

# Ekonomické hvozdění sladu

VÁCLAV VLČEK, Potravinoprojekt Brno

663.43

*V několika člancích, publikovaných již dříve v tomto časopise, byly autorem diskutovány výsledky technologického a ekonomického průzkumu hvozdění sladu, podložené teoretickými rozbory a provozními zkouškami. Týkaly se v podstatě předností a nedostatků způsobů hvozdění na dvoulískových hvozdech, a to tzv. klasického způsobu s odsuškami 2 x 12 hodin proti odsoušení 2 x 24 hodin.*

*Přesto, že výsledky druhého způsobu byly po stránce kvality sladu i po stránce ekonomie výroby jednoznačně příznivé a byly potvrzeny jak provozní praxí, tak i výsledky zkoušek brněnského pracoviště VÚPS, je o jejich správnosti mnohde pochybováno. V tomto příspěvku jsou proto uvedeny konkrétní údaje, dosažené v provozu sladovny Jihomoravských pivovarů n. p. v Brně, kde již celé poslední tři sladovací kampaně, tedy dobu již dostatečně dlouhou pro posouzení dosažených výsledků, používají způsobu odsoušení 2 x 24 hodin. Současně je poukázáno na chyby, kterých se někteří uživatelé tohoto způsobu dopouštějí.*

Jako podkladů byla použita data z měsíčních hlášení jak co do množství vyrobeného sladu, tak i co do množství spotřebované páry k otopu hvozdů, odebírané z veřejné teplárny. Tato pára je měřena samostatným, cejchovaným paroměrem, který slouží jen pro registraci spotřeby páry pro hvozd a jeho údaje jsou občasně interně prověřovány měřením kondenzátů v rozměrné odměrné nádobě na 100 hl obsahu.

Poněvadž teplárna dodává páru o tlaku asi 6 atp, jsou odpočty paroměru násobeny koeficientem 1,05. Tím se dostává přepočtená tzv. normální pára, tj. pára, jejíž jedna tuna má tepelný obsah 640 000 kcal a toto množství je účtováno za cenu 34,— Kčs/t. Pro velkou vzdálenost mezi pivovarem a teplárnou pivovar kondenzáty nevrací. Jejich průměrná teplota činí asi 40 °C.

Jestliže teplárna dodává v některém údobí páru o nižším tlaku, než je garantováno, je tím pochopitelně jak odpočet na paroměru, tak i množství párou dodávaného tepla zkresleno. V tom případě poskytuje teplárna bonifikaci, vyjádřenou jak v množství, tak i v ceně v měsíčních fakturách.

Vzhledem k tomu, že kampaň 1962/63 probíhala, hlavně pokud jde o dodávku páry, za mimořádně těžkých podmínek (mrazová kalamita), ale také proto, že byl již používán pozměněný způsob klíčení ječmene proti dvěma předcházejícím kampaním (podle zlepšovacího návrhu Král - Vlček), kdy klíčící ječmen byl v poslední dny klíčení prosáván v bubnech nevlhčeným vzduchem (tj. byl válečkovan), byl za těchto podmínek nastíraný zelený slad na hvozd podstatně sušší, a tím byla snížena i spotřeba topné energie při hvozdění. Z uvedených dů-

vodů byla tato kampaň vynechána z celkového porovnání, přestože dosahované výsledky byly velmi příznivé.

Pro celkové porovnání jsou tedy brány výsledky dvou sladovacích kampaní, a to 1960/61 a 1961/62, kdy bylo pracováno za normálních a výrobně stejných podmínek.

Váženým průměrem z obou těchto kampaní dostáváme tyto výsledky:

Vyrobeno sladu 89 820,75 q,

spotřebováno 9 697,99 tun normální páry, tj. 108,08 kg normální páry na 100 kg sladu, což přepočteno po 640 kcal na 1 kg normální páry, udává spotřebu tepla na 100 kg sladu 69 171 kcal měřeno v páře.

Předpokládáme-li, že je tato pára vyráběna v parním kotli 75% účinností (kterou výrobci nových kotlů zaručují), činila by kalorická spotřeba 92 228 kcal na 100 kg sladu, měřeno v palivu spotřebovaném pod kotlem.\*]

Je nutno ještě konstatovat, že byl ve všech kampaních vyráběn slad velmi dobré jakosti, s vlhkostí nepřesahující v průměru 4 %, s nízkou barvou a se zcukřením do 10 minut, i při poměrně dlouho udržované dotahovací teplotě. Proti dřívějším letům je příznivější i diastatická mohutnost asi o 20 až 30 jednotek i sladovací výtěžek.

Z uvedených výsledků je patrné, že se dá na našich dvoulískových hvozdech, vytápěných párou

\*] Teoreticky by bylo správnější, kdybychom od tepelného obsahu normální páry odečetli ještě teplo odcházející kondenzátem 40 °C teplým, tj. 40 kcal na každý kg normální páry, neboť využíváme vlastně jen 600 kcal tepla z normální páry a spotřeba tepla by potom byla 64 848 kcal měřeno v páře, resp. 88 464 kcal měřeno ve spáleném uhlí pod kotlem na 100 kg sladu.

nebo jiným způsobem, při odsoušení v turnusech po  $2 \times 24$  hodin vyrobí slad velmi dobré jakosti a s kalorickou spotřebou nižší, než je v literatuře uváděno při jednolískových, vysokovýkonných hvozdech typu Müger, s udávanou spotřebou 95 000 kcal na 100 kg sladu.

V diagramu na obr. 1 jsou graficky vyznačeny spotřeby normální páry na 100 kg sladu v jednotlivých měsících obou kampaní, spolu s průměrnou měsíční teplotou. Z diagramu je zřejmé, jak úzce spolu souvisí teplota venkovního vzduchu se specifickou spotřebou tepla k hvozdní při přibližně stejné relativní vlhkosti venkovního vzduchu. Vynecháme-li měsíce září a červenec, kdy bylo sladováno jen v krátkém období těchto měsíců, shledáváme, že průměrná teplota za 9 zbývajících měsíců sladovacích kampaní byla v r. 1960/61  $7,2^\circ\text{C}$ , v kampani následující jen  $5,6^\circ\text{C}$ , tedy o  $1,6^\circ\text{C}$  nižší, přičemž spotřeba specifického tepla k hvozdní stoupla o 3 116 kcal/100 kg sladu. Samozřejmě, že na výsledek může mít do jisté míry vliv i jiná příčina.

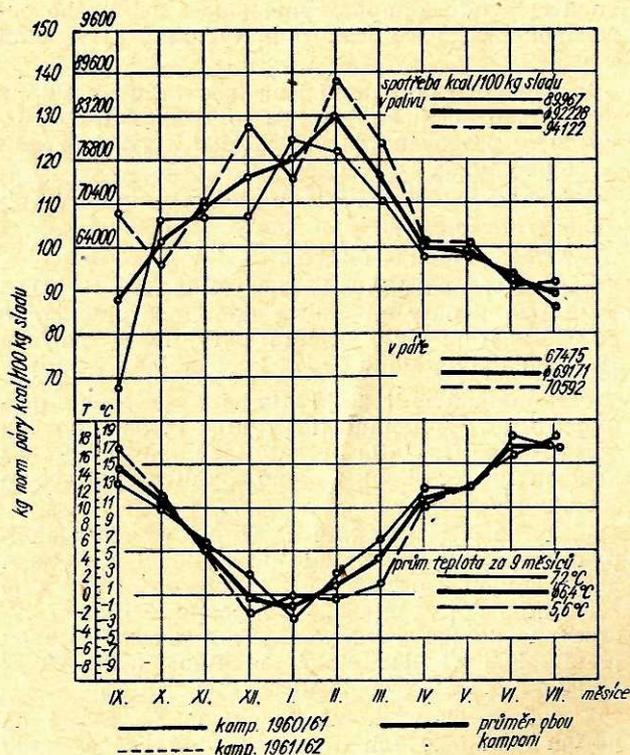
V diagramu je zakreslena ještě průměrná specifická spotřeba tepla v běžném měsíci za obě kampaně, tedy její průměr, a také průměrná teplota za stejný měsíc v obou kampaních.

Velmi zajímavé a jisté instruktivní je rozdělení hvozdní na tyto časové úseky:

Zimní měsíce (12., 1., 2.) s teplotou  $-0,4^\circ\text{C}$  a se spotřebou 122,57 kg n. páry/100 kg sladu,

Podzimní měsíce (11. a 3.) s teplotou  $4,0^\circ\text{C}$  a se spotřebou 113,03 kg n. páry/100 kg sladu,

Teplejší měsíce (10., 4. a 5.) s teplotou  $11,2^\circ\text{C}$  a se spotřebou 99,67 kg n. páry/100 kg sladu,



Obr. 1. Specifické spotřeby tepla k hvozdní 100 kg sladu v jednotlivých měsících kampaně s vyznačením spotřeby v kg norm. páry, resp. v kcal a průměrné teploty venkovního vzduchu

Velmi teplé měsíce (9., 6., 7) s teplotou  $16,5^\circ\text{C}$  a se spotřebou 89,87 kg n. páry/100 kg sladu.

Z tohoto rozdělení lze vidět, že mezi letní spotřebou (při  $16,5^\circ\text{C}$ ) 89,87 kg n. páry a zimní spotřebou ( $-0,4^\circ\text{C}$ ) 122,57 kg je spotřeba páry při rozdílu teplot  $16,9^\circ\text{C}$  vyšší o plných 32,70 kg páry, tj. o 36,4 %. Vyjádřeno v jednotkách tepla činí spotřeba tepla na 100 kg sladu v letních měsících 57 517 kcal měřeno v páře, resp. 76 689 kcal měřeno v topivu pod kotlem, proti zimní spotřebě 78 445 kcal měřeno v páře, resp. 104 593 kcal měřeno v topivu pod kotlem.

Z uvedeného porovnání dále vyplývá, že je iluzorní udávat spotřebu tepla pro jednotku sladu bez udání bližších dat, hlavně však bez udání teploty venkovního vzduchu během hvozdní zkoušky.

Aby nevznikaly podobné nesrovnalosti při každoročních kontrolních sladovacích zkouškách, bylo by správné provádět tyto zkoušky při průměrné denní teplotě asi  $6^\circ\text{C}$ , tj. v dobách pro sladování příznivých, kdy výsledky se přibližují ročnímu průměru.

Jestliže je nutné provádět zkoušky při odlišných teplotách, musí se přepočítat výsledky nejlépe buď na  $6^\circ\text{C}$ , nebo na jinou dohodnutou teplotu, a to tak, že z naměřených hodnot kalorické spotřeby znásobíme rozdíl teplot ve stupních podle Celsia hodnotou 2,15 % z naměřené spotřeby tepla a tuto hodnotu připočteme k zjištěné specifické spotřebě, byla-li teplota při zkoušce vyšší než teplota dohodnutá, nebo naopak odečteme, byla-li teplota při zkoušce nižší. Pro lepší prozření je uveden příklad:

Při provozní zkoušce při průměrné teplotě  $10^\circ\text{C}$  byla zjištěna specifická spotřeba tepla v palivu 105 000 kcal. Rozdíl teplot ( $10-6^\circ\text{C}$ ) 4 násobíme 2,15 % ze 105 000 kcal (tj. 2 257 kcal). Tím obdržíme 9 028 kcal, které připočteme k původním 105 000 kcal a konečný výsledek udává, že bychom při teplotě  $6^\circ\text{C}$  spotřebovali 114 028 kcal na 100 kg sladu.

Teprve takto přepočtené výsledky lze mezi sebou prakticky porovnat, neboť je při nich alespoň částečně eliminován vliv teploty venkovního vzduchu.

Podobné propočty měly by se při přesných měřeních provádět také s ohledem na rozdílné relativní vlhkosti venkovního vzduchu. Zkušenosti však ukazují, že relativní vlhkosti se v našich klimatických poměrech mění jen v malé míře (máme na mysli průměrné měsíční nebo i denní), a tím je jejich vliv v poměru ke vlivu teplot nepoměrně menší a může být při praktických provozních zkouškách zanedbán.

Pro porovnání výsledků dosažených ve dvou kampaních v brněnské sladovně jsou uvedeny ještě výsledky provozních zkoušek ve dvou jiných sladovnách, a to na hvozdech opatřených sklopnými lískami a vytápěných uhlím v topeništi podle inž. Růžičky, tj. vodním pláštěm a taškovými ohřivači. V obou případech byly prováděny zkoušky ve velmi teplém období pracovníky VÚPS v Brně.

Ve sladovně v Olomouci, Nová ulice, byla zaváděna nová metoda hvozdní a porovnávána s klasickým způsobem hvozdní. Při odsoušení

$2 \times 12$  hodin bylo spotřebováno tepla 100 408 kcal a při odsoušení  $2 \times 24$  hodin 72 470 kcal

na 100 kg sladu. Jeví se tudíž úspora na otopné energii 27,82 %. Poněvadž se oba způsoby prováděly při průměrné teplotě venkovního vzduchu  $19,6^\circ\text{C}$ , je nutné podle dříve uvedeného návodu provést přepočet, jakoby se odsoušení dělo při teplotě  $6^\circ\text{C}$ , tj. že

pro  $1^\circ\text{C}$  vychází korelace (2,15 % ze 72 470 kcal) 1 558 kcal,

při rozdílu teplot 13,6 °C (19,6—6,0) 21 189 kcal. Je tudíž přepočtená celková spotřeba tepla 93 658 kcal/100 kg sladu.

Při těchto porovnávacích zkouškách bylo při rozbořech sladů Kolbachovo číslo 39,2 a diastatická mohutnost 241 jednotek, což je proti hvozdění 2×12 hodin o 3,3 u Kolbachova čísla a u diastatické mohutnosti dokonce o 83 jednotek vyšší.

Ve sladovně v Chrudimi byl ověřován jen nový způsob hvozdění, tedy bez porovnání se způsobem dosavadním, a byla při průměrné venkovní teplotě 22,8 °C zjištěna spotřeba tepla 64 366 kcal/100 kg sladu. Průměrnými rozbořby byly konstatovány tyto hodnoty: Kolbachovo číslo 34,9 %, Hartongovo číslo 5,5 a diastatická mohutnost 230 jednotek, což jsou hodnoty s ohledem na vysokou a pro sladování nevhodnou dobu poměrně příznivé.

Obdobným způsobem provedený přepočet, jakoby hvozdění probíhalo při 6 °C, poskytuje hodnotu spotřeby tepla 87 617 kcal. U obou případů se přibližuje přepočtená spotřeba tepla na 100 kg sladu 93 658 kcal, resp. 87 617 kcal průměrné spotřebě konstatované ve sladovně v Brně, tj. 92 228 kcal, měřené v topivu spáleném pod kotlem.

Některé podniky uvádějí, že při novém způsobu odsoušení nedosahují předpokládanou 20% úsporu na palivu, nýbrž jen asi poloviční. Současně však potvrzují, že slad na horní lísce během odsoušení 3 až 5krát obrací. Je samozřejmé, že tímto odlišným a chybným způsobem nemohou dosáhnout plného výsledku!

Aby nedocházelo k nesprávné, popř. nevhodné aplikaci nového způsobu hvozdění 2×24 hodin, je třeba dodržovat především tyto hlavní zásady:

1. Neobracet slad po urovnání povrchu na horní lísce vůbec! Každým obracením sladu na horní lísce se nezbytně snižuje ekonomie topení. Lze se přesvědčit zkouškou, že jakost sladu neobracením na horní lísce neutrpí.

2. Omezit obracení sladu na dolní lísce na nejmenší míru. Obracet slad na dolní lísce teprve tehdy, až je slad suchý, tedy až při dotahování.

3. Není účelné odsoušet slad na horní lísce až na vlhkost 8 až 10 %, jak to vyžaduje odsoušení 2×12 hodin. Postačí dosoušet na 14 až 16 %, ovšem s podmínkou, že dosoušení na dolní lísce bude probíhat z počátku při nízkých teplotách asi 50 °C.

4. Je bezpodmínečně nutné řídit se teplotami pod dolní liskou a nikdy ne jen teplotou mezi liskami. Teplota mezi liskami je důležitým znakem pomocným, kterého lze dosáhnout, a to hlavně při dotahování, správnou gradací teplot pod dolní liskou a správným tahem hvozdu. Nekontrolované vysoké teploty pod dolní liskou ničí podstatně kvalitu sladu!

5. Řídí-li se těmito směrnici, zjistí se, že teploty horní lísky stoupají jen povlně a že se vlastně slad při celkem obvyklých teplotách valečkuje. Nutno počítat s tím, že se slad při tomto valečkování doluštíje a podle toho se musí zkrátit vedení na humně nebo klíčení v jiných sladovadlech, jinak se dostává slad přelůštěný.

6. Je nezbytně nutné, aby průstup vzduchu hvozdem byl úměrný. Nesmí být nedostatečný, nemá však být ani nadměrný.

Došlo do redakce 1. 11. 1963.

#### ЭКОНОМНАЯ СУШКА СОЛОДА

Автор анализирует результаты двух производств на одной крупной солодовне и отмечает экономические преимущества разработанного им метода сушки 2×24 часа. Приводятся принцип и особенности предложенной технологии. При помощи диаграммы показывается зависимость между расходом тепловой энергии на сушку солода и температурой внешнего воздуха. Для обеспечения сравнимости автор рекомендует приводить все тепловые расчеты к температуре внешнего воздуха 6 °C. Объясняется методика такого пересчета.

#### WIRTSCHAFTLICHES MALZDARREN

Der Autor beweist anhand der Ergebnisse aus einer Mälzerei in zwei Kampagnen den ökonomischen Vorteil der von ihm empfohlenen Darrarbeit im Zyklus 2 × 24 Stunden. Die Grundsätze des Verfahrens werden erwähnt. Es wird auf Diagrammen auf den engen Zusammenhang zwischen dem Wärmeenergieverbrauch bei dem Darren und der Aussenlufttemperatur hingewiesen. Für bessere Vergleichbarkeit empfiehlt der Autor die Umrechnung der erzielten Werte des Wärmeverbrauchs nach einer vorgeschlagenen Methode so, wie wenn das Darren bei einer durchschnittlichen Aussenlufttemperatur von 6 °C verlief.

#### ECONOMICAL MALT DRYING METHOD

Analysing the results of two malting seasons, as reported by one big maltery, the author demonstrates the advantages of the new malt drying method, elaborated by him and based on the process lasting 2×24 hours. The method is briefly described and its specific features underlined. Diagrams are used to show the relationship between the consumption of thermal energy required for malt drying and outer temperature. To enable comparison all the data concerning thermal efficiency, heat consumption etc. should be related to the same basic temperature of outer atmosphere, i. e. 6 °C.