

Obecná hlediska pasterace piva a způsoby její kontroly

Ing. JIŘÍ ŠROGL, LUBOMÍR KOPECKÝ, Západočeské pivovary, n. p., Plzeň

663.461.1

Předneseno na XIII. pivovarsko-sladařském semináři v Plzni

Ve většině našich pivovarů je největším problémem biologická trvanlivost piva. Pro její bezpečné zajišťování je vypracováno několik způsobů, z nichž je nejrozšířenější pasterace.

Princip metody objevil Pasteur, který popsal smrtící účinek zvýšené teploty na mikroorganismy. Způsob je vhodný i pro pivo, protože mikroorganismy v něm žijící netvoří za normálních podmínek spory. Příznivě zde působí i mírně kyselé pH piva, které přispívá k dostatečnému smrticímu efektu zvýšené teploty.

Po stránce mikrobiologické je pasterace jednoznačně výhodná. Bohužel však má i mnohé nepříznivé aspekty, které zcela nelze opomenout. V pasterovaném pivě proběhnou za zvýšené teploty snadno i ty chemické reakce, které za normální teploty probíhají pouze pomalu nebo neprobíhají vůbec. Vznikají tak změny, patrné zvláště výrazně na smyslových vlastnostech piva. Uvedené změny jsou výraznější zejména tehdy, obsahuje-li pivo větší množství kyslíku a zvláště vysokomolekulárních bílkovin. Významnou roli zde hrají sírné sloučeniny, resp. jejich oxidační zplodiny.

Při zvýšené teplotě při pasteraci nelze též vyloučit vznik melanoidinů ze sacharidických sloučenin piva, které mají velmi nepříznivý vliv na chuťové vlastnosti a zvláště na barvu piva. Bylo zjištěno, že v přítomnosti vysokého obsahu kyslíku pokračuje přibarvování i během skladování a transportu, takže může dojít ke změně barvy až na hnědočervenou [1].

Nejnepříznivější je však vliv zvýšené teploty při pasteraci na fyzikálně chemickou stabilitu piva. Pasterace totiž působí podstatné zhoršení koloidní stability a její účinky v tomto směru je možno pouze zmírnit, ne však odstranit. Profesor *Weinfurtnér* [1] říká o tomto problému: „Pasteraci se odstraní problém biologické trvanlivosti a na jeho místo vstupuje problém koloidních zákalů, tedy fyzikálně chemické trvanlivosti.“

Při pasteraci se nelze obejít bez předchozí úpravy piva. Je nutno především co nejvíce omezit množství vysokomolekulárních bílkovin. Dalším požadavkem je co největší omezení styku s kyslíkem, který má na pivo vždy negativní účinky. Uvedený požadavek lze splnit vcelku velmi dobře u průtokové pasterace. U pasterace v lahvích však nelze zcela uchránit pivo styku s kyslíkem. Při stáčení má pivo vždy určitý obsah rozpuštěného kyslíku, který při pasteraci téměř vymizí, to znamená, že zreaguje s oxidovatelnými složkami piva. Nepříznivý vliv má též přítomnost vzduchu v hrdlovém prostoru lahví.

Při pasteraci v lahvích přistupuje k tomu ještě problém vnitřního tlaku, který se může v některých případech zvýšit na nevhodně vysoké hodnoty. Závisí to rozhodujícím způsobem na velikosti hrdlového prostoru, který musí být kolem 3 % celkového obsahu lahví. Při menším hrdlovém prostoru by mohly vnitřní tlaky při teplotě přes 60 °C dosáhnout značně vysokých hodnot až 15 at, což by mj. mělo velmi nepříznivý důsledek pro rozbitné lahve.

U pasterace byl zaveden pojem tzv. smrtícího

efektu pasterace, který je funkcí teploty a času. Aby bylo možno kvantitativně vyjádřit intenzitu pasterace, definoval Benjamin [3, 4] na základě svých rozsáhlých pokusů tzv. jednotku pasterace. Je to dávka pasterace, kterou je pivo pasterováno při 60 °C po dobu 1 minuty. Podle tohoto autora je třeba 5,6 minuty při 60 °C, tj. 5,6 pasteračních jednotek pro účinnou pasteraci. Při zvýšení teploty o 1 °C se efekt pasterace zvýší 1,395krát. Je tedy dávka pasterace za 1 minutu

při 60 °C	1 pasterační jednotka
při 61 °C	1,395 pasterační jednotky
při 62 °C	1,395 ² pasterační jednotky

pro obecný případ

při t °C $1,395^{(t-60)}$ pasterační jednotky

Vidíme, že uvedené hodnoty tvoří geometrickou posloupnost s kvocientem 1,395. Vyplývá z toho skutečnost, že závislost pasteračního efektu vyjádřeného počtem pasteračních jednotek na teplotě je exponenciální a dá se vyjádřit vztahem:

$$x = s \cdot 1,395^{(t-60)}$$

kde x je hledaný počet pasteračních jednotek,

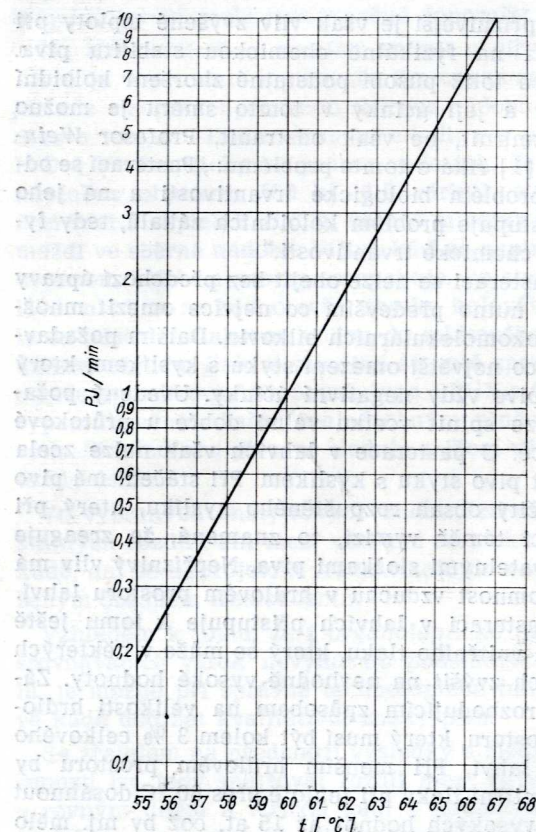
s je čas působení pasterační teploty,

t je pasterační teplota v °C.

Pro výpočet je vhodné rovnici logaritmovat:

$$\log x = \log s + (t-60) \log 1,395$$

Je však výhodné si pro nejobvyklejší rozsah teplot sestavit graf závislosti teploty a výrazu $1,395^{(t-60)}$, což je počet pasteračních jednotek za 1 minutu. Použijeme-li pro sestavení semilogaritmický systém souřadnic, je znázorněním vztahu přímka, ze



Graf 1. Závislost počtu pasteračních jednotek za 1 minutu na teplotě

které můžeme hodnotu počtu pasteračních jednotek za 1 minutu přímo odečíst (graf 1).

Nazveme-li výraz $1,395^{(t-60)}$ f , zjednodušuje se dříve uvedená rovnice na výraz:

$$x = s \cdot f$$

kde x je opět počet pasteračních jednotek,

s je doba působení pasterační teploty,

f je hodnota odečtená z grafu.

Pro informaci uvádíme ještě tyto hodnoty:

při 55 °C je 1 pasterační jednotky dosaženo za 5,2 min

při 62 °C je 1 pasterační jednotky dosaženo za 0,5 min

při 70 °C je 1 pasterační jednotky dosaženo za 0,036 min

U piva zjistili američtí autoři, že pro zcela dokonalou pasteraci postačí 13,7 pasterační jednotky. V našich podmínkách se většinou volí dávka pasterace poněkud vyšší. Domníváme se však, že by tato dávka zásadně neměla překročit hodnotu 20 pasteračních jednotek a být spíše nižší. Podle přesvědčivých statistických údajů americké literatury poskytuje hodnota 13,7 pasteračních jednotek naprosto dokonalou pasteraci nejméně 2krát převyšující údaje získané z výsledků laboratorních pokusů.

O pravdivosti svědčí některé výsledky pokusů Epsteinova, Snella [5] a Lunda [6].

kulturní kvasinky byly zničeny za 5 min při 54 °C
divoké kvasinky byly zničeny za 5 min při 56 °C
laktobacily byly zničeny za 10 min při 58 °C

Z dosavadních poznatků vyplývá jednoznačně, že čas i teplota při pasteraci by měla být co nejnižší. K tomu je však zapotřebí pasteraci důsledně sledovat. Nejčastěji se to provádí termografickým sledováním průběhu pasterace, při kterém termograf prochází pastérem a zapisuje průběh teploty. V poslední době byl zkonstruován termograf spojený přímo s přístrojem, který termograficky vyhodnocuje intenzitu pasterace v pasteračních jednotkách [7].

U pasterovaného piva je též možno kontrolovat dostatečnost pasterace. Provádí se to mikrobiologicky i biochemicky. Chtěli bychom zde uvést některé novější metody biochemické kontroly pasterace.

Jde většinou o metody, založené na detekci, přítomnosti enzymu invertázy v pivě, která se pasterací ničí. Původně používaný způsob důkazu pasterace spočívá v měření polarizace piva s přidavkem sacharózy po 24hodinovém stání [8]. Liší-li se polarizace vzorku od polarizace slepého pokusu s povařeným pivem málo nebo se neliší, pivo bylo pasterováno.

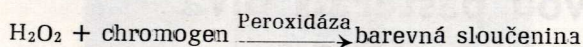
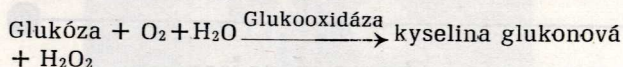
Novější jednoduchá metoda, která používá detekčního papírku „Glukophan“, jinak též používaného pro detekci glukózy v moči, je založena na stejném principu. Při naší práci se nám nejlépe osvědčil tento postup:

Do dvou Erlemeyerových baněk odměříme 2krát 100 ml zkoumaného piva. Jednu banku 5 minut povaříme a ochladíme. Do obou baněk potom napipetujeme 10 ml 20% roztoku sacharózy a necháme stát 1 hodinu. Po uplynutí této doby ponoříme do

obou baněk detekční papírek. Je-li stanovení obou papírků stejné nebo se liší jen málo, jde o pivo pasterované. U nepasterovaného piva se papírek ponořený do nepovařeného piva zbarví intenzivně modře.

Při obou uvedených způsobech kontroly pasterace je uvedeno, že se údaje slepého pokusu mohou od pasterovaného piva poněkud lišit. Je to způsobeno tím, že invertáza nemusí být zničena úplně, je-li pivo pasterováno s menší intenzitou.

Pro kvantitativní měření stupňů inaktivace invertázy používáme v naší laboratoři stanovení její aktivity reakcí založenou na principu enzymatického stanovení obsahu glukózy:



Jako chromogenu lze použít různých látek. Nejběžnější je O-tolidin, jehož oxidovaná forma je modrá. O-dianisidin dává oxidací a okyselením červenou barvu.

Scriban, Canuyerová a Noel [9] použili k stanovení stupně inaktivace invertázy souboru chemikálií, známých pod obchodním názvem FERMCOTEST. Vzniklé zbarvení je zde červené, které je stálé 24 hodin. Uvádějí, že invertáza se ničí 6 pasteračními jednotkami.

V naší laboratoři jsme pro stanovení invertázy používali glukooxidázu čs. výroby, kterou nám poskytl Výzkumný ústav potravinářského průmyslu a peroxidázu maďarské výroby. Jako chromogen jsme použili o-tolidin. Uvedené provedení má určitou nevýhodu v tom, že se musí modré zbarvení měřit naprosto přesně po 10 minutách. Modré zbarvení, které se měří při 625 nm není totiž stálé. Rychlé vybarvování je však výhodné proto, že použitá glukooxidáza obsahuje též invertázu, což by bylo překážkou při použití o-dianisidinu, který by byl jinak výhodnější. Jeho vybarvení však trvá dlouho a invertáza přítomná v glukooxidáze by se za tuto dobu silně uplatnila na výsledcích.

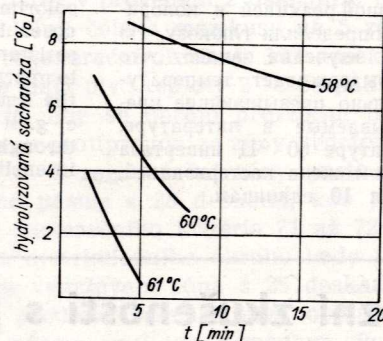
Při našich pokusech jsme se přesvědčili, že inaktivace invertázy neprobíhá paralelně s rostoucím množstvím pasteračních jednotek. Při vyšší teplotě je stejným počtem pasteračních jednotek inaktivace invertázy znatelně silnější než při nižší teplotě. V našich pokusech jsme působili na pivo 10 pasteračními jednotkami při různých teplotách a dospěli jsme k následujícím výsledkům:

Udáváme množství uvolněné glukózy po 1 hodině stání při 25 °C z přídatku 33 g sacharózy na 1 litr piva.

při 58 °C	2,3 g/l
při 59 °C	1,4 g/l

při 60 °C	0,75 g/l
při 61 °C	0,01 g/l

Zajímavý výsledek dalo též zkoumání rychlosti inaktivace invertázy při různých teplotách (graf 2).



Graf 2. Závislost inaktivace invertázy na době pasterace

Jak je patrné, invertáza se ničí při teplotě 61 °C velmi rychle, kdežto při teplotě 58 °C poměrně pomalu.

Uvedenou metodou by tedy bylo možno postihnout nedostatečnou pasteraci zvláště tehdy, bylo-li by k pasteraci použito nižších teplot. Domníváme se, že tato metoda má naději sloužit i pro kontrolu provozu pastérů v lahvovnách.

Souhrn

Sdělení, které autoři přednesli na XIII. pivovarsko-sladařském semináři v Plzni, podává stručný přehled dosavadních poznatků o pasteraci. Uvádějí se v něm způsoby posouzení intenzity pasterace a její kontroly. Pro zjištění stupně inaktivace invertázy, která slouží pro kontrolu pasterace, autoři použili enzymatické reakce na kolorimetrické stanovení glukózy. Zjistili větší odolnost invertázy vůči teplu, než bývá uváděno. Invertáza nebyla zcela zničena při teplotě 60 °C 10 pasteračními jednotkami.

Literatura

- [1] SCHUSTER, K. - WEINFURTER, F.: Die Bierbrauerei, III. Band, F. Encke Verlag, Stuttgart 1933
- [2] HLAVÁČEK, F. - LHOTSKÝ, A.: Pivovarství, SNTL Praha, 1966
- [3] PORTNO, A. D.: J. Inst. Brew. 74, 1968, 291—300
- [4] BENJAMIN, H. A.: Amer. Can. Co. Res. Lab. Rep. [cit. podle 3]
- [5] EPSTEIN, S. S. - SNELL, F. D.: J. Inst. Brew. 1940, 46, 175 [cit. podle 2]
- [6] LUND, A.: J. Inst. Brew. 1951, 57, 36 [cit. podle 2]
- [7] DROST, B. W. - BRENNER, L. A. - MASTENBROEK, G. G. A. - PELT, V. B.: Proc. EBC, 1969, 539—543
- [8] VANČURA, M. a kol.: Pivovarsko-sladařská analytika, SNTL 1966
- [9] SCRIBAN, R. - CARUYER, O. - NOEL, J. P.: Brasserie 24, č. 270, 1969, 421—428

ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПАСТЕРИЗАЦИИ ПИВА И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

В статье приводятся главные части доклада, с которым ее авторы выступили на 13-ом семинаре по пивоваренно-солодильному делу, состоящем в Пильзени. Подробно

BEER PASTEURIZATION, ITS ADVANTAGES AND METHODS USED TO CHECK ITS EFFICIENCY

The article deals with the same problem as the paper presented by its authors at the 13-th conference of brewing and malting industries at Plzeň, i. e. with the pasteurization

ALLGEMEINE ASPEKTE DER PIERPASTEURISIERUNG UND DIE METHODEN IHRER KONTROLLE

Die auf dem XIII. Brauerei- und Mälzereiseminar in Pilsen vorgetragene Mitteilung bringt eine zusammenfassende Übersicht über die bisherigen Erkenntnisse auf dem Gebiet

рассматриваются методы контроля эффективности пастеризации, т. е. в основном ее влияния на инвертазу. Для оценки степени инаktivации инвертазы, которая является показателем эффективности пастеризации, авторы воспользовались ферментативной реакцией и колориметрически определили глюкозу. Из результатов изучения видно, что инвертаза выдерживает температуры, значительно превышающие пределы, указываемые в литературе. При температуре 60 °C инвертаза не была уничтожена пастеризацией, равняющейся 10 единицам.

of beer. Special attention is given to the methods developed for the determination of the invertase inactivation degree, which indicates the efficiency of pasteurization. In their research works the authors have used enzymatic reaction and colorimetric determination of glucose. It has been found that the resistance of invertase to higher temperatures exceeds substantially the limits indicated in literature. So e. g. it was not destroyed at 60 °C through pasteurization of 10 point intensity.

der Pasteurisierung des Bieres. Es werden die Beurteilungs- und Kontrollmethoden der Invertase bei der Pasteurisierung angeführt. Zu der Ermittlung des Inaktivationsgrades der Invertase als Kriterium der Pasteurisierung erprobten die Autoren die enzymatische Reaktion für die kolorimetrische Glukosebestimmung. Die von ihnen festgestellte Beständigkeit der Invertase gegen Wärme war grösser als die in der Literatur angeführten Werte. Es zeigte sich, dass die Invertase bei der Temperatur von 60 °C durch Pasteurisierungseinheiten nicht vollkommen vernichtet wurde.