

Ing. TOMÁŠ LEJSEK, CSc., Pivovary a sladovny, státní podnik vědeckotechnických a obchodních služeb, Praha

Klíčová slova: *sladina, vyslazování, mláto, výstřelky, ekonomie vyslazování*

Z technologických důvodů se běžně doporučuje, aby k vyslazení mláta docházelo v co nejkratší době a pokud možno s malým množstvím vody. U jakostních druhů pív se doporučuje vyslazování zastavit již v okamžiku, kdy obsah extraktu ve výstřelcích je 1 % až 1,5 % i více. U konzumních pív pak asi 0,5 % [1].

Kromě ovlivnění jakosti piva je u hloubky vyslazování důležitý vliv na následnou spotřebu tepla při chmelovaru. V poslední době se problematikou rovnováhy mezi cenou energie k odpaření přebytečné vody a cenou využitého extraktu sladu, neboli z tohoto hlediska hraniční hodnotou koncentrace výstřelků, zabýval H. Petersen [2, 3], z jehož metody budeme dále vycházet. Zajímavé je, že doporučení k vyslazování až na 0,5 % extraktu ve výstřelku považuje za poplatné cenám sladu a uhlí kolem roku 1910, kdy si tuto otázku poprvé položil G. Jakob.

Výsledkem úvah o odpařování přebytečné vody při chmelovaru nemůže být pochopitelně ovlivněna doba varu a odpar, které limitují převod hořkých látek do roztoku, vysrážení bílkovin a odstranění nežádoucích těkavých látek, nýbrž zdůvodněna snaha odstranit nepodstatněné výrobní náklady.

Stahování zbytečně řídkých výstřelků do sladiny není ekonomické, náklad na odpaření přebytečné vody během chmelovaru není pak vyrovnán cenou získaného extraktu. Během vyslazování je dosažena koncentrace výstřelku, při které jsou obě výše nákladů v rovnováze a u které, pokud neuvažujeme o jiném využití výstřelků, by mělo vyslazování končit. Nedávné změny velkoobchodních cen sladu, paliv a energií daly podnět k tomu, aby odpověď na otázku o nové opodstatněné hraniční hodnotě extraktu ve výstřelcích byla opět zajímavější.

Výpočet:

K určení hledané hodnoty tedy vyjdeme z rovnováhy hodnot nákladů na palivo a slad,

$$H_p = H_e$$

Hodnota extraktu ve výstřelku se vypočítá:

$$H_e = \frac{c \cdot e}{R_v} \quad [\text{Kčs} \cdot \text{t}^{-1}]$$

kde c je cena sladu [Kčs . t⁻¹],

e — obsah extraktu ve výstřelku [% hm.],

R_v — varní výtěžek [% hm.].

Množství vody, kterou je nutno z výstřelku odpařit k dosažení žádoucí koncentrace mladiny, se rovná

$$M_v = 100 - \left[\frac{e(100 - p)}{p} + e \right] \quad (\text{kg}/100 \text{ kg})$$

Teplo potřebné k ohřevu a odpaření přebytečné vody se pak určí:

$$Q_v = 100 \cdot \Delta t \cdot c_v + \left[100 - \frac{e(100 - p)}{p} - e \right] \cdot r \quad (\text{kJ}/100 \text{ kg})$$

kde p je požadovaná koncentrace mladiny (% hm.),
 c_v — měrné teplo výstřelku (přibližně rovné měrnému teplu vody) ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$),
 r — výparné teplo ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$),
 Δt — rozdíl mezi teplotou sladiny na přítoku do pánve a teplotou varu ($^\circ\text{C}$).

Náklady na palivo, při úvaze o 15% ztrátách v kotli a 10% ztrátách v pánvi jsou:

$$H_p = 1,15 \cdot 1,10 \cdot 10 \cdot Q_v \cdot k_p \quad (\text{Kčs} \cdot \text{t}^{-1})$$

kde k_p je cena paliva (Kčs/kJ) — zanedbávají se další méně podstatné provozní náklady odparu.

Po výpočtu z rovnice $H_p = H_e$ se známými hodnotami $c_v = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, $R_v = 75 \%$, $\Delta t = 30 ^\circ\text{C}$, $r = 2260 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ a následujícím zjednodušením obdržíme vzorec pro hledanou hraniční hodnotu extraktu ve výstřelcích, a to u 12% mladiny:

$$e = \frac{226,3 \cdot k}{17,9 \cdot k + c} \quad (\%)$$

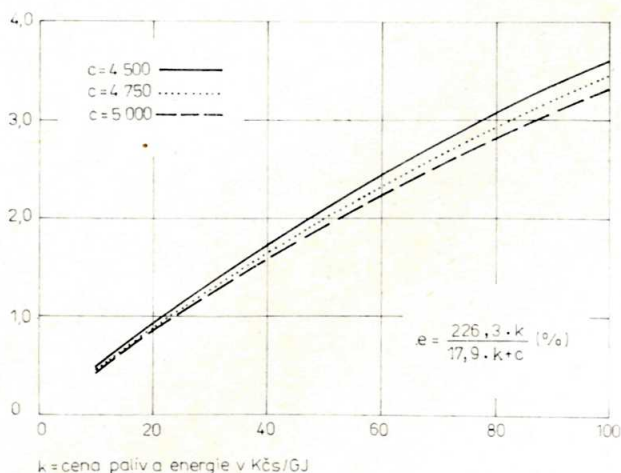
u 10% mladiny:

$$e = \frac{226,3 \cdot k}{21,4 \cdot k + c} \quad (\%)$$

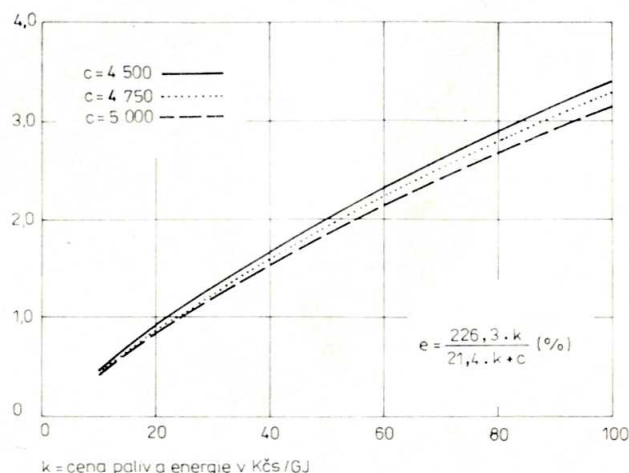
kde cena paliva k se dosazuje v Kčs. $\cdot\text{GJ}^{-1}$ a cena sladu c v Kčs. $\cdot\text{t}^{-1}$.

ZÁVĚR

Okamžitou představu o hraniční hladině extraktu ve výstřelcích dává grafické řešení vzorců uvedených v grafech 1 a 2. Ceny sladu se zde uvažují v úrovních $c = 4500, 4750$ a $5000 \text{ Kčs} \cdot \text{t}^{-1}$, což odpovídá současnému rozsahu cen sladu různých tříd jakosti, nakupovanému i vlastní výroby. Ceny paliv kolísají značně podle dopravních nákladů. V rozsahu použitém v grafech se například hnědé uhlí pohybuje v úrovni 25 až 35 Kčs. $\cdot\text{GJ}^{-1}$, mazut 55 až 65 Kčs. $\cdot\text{GJ}^{-1}$, zemní plyn asi 65



Obr. 1. Hospodárný minimální obsah extraktu ve výstřelcích z hlediska nákladů na odpaření přebytečné vody při výrobě 12% mladiny (c = cena sladu v Kčs. $\cdot\text{t}^{-1}$).



Obr. 2. Modifikace grafu 1 pro 10% mladinu.

Kčs. $\cdot\text{GJ}^{-1}$ a nakupované teplo (pára) 54 až 100 Kčs. $\cdot\text{GJ}^{-1}$.

Využití výstřelků je nutno v každé varně posuzovat zcela samostatně podle druhu otopu a ceny sladu. Z přiložených grafů však vyplývá, že používaný slad ani koncentrace vyráběné mladiny nemají v současných cenových úrovních podstatný význam, ten náleží spíše ceně paliva. Kontrola hraniční hodnoty obsahu extraktu ve výstřelku přispěje u každé varny k správnému řešení úvah o hospodárnosti vyslázování a dalším využití výstřelků. V každém případě se nevyplatí při dnešních cenách vyslázovat na 0,5 % extraktu ve výstřelku či i pod skutečně zjištěnou vyšší hraniční hodnotu, pokud používáme výstřelky pouze k chmelovaru.

Literatura

- [1] HLAVÁČEK F., LHOTSKÝ A.: Pivovarství, SNTL Praha 1972, s. 186
- [2] PETERSEN, H.: Brauereianlagen, Brauwelt Verlag Nürnberg 1987, s. 43
- [3] PETERSEN, H.: Mschr. Brau, 29, 1976, s. 356

Lektoroval Ing. Jan Voborský

Lejsek, T.: Hospodárnost vyslázování mláta. Kvas. prům., 35, 1989, č. 7, s. 199—201.

Využití metody H. Petersena k početnímu a grafickému určení hospodárného minimálního obsahu extraktu ve výstřelcích z hlediska současných nákladů na odpaření přebytečné vody při chmelovaru. Ověření hraniční hodnoty je u každé varny nutným údajem k správnému rozhodnutí o ukončení vyslázování a dalším využití výstřelků.

Лейсек, Т.: Экономия выслаживания дробины. Квас. прум., 35, 1989, № 7, стр. 199—201.

Использование метода Г. Петерсена для расчетного и графического определения экономического минимального содержания экстракта в выщелачиваемом веществе с точки зрения современных затрат на выпаривание избыточной воды при варке охмеленного сусла. Установление предельной величины для каждого варочного цеха является необходимым в целях правильного решения об окончании выслаживания и дальнейшего использования выщелачиваемого экстракта.

Lejsek, T.: Economy of Brewer's Grains Extraction. Kvas. prům., 35, 1989, No. 7, pp 199—201.

The method of H. Petersen for the calculation and the graphical estimation of the minimum extract quantity in brewer's grains from the standpoint of present costs for a water evaporation during wort boiling is described. A verification of the boundary value has to be made in any brewing house. The end of wort boiling can be made only on a base of the above mentioned boundary value.

Lejsek, T.: Wirtschaftlichkeit bei dem Aussüßen der Treber. Kvas. prům., **35**, 1989, Nr. 7, S. 199—201.

Applikation der Methode von H. Petersen zur rechnerischen und graphischen Bestimmung des wirtschaftlichen Minimaextraktgehalts in der Nachgußwürze vom

Standpunkt der gegenwärtigen Kosten der Verdampfung des überflüssigen Wassers während der Würzekochung. Für jedes Sudwerk ist die Überprüfung des Grenzwerts unerläßlich, wenn richtige Entscheidungen über die Beendigung des Aussüßens und Ausnützung des Glattwassers getroffen werden sollen.