šokování silně závisí na době po odběru vzorků, neboť během jejich uložení již pivo stárne. Proto je nutno zajistit nasazení vzorků ihned po odběru. Šokování vzorků, dopravovaných do vzdálené laboratoře je vždy ovlivněno transportem a skladováním.

3.3 Kinetika změn teploty a čirosti piva v láhvi

Prohřátí nebo ochlazení láhve vyžaduje určitý čas, podobně jako tvorba zákalu po ochlazení piva. Výsledné změny čirosti závisí na obou pochodech, které je možno v prvním přiblížení popsat kinetikami prvního řádu a výslednou reakci považovat za následnou reakci. Také z těchto důvodů je vhodné volit delší doby teplé výdrže, aby přechodová doba tvorby zákalu byla relativně malá.

Při chlazení se z praktických důvodů používá krátká doba chlazení (24 h), která někdy nedostačuje k úplnému vyvolání zákalu.



Obr.2. Ochlazování láhve s pivem v lázni šokovací jednotky při změně teploty z 50 na 0 °C

3.4 Způsob ohřevu a chlazení

Láhve se mohou ohřívát a chladit ve vzdušných, nebo vodních lázních, na čemž závisí rychlosti přestupu tepla a přesnost udržování teploty. Analytika EBC doporučuje vodní míchanou lázeň s termostatem, zaručující udržování teploty s přesností na 1 °C. Vhodná zařízení dodávají různé firmy, např. Dr.Thiemi (SRN), Lauda (SRN), Julabo (Švýcarsko), Drott (Rakousko) aj.

3.5 Velikost obalu

Na velikosti obalu závisí rychlost teplotních změn v láhvi a tím i výsledky šokování (viz bod 3.3).

3.6 Druh zákalometru

Požaduje se zákalometr s kompenzací barvy láhve [5]. Těto podmínce vyhovuje většina dostupných zákaloměrů. V současnosti dodává vhodné zákaloměry několik zahraničních firem, např. Dr.B.Lange (SRN), Haffmans (Holandsko), Sigris (Švýcarsko), Monitek (SRN) i domácí výrobce MFF KU v Praze (doc. Sladký).

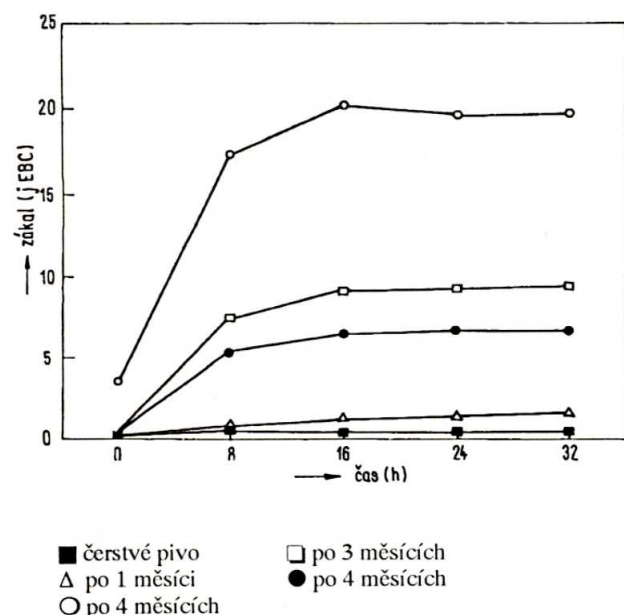
4. PŘÍKLADY PŘÍSTROJOVÉHO VYBAVENÍ

V naší laboratoři jsme měli možnost podrobně posoudit fotometr LTP6B firmy Dr.Bruno Lange a šokovací jednotku firmy Ewald Thiemt (SRN). Současně jsme se seznámili s domácím přístrojem AMZN 92 (Comear MFF UK Praha) a šokovací jednotkou firmy Lauda (SRN).

LTP6B je fotometr pro měření čirosti na základě rozptylu světla v úhlu 90 °C při vlnové délce 860 nm (ISO norma) od 0,00 do 20,0 j.EBC. Automaticky se kompenzuje barva piva i láhve, přístroj zajistí otočení láhve a tisk výsledků na tiskárnu, která je součástí přístroje. Fotometr rovněž upozorní na výskyt láhve s nevyhovujícími optickými vlastnostmi. Softwarové vybavení umožňuje zaznamenávat výsledky šokování v paměti, postupně je zpracovávat a tisknout protokol o šokování. Přístroj se může připojit na počítač přes rozhraní RS 232C.

AMZN 92 je fotometr pro stanovení čirosti měřením intenzity rozptýleného světla v úhlu 90 °C od 0 do 50 j.EBC, s rozlišením 0,01 j.EBC a přesností 1 %. Přístroj je spojen s počítačem, který řídí otáčení láhve i zpracování výsledků. Základní software slouží k vlastnímu měření, další připravovaný software umožňuje uložení výsledků do databáze, jejich následné textové i grafické zpracování.

K dispozici bude i programové vybavení pro hodnocení šokovacích zkoušek. Připravuje se měření zákalu s dvěma rozptylovými úhly. Modulární stavba umožňuje připojení dalších přístrojů.



Obr.3. Tvorba zákalu při 0 °C u piv skladovaných 0 až 4 měsíce v klidu při 20 °C

Šokovací jednotka (Dr.Thiemt) je kapalinová lázeň s nuceným oběhem pro šokování 20 Euro láhví piva. Může se nastavit libovolný režim šokování se změnami od 1 min do 7 dní v rozmezí teplot -10 až +60 °C. Doba ochlazení z 60 na 0 °C trvá 150 min, doba ohřátí z 0 na 60 °C 90 min. Režim topení a chlazení si uživatel naprogramuje podle zvoleného režimu šokování.

Firma Lauda nabízí nejen volně programovatelnou šokovací jednotku pro 20 Euro láhví, ale také kombinaci teplé a studené lázně se špičkovými technickými parametry.

Při výběru vhodného technického zařízení je nutno přihlížet k různým kritériím, neboť ceny zařízení se pohybují u zahraničních šokovacích jednotek okolo 10 000 až 12 000 DEM, podobně jako u zahraničních fotometrů.

Domácí zákaloměr AMZN 92 včetně počítače stojí asi 170 000 Kčs. Při nákupu kombinované sestavy ze zahraničí je tedy nutno počítat s částkou asi 20 000 až 25 000 DEM.

Nejdůležitějším kritériem jsou technické parametry přístroje, spolehlivost, snadnost obsluhy a kvalita softwarového vybavení. Velmi důležité je přímé zastoupení zahraničních firem v ČSFR a zajištění servisu, který má většina zastoupených firem.

Firmu Lauda v ČSFR zastupuje CENTEC, dodávající rovněž další laboratorní přístroje (oximetry, zákaloměry, densitometry, aj.).

Domácí firma MFF UK (doc. Sladký) nabízí okamžitý servis dodaných přístrojů i úpravy funkce podle přání zákazníka.

Při výběru šokovacího zařízení je důležité zvážit, zda místo šokovací jednotky není vhodnější soustava dvou lázní, která zejména u delších režimů šokování umožňuje každodenní zařazování nových vzorků.

5. VLASTNÍ NÁVRH TEPLOTNÍHO ŠOKOVÁNÍ

Po zvážení vlivu faktorů, ovlivňujících teplotní šokování, jsme se rozhodli používat nižší teplotu šokování (50 °C) po delší dobu (6 dní). To umožňuje relativně zanedbat přechodové děje při změnách teploty, přestupu kyslíku apod. Šokování navíc může zpracovávat a vyhodnocovat málo stabilní i vysoce stabilní piva.

Navržený systém šokování vychází z námi dříve zavedeného a detailně ověřeného postupu [6], ale upravuje teplotu šokování na obvyklejší hodnotu 50 °C. Vzorky piva (3 až 6 lahví) se nejdéle týden po odběru ochladí na 24 h při 0 °C, změřící počáteční zákal, umístí na 6 dní do míchané, 50 °C teplé lázně. Po této době se opět láhve ochladí na 24 h při 0 °C a změřící čirost. Šokovací cyklus se opakuje, dokud čirost nepřesáhne 2 j.EBC.

Kombinace 6 dní ohřevu + 1 den chlazení umožňuje nasazovat vzorky v libovolný den v týdnu, kromě pátku. Orientační posouzení výsledků uvádí tab. 1, mezi skutečnou trvanlivostí a výsledkem šokování je nutno stanovit převodní tabulku pro každé pivo.

Tab. 1. Hodnocení teplotního šokování

Teplotní režim	Zákal z (j. EBC)	Hodnocení	Trvanlivost (příklad)
24 h / 0 °C	$z < 0,5$	stabilní	>2 měs
	$0,5 < z < 2$	málo stabilní	>1 měs
	$2 < z$	nestabilní	<1 měs
1. šok	$z < 0,5$	velmi stabilní	>4 měs
6 dní / 50 °C	$0,5 < z < 2$	stabilní	>3 měs
24 h / 0 °C	$2 < z$	méně stabilní	<3 měs
2. šok	$z < 0,5$	velmi stabilní	>8 měs
6 dní / 50 °C	$0,5 < z < 2$	dosti stabilní	>6 měs
24 h / 0 °C	$2 < z$	stabilní	<6 měs

Pro hodnoty v *tab. 1* je možno trvanlivost (v měsících) vypočítat podle vzorce:

$$T = 3 \cdot (n - 1 + 2/z)$$

kde n je počet šoků, potřebných pro vznik zákalu z 2 j.EBC.

Výsledky měření se zapisují jako jednotlivé hodnoty, nebo se zahrnou do trojice údajů, obsahující počet láhví, průměr čirosti, a statistickou charakteristiku (např. rozpětí).

Stejným způsobem se zaznamenávají hodnoty rozpuštěného kyslíku a vzduchu v hrdle láhví, popř. celkového obsahu kyslíku u souběžně odebraných vzorků.

LITERATURA

- [1] BASAŘOVÁ, G.-KAHLER, M., Kvas.prům., **15**, 1969, s. 222.
- [2] Methods of analysis of the ASBC. 7 vyd., St.Paul 1976.
- [3] BATCHVAROV, V.-CHAPON, L., Mschr.Brauwiss, **38**, 1985, s.331.
- [4] Brautechnische Analysenmethoden (MEBAK). 1 díl, Freising-Weihenstephan, 1979.
- [5] Analytica EBC, 4 vyd., Zurich, 1987.
- [6] NOUSKOVÁ, H., Diplomová práce VŠCHT, Praha 1984
- [7] VILACHA, C.-UHLIG, K., Brauwelt, **124**, 1984, s.754.

Lektoroval Ing.Jan Voborský

Šavel, J. - Prokopová, M.: Jak volit teplotní šokování. Kvas.prům., **38**, 1992, č.10, s. 290 - 292

Popisují se různé způsoby teplotního šokování. Výsledky šokování závisí na obsahu kyslíku v pívu i v hrdle láhví, době po odběru vzorků, kinetice tvorby zákalu a prohřívání nebo chlazení láhve. Dále záleží na způsobu ohřevu a chlazení piva, velikosti obalu a typu zákalometru, popř. druhu lázně. Výhodnější je delší doba ohřívání, která dovoluje, aby veškerý kyslík z hrdla láhve přešel do piva a zreagoval s ním. Navrhuje se teplotní šokování s cyklem 6 dní při 50 °C + 1 den při 0 °C a způsob hodnocení výsledků podle tohoto postupu.

Шавел, Я. - Прокопова, М.: Как избрать процесс температурного шокирования. Квас. прум., **38**, 1992, № 10, стр. 290 - 292

Описываются разные способы температурного шокирования. Результаты шокирования зависят от содержания кислорода в пиве и в горлах бутылок, от времени после отбора образцов, от кинетики возникновения мутности и прогрева и охлаждения бутылки. Далее важен способ обогрева и охлаждения пива, величина тары и тип мутнометра, или и тип бани. Более выгодно продолжительное время обогрева, позволяющее переход всего кислорода из горла бутылки в пиво и прореагирование с ним. Предлагается температурное шокирование с циклом 6 дней при 50 °C + 1 день при 0 °C и способ оценки результатов по этому методу.

ŠAVEL, J. - PROKOPOVÁ, M.: Various Types of Thermal Treatment of Beer. Kvas.prům., **38**, 1992, No.10, pp 290-292.

The results of thermal shocks depend on the oxygen level in beer and above the level of beer in a bottle, on a time of sampling, a kinetic of haze formation and a heating or cooling of the bottle. Among other parameters belong: a procedure of the heating and cooling of beer, a size of package, a type of turbidimeter and a kind of bath used. The better results are obtained using longer heating period. During this procedure all oxygen from the gas phase in a bottle is dissolved and reacts with beer. The following heat shock cycle is recommended: 6 days at 50 °C and 1 day at 0 °C.

Šavel, J. - Prokopová, M.: Wie sollte das Forciertest gewählt werden? Kvas. prům., **38**, 1992, Nr. 10, S. 290 - 292

Es werden verschiedene Arten des Forciertest beschrieben. Die Ergebnisse des Schockierens hängen von dem Sauerstoffgehalt im Bier und im Flaschenhals, von der Zeit nach der Probenahme, der Kinetik der Trübungsbildung und des Aufwärmens oder Aufkühlens der Flasche ab. Zu den beeinflussenden Faktoren gehören weiter: die Art des Aufwärmens und Abkühlens des Bieres, Grösse der Verpackung, Typ des Trübungsmessers, bzw. des Bads. Bessere Ergebnisse werden mit längeren Aufwärmzeiten erzielt, die ermöglichen, dass der gesamte Sauerstoff aus dem Flaschenhals in das Bier übergeht und mit ihm reagiert. Es wird das Forciertest im Zyklus 6 Tage bei 50 °C + Tag bei 0 °C vorgeschlagen, sowie auch die Methode zur Bewertung der Ergebnisse nach dem beschriebenen Verfahren.