

# Provozní zkušenosti s průtokovou pasterací piva

ONDŘEJ POPEL, JIŘÍ HELLER, Ing. VLADIMÍR KONEČNÝ, Západočeské pivovary, n. p., Plzeň

683.461.1-932

Předneseno na XIII. pivovarsko-sladařském semináři v Plzni

Průtokové pasteraci, jako jedné z možných cest zvyšování biologické stability piva, nevěnovali jsme dosud u nás takovou pozornost, jakou si zasluhuje tato poměrně jednoduchá a nenáročná metoda. Oborové ředitelství pivovarů a sladoven v Praze pověřilo proto v rámci akcí technického rozvoje Západočeské pivovary v Plzni provedením ověřovacích zkoušek na průtokovém pastéru vídeňské firmy Fischer, který byl vystaven a později zakoupen na veletrhu v Brně.

Průtoková pasterace jako jedna z metod pasteračních pochodů závisí na teplotě a času, dále však též na množství a druhu škodlivých organismů a jejich odolnosti vůči horkému prostředí. Posledně jmenované vlivy jsou pochopitelně v jednotlivých pivovarech odlišné a jejich přesné určení je prvořadou podmínkou pro správnou volbu nejkratší nutné výdrže optimální teploty, neboť pasterační efekt je limitován požadavkem zachování všech původních znaků jakosti.

V roce 1929 pokládal ještě Schnegg šedesátiminutovou výdrž teploty 65 až 70 °C jako nutnou pro zneškodnění běžných pivních organismů. V dalších letech byla postupně doba i teplota snižována a ustálila se v praxi na době 15 až 20 minut při teplotě asi 60 °C. Toto kritérium, které se stalo „tichou, nepsanou normou“, kritizoval ve své přednášce v roce 1960 Young a dokazoval, že obsahuje jistící faktor v rozpětí 300 až 3 000 %! Kdybychom sestavili přehled požadavků na zneškodňující teplotu a čas různých autorů odborné literatury, obdrželi bychom škálu hodnot značného rozpětí. Uvedeme proto jako informativní příklad hodnoty podle Lundy z publikace Sieblova institutu v Chicagu, které představují přibližně střed výsledků uveřejněných výzkumných prací.

Mikroorganismy v pivě	Zneškodňující teplota při výdrži 15 min °C
Kvasinky	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	50
<i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	50

<i>Saccharomyces pastorianus</i>	50
<i>Hansenula anomala</i>	50
<i>Mycoderma cerevisiae</i>	50
<i>Candida utilis</i>	50
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	54—56
<i>Saccharomyces turbidans</i>	54—56
Baktérie	
<i>Pediococcus pernicius a damnosus</i>	50
<i>Acetobacter viscosum</i>	54—56
<i>Lactobacillus pastorianus</i>	54—56
<i>Lactobacillus lindneri</i>	60

Soustavné zpřesňování potřebných teplot s časovou závislostí vedlo ke snaze vyjádřit pasterační efekt matematicky. Jako podklad byla použita křivka zneškodňujícího účinku pro jednotlivé organismy, jejíž každý bod značil smrtící kritérium pro určitý druh organismů při určité časové a teplotní jednotce. Tato křivka se svým průběhem blížila hyperbole a při nanesení jednotek času v logaritmické závislosti na teplotě probíhala jako přímka. Benjamin zvolil jako základ teplotu 60 °C při časovém působení jedné minuty a tak vznikla jednotka pro měření pasteračního efektu:

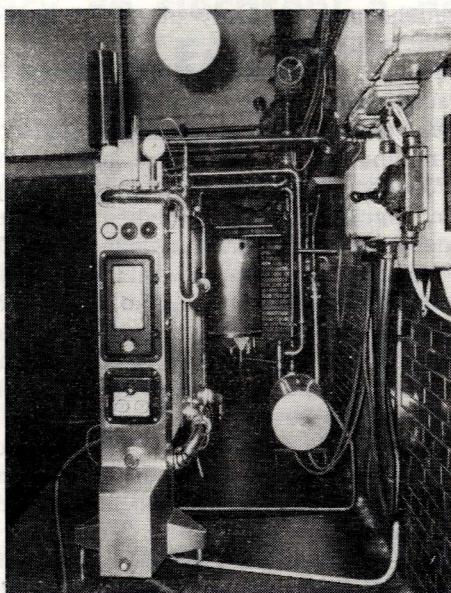
$$1 \text{ PE} = 60^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ min}$$

Má-li se změnit teplota při zachování dosavadního pasteračního efektu, pak se musí pasterační doba násobit faktorem 1,393 pro 1 °C.

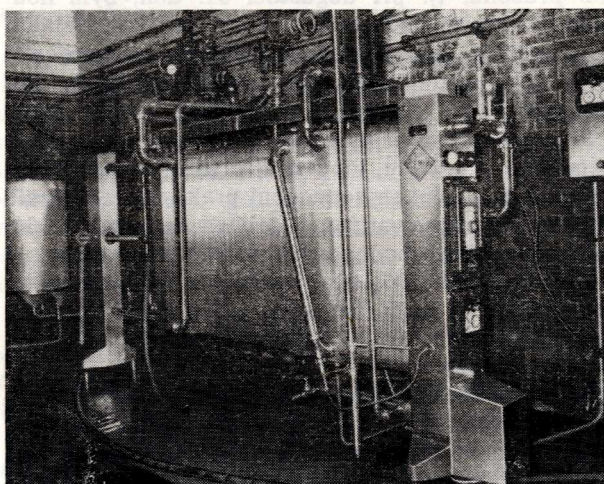
Pro 1 PE platí tato závislost teploty a času:

°C	t/min
60	1
61	0,717
62	0,515
63	0,370
64	0,265
65	0,191
66	0,137
67	0,098
68	0,070
69	0,051
70	0,036
71	0,026
72	0,019
73	0,013
74	0,009
75	0,007





Čelní pohled na průtokový pastér firmy Fischer



Boční pohled na průtokový pastér

Je-li obvyklé při tunelové pasteraci vydržovat  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 20 minut, což znamená dosahovat pasteračního efektu 20 PE, potom přibližně stejný efekt nastává při teplotě  $71\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale při výdrži pouhých 30 sekund. Tento překvapivě nepatrný čas vysvětluje popsaná logaritmická závislost, kdy pro 1 PE při  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  je zapotřebí prodlevy jedné minuty, ale při  $71\text{ }^{\circ}\text{C}$  pouhých 23 tisícín minuty! Této výhody využívá právě průtoková pasterace, která konstrukčně odpovídá volbou výměňkových ploch oblasti teplot kol  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  s výdrží 30 sekund. Takové tepelné pasterační poměry vyžadují naprosto přesnou a spolehlivou regulaci o jemné citlivosti, neboť časově se nastavují tisíce minuty a v teplotě desetiny stupňů. Jako topného média se užila horká voda nebo vakuová pára o teplotě jen o několik stupňů vyšší, než je požadovaná pasterační teplota, aby se snížilo nebezpečí krajně nepříjemných následků pasterace.

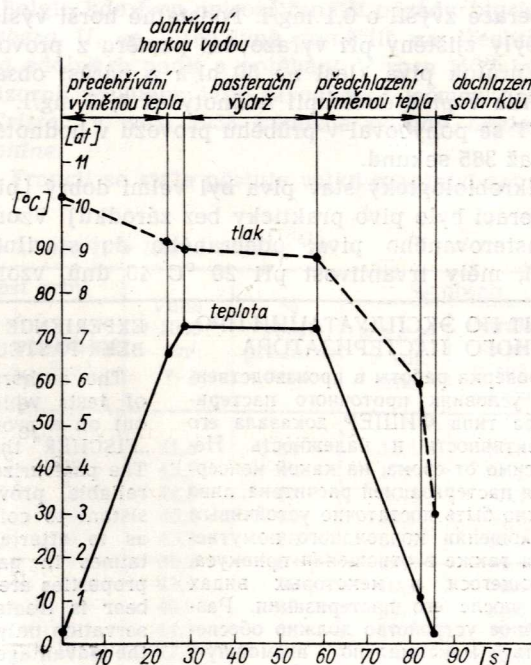
Průtokový pastér firmy Fischer se vyrábí v provedení podobném deskovým aparátům, běžně použí-

vaným v našich mlékárnách. Jeho výkon představuje  $150\text{ hl/h}$ , při spotřebě syté páry  $200\text{ kg}$ ,  $2\text{ m}^3$  vody,  $105\,000\text{ kcal}$  chladu a  $5\text{ m}^3$  vzduchu. Příkon elektřiny pro pивní, horkovodní a solankové čerpadlo obnáší úhrnem  $16\text{ kW}$ .

Celý aparát v provedení z ušlechtilé nerezavějící oceli rozdělují čela a mezikusy na 5 zón, z nichž největší regenerační obsahuje 193 desek. Do tohoto pásma se tlačí pivo teploty  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  čerpadlem od pivních filtrů, aby se ohřálo převzetím tepla z piva tekoucího v protiproudu ze zóny vydržovací na teplotu  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Z regenerační zóny postoupí pivo do ohřívacího pásma s 28 deskami, kde jeho teplota dostoupí pasteračního kritéria  $71\text{ až }72\text{ }^{\circ}\text{C}$  převzetím tepla z cirkulačního okruhu vody teplé  $76\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Následuje vydržovací zóna s 25 deskami. Zde pro krátkost prodlevy nemůže pivo ochladit, a proto v tomto pásmu není topné médium. Po 30 sekundách výdrže se vrátí zpět do zóny regenerační, tentokrát aby se ochladilo ze  $72\text{ }^{\circ}\text{C}$  na  $9\text{ }^{\circ}\text{C}$  tím, že odevzdá své teplo k předehřívání v rozmezí  $2^{\circ}$  až  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Konečnou fází tvoří zóna chladicí, kde na 28 deskách solanka teploty  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  dochladí pivo na původní teplotu  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Průchozí doba celým pastérem trvá 86 sekund, z toho  $2 \times 24$  sekund pro regeneraci, 4 sekundy na ohřev, 30 sekund na pasterační výdrž a 4 sekundy na závěrečné dochlazení.

Samostatnou zónu tvoří pátý úsek, kde sytá pára tlaku  $1,5\text{ at}$  ohřívá cirkulační vodu na 11 deskách na teplotu  $76\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Pivní okruh je dimenzován pro provozní tlak  $8\text{ at}$  s propojením přes čerpadlo na sanitační cirkulaci s nádrží pro mycí a dezinfekční prostředky. Odstavením chladicí zóny, přičemž je nutno vypustit solanku, neboť nastane ohřátí na teplotu  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , získá se deskový ohříváč, takže je možná teplá sanitace i dezinfekce.



Obi. 1. Časový průběh tlaku a teploty v průtokovém pastéru pro pivo s 90% využitím tepelné výměny



Automatická regulace vyžaduje pouze nastavení požadované pasterační a konečné výstupní teploty. V případě výkonového přetížení pastéru otevře pojišťovací ventil obtokovou cestu a pivo pastérem cirkuluje, čímž se ovšem nezdravě překročí pasterační efekt. Zamrznutí piva brání jištění, které při poklesu tlaku odstaví chladicí okruh. Pro spolehlivou funkci automatického ovládání a řízení požaduje výrobce tlakový vzduch, naprosto suchý a čistý, bez tlakových výkyvů. Obsluha je jednoduchá a vyžaduje pouze krátké zaškolení.

#### Provozní ověření průtokového pastéru

K ověření průtokového pastéru bylo použito 12° piva Prazdroj, které se stáčelo přes normální stáčecí aparáty do hliníkových sudů, vyrobených v NDR. Pivo se filtrovalo křemelinovým filtrem Filtrax s nosnými deskami. Poměr křemeliny pro filtraci byl 70 % Hyflo Super Cel a 30 % Filter Cel. Spotřeba křemeliny na 1 hl filtrovaného piva 100 g. Po dobu zkoušek se výkon pastéru pohyboval v rozmezí 120—140 hl/h.

vstupní teplota piva do pastéru	2,5 °C
pasterační teplota	70,0 °C
pasterační tlak	7,3—7,5 at
teplota pasterační vody	72,0 °C
výstupní teplota pasterovaného piva	3,0—3,6 °C
výstupní tlak z pastéru	1,5 at

Při ověřovacím provozu se braly vzorky piva před pasterací i po ní. U odebíraných vzorů se stanovovala teplota, barva v ml 0,1 N J<sub>2</sub>, obsah CO<sub>2</sub> v %, celkový počet mikroorganismů, ITT, obsah rozpuštěného kyslíku v ml/l.

Pasterací se zvýšila barva pasterovaného piva o 0,10 ml 0,1 N J<sub>2</sub>, dále pak v závislosti na teplotě se snížil absolutně obsah CO<sub>2</sub> o 0,008, což odpovídá 1,9 % [v průměru se teplota pasterovaného piva zvýšila o 0,6 °C].

Obsah rozpuštěného kyslíku v pivě se během pasterace zvýšil o 0,1 mg/l. Podstatně horší výsledky byly zjištěny při vyřazování pastéru z provozu, kdy průtok piva klesl na 60 hl/h a nárůst obsahu kyslíku v pivě dostoupil hodnoty až 2,45 mg/l.

ITT se pohyboval v průběhu provozu v hodnotách 337 až 365 sekund.

Mikrobiologický stav piva byl velmi dobrý (před pasterací bylo pivo prakticky bez zárodků). Vzorky nepasterovaného piva, odebraného do sterilních lahví, měly trvanlivost při 20 °C 40 dnů, vzorky

pasterovaného piva vykazaly při 20 °C trvanlivost 250 dnů bez vzniku sedlinky.

Pasterované i nepasterované pivo, stočené do kovových sudů, bylo uloženo ve sklepě při teplotě 7 °C. Piva degustovala stálá degustační komise s účastí minimálně 10 členů. Pro hodnocení bylo použito 75bodového schématu. Celkem bylo provedeno osm degustací, a to prvních 6 degustací asi po 14 dnech a poslední dvě po jednom a půl měsíci. Při degustaci se posuzovaly vzorky piva nepasterovaného a pasterovaného, včetně průzračnosti. Nepasterované pivo bylo při poslední degustaci 79. den hodnoceno jako jiskrné (pro další degustaci nebyly již vzorky, nepočítalo se s delší trvanlivostí než 2 a půl měsíce).

Pivo pasterované, degustované 127 dnů po stočení, bylo v průzračnosti hodnoceno jako jiskrné, po 184. dnu bylo pasterované pivo hodnoceno jako slabě opalizující.

Hodnotíme-li jednotlivé výsledky degustací, pak je patrný vzestup kvality nepasterovaného piva od stočení do 20. dne po stočení. Při další degustaci 38. den po stočení poklesl počet bodů o 1,4. V dalším průběhu, tj. při degustaci 51. den, byla hodnota získaných bodů opět o 1,2 vyšší. Při poslední degustaci 79. den po stočení dosáhlo nepasterované pivo téměř hodnoty získané při degustaci 20. den po stočení.

Pivo pasterované bylo při první degustaci hodnoceno o 1,8 bodu lépe než pivo nepasterované, 20. den po stočení se hodnocení prakticky vyrovnalo s pivem nepasterovaným, v dalších degustacích dosahovalo vyššího hodnocení než pivo nepasterované o 0,2 až 1,4 bodu. Poslední hodnocení pasterovaného piva bylo 66,0 bodu. Je nutno připomenout, že při žádné degustaci nebyla degustujícími shledána pasterační příchutí.

Po zkouškách provedených s průtokovým pastérem je možno říci, že průtokovou pasterací byly získány velmi dobré výsledky. Je však nutné připomenout, že i pro toto krátkodobé tepelné zpracování je nutným předpokladem, aby pivo bylo odolné proti koloidnímu zákalu a proti vzniku pasterační příchuti. Tato otázka nebyla již předmětem provozního ověření pastéru. V závěru je nutné připomenout, že za průtokovou pasterací by mělo plnicí zařízení odpovídat všem požadavkům sterilního plnění, neboť jen tak je možno využít dobrých výsledků průtokové pasterace.