

Využití laboratorních údajů k řízení výroby

Ing. JAROSLAV PESLER, Ing. JIŘÍ ŠROGL, Západočeské pivovary, n. p., Plzeň

Předneseno na XIX. Pivovarsko-sladařském semináři v Plzni 10. 11. 1978

Pivo je složitou fyzikálně chemickou soustavou ko-
loidního charakteru. Jeho výroba prochází souborem
biochemických procesů, jejichž mechanismus je postup-
ně objasňován tak, jak proniká vědecký výzkum. Bio-
chemické pochody, jako je například výroba mladiny
ve varně, hlavní kvašení ve spilce a dokvašování v le-
žáckém sklepě, řídíme tak, jak jsme se naučili zkuše-
ností a vědeckými poznatky. Protože však náročnost
na kvalitu finálního výrobku stoupá, vzrůstají zpětně
i požadavky na úroveň řízení těchto procesů.

Nabízíme proto odborné pivovarské veřejnosti něko-
lik námětů provozně ověřených, které bychom rádi do-
poručili k uplatnění ve výrobě.

Abychom mohli předvídat některé obtíže a správně
jim čelit vhodnou úpravou technologického postupu,
hledali jsme potřebné analytické údaje v laboratoři.
Začínáme s použitou surovinou — sladem, a to jak z vý-
roby, tak při zpracování a pokračujeme analýzou vy-
ráběné mladiny (obr. 1).

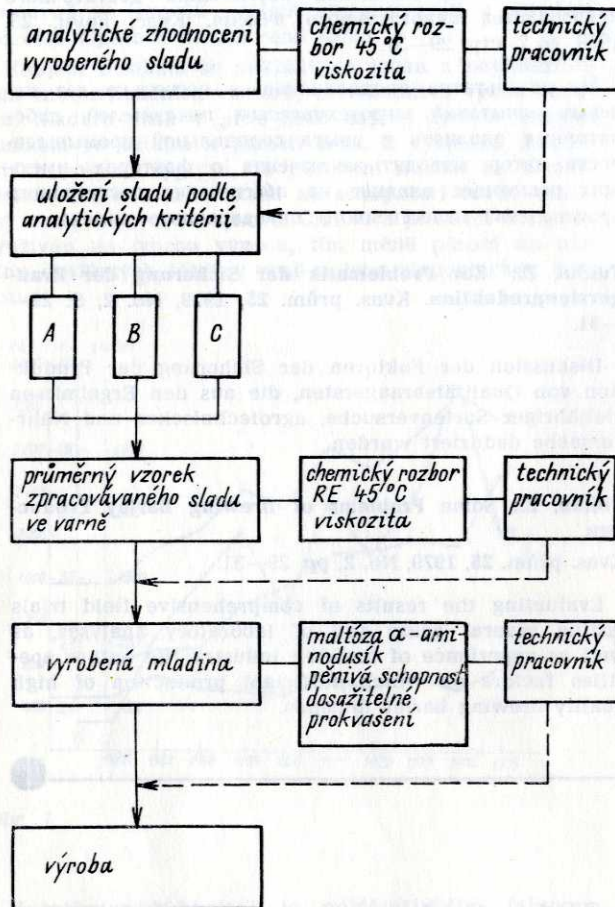
Vyráběný slad analyzujeme běžnou konvenční meto-
dou spolu se stanovením RE 45 °C a podle výsledků jej
zařazujeme do tří skupin. Kritéria hodnocení jsme si
sami zvolili a vyráběný slad zařazený podle nich uklá-
dáme odděleně na půdy nebo do sil. Při zpracování sla-

du ve varně pak volíme potřebné paritní zastoupení sla-
du jednotlivých skupin jakosti.

Zpracovávaný slad analyzujeme jako průměrný vzorek
namíchaného sladu. Technologické závislosti jsme hle-
dali v kongresní sladině. Bohužel dosažitelné prokva-
šení kongresní sladině nedává výsledky, které by
umožnily zodpovědně vyslovit patřičné závěry, a to pro-
to, že skutečná skladba sypání na výrobu mladiny je
změněna charakterem surogace. Proto jsme se oriento-
vali na analytické výsledky získané z vyrobené mla-
diny.

Maltóza je jednou z rozhodujících složek určujících
průběh hlavního kvašení a dokvašování. Její množství
lze regulovat ve varně, avšak teprve výraznou prodle-
vou nejméně 30 minut při teplotě 60 až 62 °C. Při zpra-
cování špatně rozluštěných sladů jsme museli dodržet
prodlevy až 60 minut, abychom zajistili normální prů-
běh hlavního kvašení. Problémy s prokvašováním ve
spilce můžeme již očekávat při zpracovávání sladů
s RE 45 °C pod 28 %. Optimální hodnota maltózy, sta-
novené jako redukující cukry, u 10% mladiny se v na-
ších podmínkách pohybuje v mezích 65 až 69 g maltó-
zy/100 g extraktu. Analyticky stanovovat redukující
cukry — maltózu není třeba denně nebo týdně, nýbrž

lze doporučit při začátku zpracovávání například nového sladu, partie sladu a podobně. Rozhodně však při každé anomálii v průběhu kvašení.



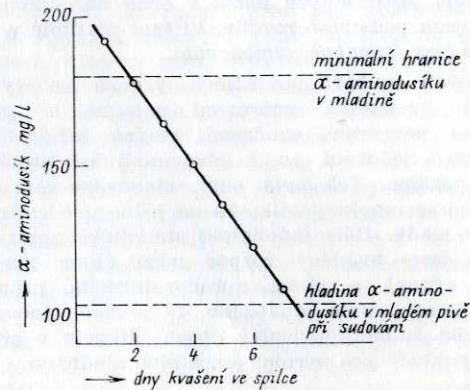
Obr. 1. Schéma získávání a používání analytických údajů provozní laboratoře

α -Aminodusík vlastně představuje dusík uvolněný z polypeptidové vazby bílkovin. Stanoví se jako aminokyseliny, které jsou v α -poloze vzhledem ke karboxylu. Jeho množství napovídá o míře rozštěpení bílkovin a možnosti asimilace kvasinkami. Problematikou α -aminodusíku se zabývala řada autorů jak zahraničních, tak našich, z nichž uvádíme Annemüllera, Pollocka, Pfenningera, Basařovou a Kahlera [1, 2, 3, 4].

Protože jsme si provozně ověřili důležitost α -aminodusíku na průběh hlavního kvašení, zaměřili jsme se na možnost zvyšovat jeho obsah v mladině. Minimální hranice α -aminodusíku v 10% mladině je 180 mg/l. S nižším obsahem α -aminodusíku v zespílané mladině kvasnice pomalu prokvašují a poměrně rychle sedimentují. S obtížemi se dosáhne zdánlivého prokvašení ve spilce 60 % [např. zvýšením teploty].

Vycházeli jsme zde ze známých skutečností, z prací uvedených autorů a musíme konstatovat, že se nám nepodařilo kromě úprav sypání zvýšit obsah α -aminodusíku ve vyrobené mladině změnou technologického postupu. Hodnota α -aminodusíku v 10% mladině je patrna z obr. 2, kde jsou přiřazeny údaje α -aminodusíku v sudovaném pivě. Obdobně to platí pro 12% mladiny a sudované pivo z nich vyrobené. Snížení hladiny α -aminodusíku během hlavního kvašení představuje téměř konstantní hodnotu obdobně jako je zbytková koncentrace α -aminodusíku v sudovaném pivě. Ze získaných poznatků plynou tyto závěry:

1. průměrná spotřeba α -aminodusíku kvasinkami za jeden den při hlavním kvašení se pohybuje mezi 12 až 16 mg/l, podle teploty kvasící mladiny;
2. pokles obsahu α -aminodusíku v 10% mladině pod hranici 180 mg/l výrazně zhoršuje průběh hlavního kvašení a dokvašování;
3. horní hranice obsahu α -aminodusíku není sice přesně ohraničena, zdá se však, že hodnota vyšší než 230 mg/l nezrychlí u 10% mladiny průběh hlavního kvašení, respektive dokvašování, avšak mohou se projevit nežádoucí chuťové změny v hotovém pivě.



Obr. 2. Asimilace α -aminodusíku kvasinkami při hlavním kvašení ve spilce

O stanovení α -aminodusíku platí podobný názor, jako jsme vyslovili o stanovení maltózy, to znamená stanovení doporučujeme při změně partie sladů, při přechodu na slady z nové kampaně, popřípadě sklízně ječmene a podobně. Vlastní stanovení není složité, je však bohužel náročné na přístrojovou techniku.

Pěnivá schopnost stanovená v mladině je jedním z velmi zajímavých kritérií. V naší provozní laboratoři sledujeme déle než jeden rok jedenkrát týdně pěnivou schopnost vyráběných mladin podle metody Rose a Clarka upravené Šroglem a pěnivost hotových piv stejnou metodou z posuzovaných mladin.

Za tuto dobu lze říci, že

— hodnota pěnivé schopnosti u 10% mladiny by neměla poklesnout pod 180 až 200 jednotek. Při zachování správného technologického postupu v další fázi výroby můžeme pak očekávat pěnivost u hotového piva 105 až 115 jednotek. Tento údaj představuje v našich podmínkách dobrou pěnivost;

— pěnivá schopnost ve vztahu k RE 45°C ukazuje na skutečnost, že hůře rozluštěné slady dávají mladiny a pak i piva s vyšší pěnivostí. Slabě rozluštěné slady zřejmě obsahují jistý podíl β -glukanů, které spolu s bílkovinami příznivě ovlivňují pěnivost piva.

Dosažitelné prokvašení sledujeme v pravidelném vzorku mladiny, podle vyráběného typu piva. Dosažitelné prokvašení mladiny bezprostředně naznačuje budoucí průběh hlavního kvašení ve spilce a upozorňuje, jaká teplota má být volena při řízení kvašení ve spilce, aby se dosáhlo požadovaného prokvašení.

Pro řízení hlavního kvašení a dokvašování bychom zde chtěli upozornit na vztah dosažitelného a zdánlivého stupně prokvašení. Vliv rozdílu dosažitelného a zdánlivého stupně prokvašení na trvanlivost piva je všeobecně znám. Méně je však známo, že vyšší dosažitelné prokvašení zhoršuje trvanlivost pění a je tedy třeba volit správný rozdíl mezi zdánlivým a dosažitelným stupněm prokvašení případ od případu podle místních podmínek a zkušeností.

Stanovení viskozity se začalo v pivovarství šíře uplatňovat teprve v posledních letech. Ponechali jsme si na konec našeho pojednání některé poznatky z této oblasti.

Začali jsme se viskozitou zabývat právě proto, že se

a) snadno a rychle stanovuje, to znamená změřit se čas průtoku kapilárou Ostwaldova viskozimetru spolu s hmotností měřené kapaliny a výsledky se dosadí do vztahu

$$\frac{\rho t}{\tau} = \frac{\rho_0 t_0}{\tau_0}$$

$$\tau = \rho t \frac{\tau_0}{\rho_0 t_0}$$

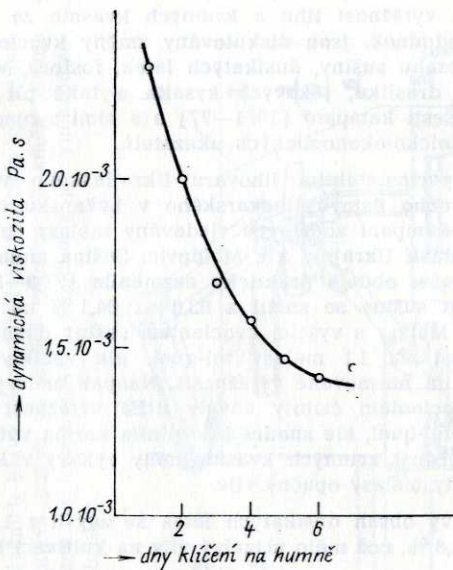
$$\tau = \rho t K$$

kde $K = \frac{\tau_0}{\rho_0 t_0}$

- ρ je hmotnost zkoušené kapaliny,
- t — čas průtoku kapilárou zkoušené kapaliny,
- τ — viskozita zkoušené kapaliny,
- ρ_0 — hmotnost srovnávací kapaliny — vody,
- t_0 — čas průtoku kapilárou srovnávací kapaliny — vody,
- ρ_0 — viskozita srovnávací kapaliny — vody.

b) dává zajímavé pohledy na kvalitu sladu a domníváme se, že podle ní lze předem předvídat průběh scezování ve varně, popřípadě filtrovatelnost piva a v neposlední řadě i pěnivost hotového piva.

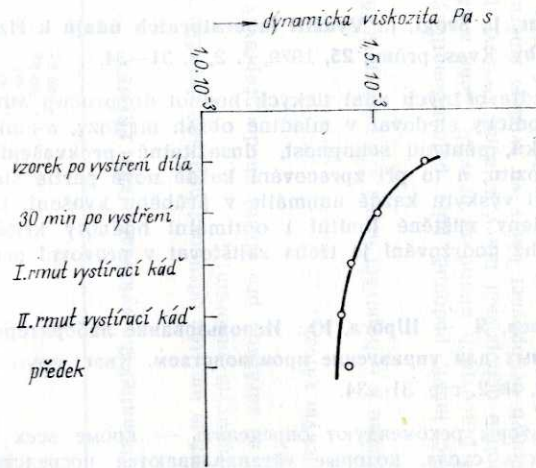
Zajímali jsme se o průběh viskozity během klíčení na humnové sladovně při výrobě sladu. Výsledky jsou přímo školní ukázkou štěpení β -glukanů endo- β -glukanázami, jak je ostatně patrné z tab. 1 a obr. 3.



Obr. 3. Štěpení β -glukanů při klíčení ječmene na humnech

Tabulka 1

1. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$2,33 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
2. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$2,00 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
3. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$1,69 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
4. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$1,58 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
5. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$1,46 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
6. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$1,41 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
7. den klíčení viskozita kongresní sladiny	$1,44 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$



Obr. 4. Průběh viskozity při rmutování ve varně

Tabulka 2

	Viskozita*)
vzorek po vystření dila	$1,65 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
30 min po vystření	$1,51 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
I. rmut — vystírací kád	$1,43 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
II. rmut — vystírací kád	$1,40 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
předeek	$1,42 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

*) viskozita přepočítaná na hodnotu kongresní sladinky

Neméně zajímavý je průběh viskozity během rmutování při výrobě 10% mladiny. Hodnoty viskozity jsou uvedeny v tabulce 2 a na obr. 4.

Praxí je podložena známá zkušenost, že se ve varně lépe zpracuje odležený slad. Domnívali jsme se proto, že se zde může projevit vliv pozvolného štěpení skupiny gumovitých látek (β -glukanů) β -glukanázami. Dlouhodobě jsme sledovali vzorek vyrobeného sladu při skladování z hlediska viskozity a dospěli jsme k závěru, že se viskozita po celou dobu skladování nemění.

Tento poznatek koresponduje se závěry Mannerse a Marschalla, kteří zjistili, že obsah endo- β -glukanáz na konci hvozďení klesá téměř k nule.

Sledováním viskozity kongresní sladiny z vyráběného sladu ve vztahu k RE 45 °C se nám nepodařilo nalézt přímou závislost; změny viskozity jsme však zjistili ve sladince ze stanovení RE 80 °C, které jsou ve shodě s prací Bellmera [6].

V předložených poznámkách nebyly vysloveny žádné převratné názory. Chtěli jsme pouze nabídnout postřehy k uvážlivému zpřesnění a usměrnění technologie piva. Článek doplňujeme ještě praktickým příkladem:

Začaly se nám projevovat provozní potíže s prokvašováním ve spilce a ve sklepě. Všechna uváděná kritéria (maltóza, α -aminodusík, dosažitelné prokvašení) vykazovala optimální hodnoty, chyběl však potřebný kyslík pro správný start kvasinek. Přejeme si, aby podobný start se správně projevil také v naší práci.

Literatura

- [1] ANNEMÜLLER, Kvasný průmysl **23**, 1977, s. 217—222.
- [2] POLLOCK et al., Brauwissenschaft **24**, 1971, s. 158, PFENNINGER et al., Brauwissenschaft **26**, 1973, s. 101—108
- [3] BASAŘOVÁ et al., Kvasný průmysl **18**, 1972, s. 145
- [4] KAHLER, Závěrečná zpráva VÚPS 11/A/15 1975
- [5] MANNERS et al., J. Inst. Brewing, **75**, 1969, s. 250
- [6] BELLMER, Brauwissenschaft **27**, 1974, s. 215—222

Pesler, J., Šrogl, J.: Využití laboratorních údajů k řízení výroby. Kvas. prům., 25, 1979, č. 2, s. 31—34.

Vedle běžných analytických hodnot doporučují autoři periodicky sledovat v mladině obsah maltózy, α -aminodusíku, pěnovou schopnost, dosažitelné prokvašení a viskozitu, a to při zpracování každé nové partie sladu a při výskytu každé anomálie v průběhu kvašení. Jsou uvedeny zjištěné limitní i optimální hodnoty kritérií, jejichž dodržování je třeba zajišťovat v provozní praxi.

Песлер, Я. — Шрогл, Ю.: Использование лабораторных данных для управление производством. Квас. прум. 25, 1979, № 2, стр. 31—34.

Авторы рекомендуют определять — кроме всех тех свойств сусла, которые устанавливаются посредством обычно введенных лабораторных анализов — также содержание в нем мальтозы, α -аминного азота, далее пентворную способность, вязкость и достижимую конечную степень сбраживания. Все перечисленные анализы необходимо производить, как только варя получит новую партию солода, а также при обнаружении ненормальностей в ходе сбраживания сусла. В статье приведены предельные и оптимальные значения критериев, какие следует в пивоваренном производстве поддерживать.

Pesler, J. - Šrogl, J.: Data of Laboratory Analyses Can Contribute to Efficient Production Management.

Kvas. prům. 25, 1979, No. 2, pp. 31—34.

The authors recommend to introduce a wider range of laboratory analyses covering not only principal wort components, but also — and quite regularly — concentration of maltose and α -amino nitrogen, frothing quality, attenuation degree and viscosity. Every new batch of malt requires a new series of analyses. Any kind of anomaly in the fermentation process must be also immediately explained through analyses. Limit and optimum values of deciding criteria, which must be maintained in brewing process are specified to give guidelines to brewers.

Pesler, J. - Šrogl, J.: Anwendung der Labordaten zur Produktionsleitung.

Kvas. prům. 25, 1979, No. 2, S. 31—34.

Neben den geläufigen analytischen Werten empfehlen die Autoren in der Würze den Gehalt der Maltose, des α -Aminostickstoffs, das Schaumvermögen, die erreichbare Vergärung und die Viskosität periodisch zu verfolgen, und zwar bei Verarbeitung jeder neuen Malzpartie und bei dem Vorkommen jeder Anomalie im Gärungsverlauf. Es werden die Grenz- und Optimalwerte der Kriterien angeführt, deren Einhaltung in der Betriebspraxis gesichert werden muß.