

## Vliv teploty na tvorbu těkavých látek

Ing. MIROSLAV KAHLER, CSc., Ing. MICHAELA POLEDNÍKOVÁ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

683.45 547.913  
547.52

Pivo, kromě hlavních metabolitů, obsahuje ještě značný počet sloučenin s nízkou koncentrací, které jsou také produkty kvašení mladiny. Tvoří v pívě důležitou složku, protože udělují pívu typickou chuť a vůni. Účinek těchto jednotlivých sloučenin je poněkud odlišný od výsledného účinku všech aromatických látek přítomných v pívě. Vyvážený vzájemný poměr se snadno poruší nevhodnými technologickými zásahy nebo složením surovin. Mimořádnou důležitost má však použitý kmen kvasnic. Aby se mohly usměrnit chuťové vlastnosti piva při kvašení, je důležité studovat biochemické pochody ve vztahu k látkové výměně a základním technologickým činitelům.

V našich pivovarech se většinou používá postupu, označovaného jako klasický způsob kvašení. Hlavním požadavkem je studené vedení ve spílce a dlouhá doba ležení při nízké teplotě. Časová náročnost tohoto způsobu je hlavní překážkou plnění plánu v letním období v pivovarech, kde je nedostatečná kapacita spílky nebo ležáckého sklepa. Běžným zásahem k vyrovnání rozdílu mezi plánem a výrobní možností je nedodržení technologického postupu a nutnost pracovat při vyšších teplotách. Z praxe je známo, jak nepříznivě působí vyšší teplota při klasickém způsobu na jakost piva.

V jedné části výzkumného úkolu se sledoval vliv teploty na kvantitativní složení některých aromatických látek. Pro pokusy se zvolil rozsah tří teplot, a to 7, 10 a 13 °C. Teplota se udržovala po celou dobu kvašení na uvedených hodnotách automaticky, regulačním obvodem. Práce v prvním úseku se zaměřila výhradně na hlavní kvašení. Složení mladiny bylo pro všechny pokusy stejné a k zakvašování se vybral provozně osvědčený kmen kvasnic. Obsah těkavých látek se hodnotil plynovou chromatografií.

První skupinou sledovaných aromatických látek byly vyšší alkoholy. Jejich obsah je dosti citlivým ukazatelem chuťových vlastností piva, i když není mezi nimi přímá závislost. Tvorbu vyšších alkoholů podporuje intenzivní růst kvasnic, popř. jejich vyšší koncentrace v mladině. Největší podíl z celového množství připadá na isoamylalkohol, v průměru asi 50 %. Druhou podstatnou složkou je isobutylalkohol. Ostatní alkoholy, isopropylalkohol, propylalkohol, butylalkohol a hexylalkohol se vyskytují jen v malém množství nebo některé nejsou vůbec zastoupeny. K těmto sloučeninám se musí zahrnout ještě aromatické alkoholy, které i při nepatrné koncentraci mají značný vliv na chuť piva. Typickou příchutí po starých kvasnicích lze organolepicky zjistit při koncentraci tryptofolu okolo 1 mg/l. Tyrosol při koncentracích nad 4 mg/l způsobuje fenolovou vůni a  $\beta$ -fenyletanol výrazně aromatickou. Při našich pokusech se zjistilo, že koncentrace  $\beta$ -fenyletanolu a isobutanolu se měnily se

stoupající teplotou jen nepatrně. Celkové množství vyšších alkoholů včetně aromatických se postupně zvyšovalo se stoupající teplotou a největší přírůstky připadly na isoamylalkohol. U ostatních alkoholů byl vzestup mírný. Hodnoty zjištěné při uvedených teplotách jsou v tabulce 1.

Tabulka 1. Vyšší a aromatické alkoholy v mladých pivech

Teplota °C	mg/l
7	75,5
10	84,3
13	97,4

Průměrný obsah těchto sloučenin v různých pivech se pohybuje v rozmezí od 78 do 85 mg/l. Rozsah se může podstatně zvýšit, jestliže je vysoká surogace cukrem. Při náhradě asi 22 % dosahuje přírůstek až  $\frac{1}{3}$  původní hodnoty.

Estery, které byly zahrnuty do druhé skupiny, vznikají na začátku kvašení a již 3. den po zakvašení dosahují maximálních hodnot. Tvorba je značně závislá na složení mladiny. Hlavní podíl připadá na octan etylnatý, a to asi jedna třetina z celkového množství. Přírůstky esterů nebyly tak výrazné jako u vyšších alkoholů. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Estery v mladých pivech

Teplota °C	mg/l
7	16,6
10	19,3
13	25,6

Ze sedmi sledovaných esterů neměla stoupající teplota vliv na změnu koncentrace u octanu metylnatého, u octanu butylnatého a u octanu  $\beta$ -fenylnatého. U zbývajících esterů (octan etylnatý, octan isobutylnatý, mravenčan isobutylnatý, octan isoamylnatý) byl zaznamenán vzestup. Průměrné hodnoty u výčepních pív jsou v rozsahu 18 až 22 mg/l. Při vyšším obsahu má pivo ovocnou vůni a drsnou chuť. Největší vliv se připisuje isoamylacetátu, avšak jeho limitní koncentrace má poměrně široké rozmezí.

Další pozornost při pokusech se zaměřila na tvorbu nižších mastných kyselin. Také tyto sloučeniny se tvoří prakticky jen při hlavním kvašení. Přímý jejich vliv na chuť piva nebyl zatím prokázán, avšak mohou působit nepříznivě na trvanlivost pění. Pěnivost piva se sníží, jestliže koncentrace kyseliny kapronové přesáhne hodnotu 20 mg/l. U kyseliny kaprinové je tato hraniční hodnota nižší a odpovídá 10 mg/l a u kyseliny kaprylové pouze 4 mg/l. Rychlost tvorby kyselin se blíží rychlosti vzniku vyšších alkoholů. Nadměrné provzdušnění



mladiny, nebo protahování v pozdějším stadiu kvašení podporuje tvorbu mastných kyselin a vede k poklesu pH hodnot. Znamená to, že se tvoří převážně kyseliny s vyšším počtem uhlíků v molekule ( $C_4 - C_{10}$ ). Účinek teploty se neprojevil výrazně v celkovém množství, nýbrž změnami u jednotlivých kyselin. Zřetelnější přírůstek byl u octové a valerové kyseliny. Obsah mastných kyselin se zdá být více závislý na složení výchozí mladiny než na rozsahu teplot, který se použil při pokusech. Získané výsledky jsou v tabulce 3.

Tabulka 3. Nižší mastné kyseliny v mladých pivech

Teplota °C	mg/l
7	32,1
10	35,9
13	36,8

Z karbonylových látek byl vyhodnocen pouze diacetyl, protože k posouzení celého chromatogramu nebyly k dispozici potřebné standardy. Se stoupající teplotou se zvyšovala i koncentrace diacetylu, avšak ke konci kvašení nastal vždy určitý pokles. Intenzivní začátek kvašení podporuje sice tvorbu diacetylu, konečné množství je závislé na použitém kmenu kvasnic. U našich pív bývá koncentrace di-

acetylu vyšší asi o 0,1 mg/l, než jakou uvádí zahraniční literatura pro limitní hodnotu. Průměrné hodnoty se pohybují okolo 0,34 mg/l. Silnějším provzdušněním při sudování se může značně zvýšit obsah diacetylu v pivech. Toto nebezpečí vzniká při separaci mladého piva.

Z výsledků vyplývá, že nepříznivý vliv teploty při stacionárním kvašení v otevřených kádích se projevuje při teplotách nad 11 °C. Využití teploty jako intenzifikačního zásahu je možné jen při dodržení určitých technologických opatření, která vedou k eliminaci jejího nepříznivého účinku na chuť piva.

#### Literatura

- [1] ARKIMA, V.: Mschr. für Brauerei, **18**, 1935: 121
- [2] ARKIMA, V.: Mschr. für Brauerei, **21**, 1968: 25
- [3] ERKIMA, V.: EBC-Proc. 1969: 507
- [4] ÄYRÄPÄÄ, T.: J. Inst. Brew. **74**, 1968: 169
- [5] BÄRWALD G.: Brauwelt, **107**, 1967: 1560
- [6] DREWS, B. - SPECHT H. - TRÉNEL, G.: Der Einfluss der Gärbedingungen und Lagerzeit auf den Gehalt des Biers an Acetoin, Diacetyl, Pentadion-2,3 und Butadiol-2,3
- [7] DREWS, B. - BÄRWALD, G. - NIEFIN, H. J.: Mschr. Brauerei **21**, 1938: 98
- [8] HASHIMOTO, N. - KUROIWA, Y.: Gas Chromatographic Studie on Volatile Alcohols and Esters of Beer
- [9] KUNITAKE, N.: Brewing Science **9**, 1963: 1
- [10] NORDSTRÖM, K.: J. Inst. Brew. **70**, 1964: 233
- [11] NORDSTRÖM, K.: Brew. Digest **40**, 1965: č. 11,60