

Ing. Jiří CUŘÍN — Ing. Vladimír ČERNOHORSKÝ — Ing. Jan ŠTICHAUER, Pokusné a vývojové středisko, Pivovary a sladovny, oborové ředitelství, Praha

## 1. Úvod

Pro surovinovou skladbu, používanou v současné době k výrobě piva, je charakteristický vysoký podíl cukru. Jak jsme již svého času referovali [1], způsobuje surogace cukrem výrazný odklon od klasického složení mladiny. Nejmarkantnější je v tomto směru především nárůst zkvasitelného podílu extraktu mladiny. Přes vysoký obsah zkvasitelných látek v mladinách surogovaných cukrem, se však v praxi někdy setkáváme s pomalým průběhem hlavaňho kvašení i dokvašování, majícím za následek nejen provozní potíže, nýbrž i zhoršenou kvalitu finálního výrobku. Kromě změny smyslového charakteru [2] jde především o relativně nízké prokvašení finálního výrobku (analyticky vyjádřené vysokým rozdílem mezi zdánlivým a dosažitelným stupněm prokvašení), snižující biologickou trvanlivost.

Pomalý průběh kvašení cukrem vysoce surogovaných mladin vysvětlují sládcí zpravidla špatným stavem várečných kvasnic či jinými technologickými závadami. V řadě případů je toto vysvětlení bezesporu namístě. Setkali jsme se však i s nemalým počtem případů, kde takové vysvětlení neobstojí, neboť stejnými várečnými kvasnicemi zakvašená mladina jiné kvality prokvašovala normálně. Důvod pomalého kvašení cukrem vysoce surogovaných mladin je proto nutno v těchto případech hledat v nepříznivém složení mladiny.

Kromě nárůstu zkvasitelného podílu extraktu mladiny způsobuje surogace cukrem i pokles obsahu všech frakcí dusíkatých látek. Z hlediska průběhu kvašení mají význam ty dusíkaté frakce mladiny, které kvašinky asimilují. Jde především o obsah aminokyselin a v menší míře i peptidů [3]. Obsah asimilovatelného dusíku v mladině surogované cukrem je kromě výše surogace dán především kvalitou svařovaného sladu. Kombinuje-li se svařování špatně rozluštěného sladu s vysokou surogací cukrem, vznikají všechny předpoklady k tomu, aby obsah

asimilovatelného dusíku v mladině byl nižší, než je nutné pro zajištění normálního průběhu kvašení.

## 2. Minimální obsah aminodusíku v mladině

Minimálním obsahem aminokyselin, resp. aminodusíku v mladině, který je nezbytný pro zajištění normálního průběhu kvašení, se v poslední době zabývala řada autorů. Tak Yoshida [4] uvádí, že pro dobrý průběh kvašení by mladina neměla obsahovat méně než 140 mg  $\alpha$ -aminodusíku na 1 l. Enari a spolupracovníci [5] došli při svých zkouškách k hodnotě 100 mg  $\alpha$ -aminodusíku na 1 l 11 % mladiny. Kloppper [6] považuje za minimálně únosný obsah  $\alpha$ -aminodusíku v mladině 20 mg na 1 a 1 % sušiny. Přitom nižší obsah  $\alpha$ -aminodusíku v mladině, než je nezbytné minimum, sniží podle Enariho a spolupracovníků [4] rychlost kvašení, kdežto přebytek  $\alpha$ -aminodusíku v mladině nepůsobí žádné značnější změny.

Údaje jednotlivých autorů o konkrétním kritickém obsahu aminodusíku v mladině se navzájem liší. Vyplyvá to jednak z rozdílných podmínek, za nichž prováděli svá zjištění (složení mladiny, typ kvasnic apod.), jednak z rozdílných analytických metod, kterých použili ke zjištění obsahu aminodusíku. Jednotlivé analytické metody, používané ke stanovení aminodusíku, jsou různě specifické, takže se získávají různé číselné hodnoty.

## 3. Experimentální část

Vliv úrovně aminodusíku na průběh kvašení lze sledovat z různých hledisek. Vzhledem k tomu, že nedostatek aminodusíku v mladinách je v současné době aktuální otázkou pivovarské výroby, rozhodli jsme se tento problém sledovat především z hlediska praktických důsledků v technologii a z hlediska opatření směřujících k nápravě. Jako první, a z tohoto hlediska nejdůležitější, je otázka, v jakém rozmezí se v našich podmínkách pohybuje minimální potřebná hranice aminodusíku v mladině



Tabulka 1. Výsledky kvasných zkoušek

Složení mladiny:								
Stupňovitost	% hmot.	10,10	10,10	10,12	10,10	10,10	10,05	10,03
Celkový dusík	mg/100 g	59,7	53,8	46,6	39,8	30,1	29,0	15,3
Aminodusík	mg/l	336	298	241	203	185	152	85
Skutečné dosažitelné prokvašení	%	65,1	67,5	69,9	72,5	77,5	79,9	87,4
Průměrný denní odkvas	% hmot.	0,93	1,02	1,12	1,11	0,98	0,84	0,80
Výtěžnost kvasnic	g	694	702	758	702	588	423	300
Obsah kvasničných buněk po hlavním kvašení	g suš./l	0,215	0,267	0,239	0,256	0,255	0,357	0,366
pH mladého piva v 5. dnu hlavního kvašení		4,45	4,21	4,15	4,03	3,95	3,91	3,93

a jaký je rozsah anomálií v průběhu kvašení, jestliže se minimální hladina aminodusíku v mladině nedodrží.

Abychom mohli na tuto otázku odpovědět, uskutečnili jsme několik sérií čtvrtprovozních kvasných zkoušek s mladinami s různým obsahem aminodusíku, zakvašenými jednak kvasnicemi Smíchov, jednak kvasnicemi Holešovice. Pro stanovení aminodusíku v mladině jsme zvolili ninhydrinovou metodu v úpravě uváděné Batesonem [7]. Různé úrovně aminodusíku jsme dosáhli mícháním 10 % sladové mladiny s převařeným a příslušně chmeleným roztokem cukru stejné stupňovitosti. Zvláštní pozornost jsme při tom věnovali provzdušnění mladiny, abychom tak zajistili optimální podmínky pro pomnožení kvasnic.

Kvasné zkoušky ukázaly, že zřetelné zpomalení hlavního kvašení nastává při poklesu obsahu aminodusíku na hranici 150 až 180 mg/l; první náznaky v tomto směru se však již mohou projevit při snížení obsahu aminodusíku asi na 200 mg/l. Výsledky jedné z kvasných zkoušek jsou uvedeny v tab. 1. V prvních čtyřech řádcích jsou uvedeny údaje, charakterizující jakost použité 10 % mladiny, a to stupňovitost, celkový dusík, aminodusík a skutečné dosažitelné prokvašení mladiny. Skutečného dosažitelného prokvašení namísto obvykle používaného zdánlivého dosažitelného prokvašení jsme zde použili proto, že při vyšších surogacích cukrem není zdánlivé dosažitelné prokvašení dostatečně instruktivním ukazatelem kvality mladiny. V dalších řádcích tabulky je uveden průměrný denní odkvas vyjádřený v procentech hmotnostních, výtěžnost kvasnic, která je uváděna celkovou vahou sebraných kvasnic z 1 kvasné kádinky, obsah kvasničných buněk po skončení hlavního kvašení a pH mladého piva po 5. dnu hlavního kvašení.

Z tabulky je zřejmé, že v uvedené sérii kvasných zkoušek stoupala rychlost kvašení s nárůstem surogace sacharózou až do obsahu 240 mg aminodusíku v 1 litru mladiny a skutečného dosažitelného prokvašení 77 %. Při poklesu obsahu aminodusíku v mladině na úroveň 200 mg/l již nastávala přes další nárůst zkvasitelného extraktu v mladině stagnace průměrné rychlosti kvašení, resp. její mírný pokles. Další pokles obsahu aminodusíku pak měl za následek stále výraznější zpomalení průběhu hlavního kvašení, které při 85 mg/l aminodusíku v mladině dosáhlo ve srovnání s úrovní 298 mg/l plných 0,4 % hmot. na den. Při srovnání průměrných denních odkvasů je si třeba uvědomit, že v praxi u nás již není srovnávacím kritériem mladina sladová, nýbrž mladina surogovaná cukrem, obsahující dostatečné množství aminodusíku. V našem případě by to byla asi mladina se skutečným dosažitelným prokvašením v rozmezí asi 70 až 75 %.

Použijeme-li k zakvašení mladiny s nízkým obsahem aminodusíku nižší dávku kvasnic než se běžně používá, potom se situace výrazně zhorší. Zatímco v mladině s dostatečným obsahem aminodusíku se kvasnice množí a kvašení se po určité prodlevě zrychlí, kvašení na aminodusík chudé mladiny trvale probíhá neuspokojivě. S tímto případem se v praxi můžeme setkat tehdy, jestliže k zakvašení použijeme příliš řídkých várečných kvasnic

nebo kvasnic s velkým procentem mrtvých buněk anebo jestliže z nedostatku várečných kvasnic jejich dávku úmyslně snížíme.

Z uskutečněných kvasných zkoušek dále vyplynulo, že vliv hladiny aminodusíku v mladině na průběh kvašení nemalou měrou závisí i na typu kvasnic a počtu jejich nasazení, resp. na jejich fyziologickém stavu. Porovnáme-li mezi sebou ke zkouškám použité kvasnice Smíchov a kvasnice Holešovice, potom kvasnice Holešovice je podle našich zkoušek nutno hodnotit jako citlivější na pokles hladiny aminodusíku v mladině než kvasnice Smíchov. Jestliže např. při použití 3krát provozně nasazených kvasnic Smíchov nastalo snížení rychlosti hlavního kvašení až při poklesu hladiny aminodusíku v mladině pod 150 mg/l, u 3krát provozně nasazených kvasnic Holešovice ke zpomalení rychlosti hlavního kvašení došlo již při obsahu aminodusíku v mladině v rozmezí 150 až 180 mg/l. Konfrontace kvasnic téhož typu, avšak s různým počtem nasazení dále ukázala, že jak již bylo řečeno, citlivost kvasnic na pokles obsahu aminodusíku v mladině roste s počtem nasazení. Například u kvasnic Smíchov 3krát provozně nasazených se projevil pokles rychlosti hlavního kvašení teprve při úrovni aminodusíku pod 150 mg/l, při aplikaci téhož typu kvasnic, avšak 7krát nasazených, již při obsahu aminodusíku pohybujícím se mezi 200 až 240 mg/l.

Zajímavé výsledky poskytlo dále sledování výtěžnosti kvasnic. Základní tendence byla ve všech případech shodná a je patrna z příkladu, který je uveden v tabulce. Pokud je obsah aminodusíku v mladině dostatečný, potom výtěžnost kvasnic s nárůstem surogace cukrem roste. S poklesem obsahu aminodusíku pod určitou hranici však nejprve pomalu a poté prudce klesá. Tento pokles nastává při stejném obsahu aminodusíku v mladině, při kterém se také zpomaluje hlavní kvašení. Pokles výtěžnosti kvasnic vyplývá zřejmě ze dvou příčin. První je prosté snížení intenzity pomnožování kvasnic, způsobené nedostatkem dusíkatých živin. Druhou je zhoršení sedimentace kvasnic. Při zjišťování množství kvasnic v suspenzi ke konci hlavního kvašení jsme zjistili, že při poklesu obsahu aminodusíku v mladině pod uvedenou kritickou hranici 150 až 180 mg/l toto množství prudce stoupá. Při nízkých obsazích aminodusíku v mladině se dokonce kvasnice objevují i v dekách.

Obdobné vztahy jako při hlavním kvašení platí i při dokvašování. Nízký obsah aminodusíku v mladině se projeví pomalým průběhem dokvašování a finální výrobek vykazuje vysoký rozdíl mezi zdánlivým a dosažitelným stupněm prokvašení. Situace zde však opět závisí na typu kvasnic a nemalý význam má i technologie, resp. doba ležení.

#### 4. Závěr

Základním problémem rozhodujícím o využitelnosti výsledku zkoušek je otázka reálnosti čtvrtprovozně modelovaných podmínek v praxi. Jinak řečeno jde o to, zda se v naší současné pivovarské výrobě můžeme opravdu setkat s mladinami, obsahujícími 150 až 200 mg aminodusíku na 1 litr. Údaj se vztahuje na stanovení obsahu aminodusíku ninhydrinovou metodou. Na základě šetření



kteří jsme v tomto směru provedli, je třeba na tuto otázku odpovědět kladně. Zatímco např. normální nesurogovaná 10 % mladina obsahuje zpravidla kolem 300 mg aminodusíku na 1 litr, při zpracování méně kvalitního sladu a při vysoké surogaci cukrem obsahuje vyrobená mladina často kolem 200 mg/l a lze se setkat i s úrovní nižší. Přitom obsah aminodusíku v mladině v jednotlivých za sebou následujících várkách často značně kolísá, zřejmě v závislosti na nedostatečné homogenitě sladu. Zbývá proto pouze navrhnout řešení takto vzniklé situace.

Odstranění všech popsanych anomálií v průběhu kvašení mladiny lze dosáhnout pouze jediným základním zásahem, a to zvýšením obsahu aminodusíku v mladině. Jednou z možných cest je změna ve skladbě svařovaných základních surovin. Jako maximálně únosnou hranici surogace cukrem z hlediska smyslové kvality finálního výrobku jsme svého času při zpracování sladu běžné kvality doporučili 15 až 18 % v přepočtu na standardní slad [11]. V posuzované souvislosti to znamená (z hlediska průběhu kvašení mladiny), že je třeba surogaci cukrem omezit natolik, aby obsah aminodusíku v 10 % mladině byl vždy vyšší než asi 200 mg na 1 litr, stanoveno ninhydrinovou metodou. Úměrně vysoký obsah aminodusíku je třeba zajistit i ve 12 % mladinách. Je třeba si však uvědomit, že dodržení zmíněné úrovně aminodusíku nezaleží výhradně na výši surogace cukrem, nýbrž i na kvalitě svařovaného sladu. Je proto velmi žádoucí zvýšit kvalitu sladu, především pak stupeň degradace bílkovinných komponent. Jak je všeobecně známo, má v tomto směru velmi negativní dopad intenzifikace výroby charakterizovaná teplým vedením hromad. V analýze sladu se nízké rozštěpení bílkovin projevuje nižším RE 45 °C a nižší hodnotou Kolbachova čísla.

Svařovaný slad je třeba rovněž dobře homogenizovat, aby se zabránilo kolísání jakosti mladiny. Při svařování nekvalitních sladů lze situaci zlepšit mícháním s kvalitními slady.

Jestliže nelze snížit výši surogace cukrem náhradou sladem, potom je třeba cukr nahradit škrobnatým surogátem. Při náhradě cukru škrobnatým surogátem je však třeba z hlediska výsledného obsahu aminodusíku v mladině mít vždy na zřeteli, že i v tomto případě nastává určitý pokles dusíkatých komponent. Surogace škrobnatými surogáty odstraní sice řadu nežádoucích vlivů surogace cukrem, je jí však třeba kombinovat se svařováním alespoň kvalitou průměrných sladů.

Na závěr je třeba se ještě zmínit o možnostech odstranění nepříznivých důsledků nízkého obsahu aminodusíku bez změny skladby sypaní. Nejradikálnějším a současně jediným plně vyhovujícím řešením je za těchto podmínek svařování kvalitního vysoce rozluštěného sladu. Všechny ostatní zásahy potom představují pouze řešení dílčí. Například obsah aminodusíku lze v mladině zvýšit podpořením proteolýzy při rmutování zařazením vhodné prodlevy. Tento zásah má ze známých důvodů pouze značně omezenou účinnost, při větším deficitu aminodusíku v mladině však může mít i takové zvýšení jeho obsahu význam. Další možnost představuje použití vhodného typu kvasnic méně citlivého na snížení hladiny aminodusíku či zlepšení fyziologického stavu varemých kvasnic snížením počtu jejich nasazení. Kladně se projeví i použití vyšší dávky kvasnic v rozmezí 1,5 až dvojnásobku normálního množství.

## Literatura

- [1] ČUŘÍN, J. - ŠTICHAUER, J.: Kvasný průmysl, 16, 1970, č. 12, s. 289

- [2] ČUŘÍN, J.: Dosud nepublikovaný materiál  
[3] HLAVÁČEK, F. - LHOTSKÝ, A.: Pivovarství, SNTL Praha 1966  
[4] YOSHIDA, T.: Rept. Res. Lab. Kirin Brewery CO, 1968, č. 11, s. 77  
[5] ENARI, T. M. - LINKO, M. - LIOSA, M. - MAKINEN, V.: Technical Quarterly, 7, 1970, č. 4, s. 237  
[6] KLOPPER, W. J.: Brauwelt, 109, 1969, č. 40, s. 753  
[7] BATESON, J. B.: J. Inst. Brew., 76, 1970, č. 2, s. 150

Цуржин, Ю. — Черногорски, В. — Штихауэр, Я.: Влияние замены солода сахаром на ход брожения. Квас. прум. 19, 1973, № 4, 73—75

Если при применении недостаточно мелко молотого солода его значительная часть заменяется сахаром, то может случиться, что содержание аминного азота в сусле снизится до уровня, не обеспечивающего нормального хода ферментации. Недостаток аминного азота сильно замедляет как главное брожение, так и дображивание, ухудшает седиментацию и препятствует полному использованию сбраживающей способности дрожжей. При низком содержании аминного азота дрожжи появляются в деке. В конечном продукте обнаруживается разница между кажущейся и достижимой степе- нями ферментации. Все перечисленные аномалии заметны, как только содержание аминного азота — при его определении нингидриновым методом снизится до менее чем 200 мг в 1 л 10° сусла. Значительное влияние на ход ферментации оказывают метод закваски и вид дрожжей.

Čuřín, J. - Černohorský, V. - Štichauer, J.: Effects of Sugar Substituting Malt Upon The Fermentation Process. Kvas. prum. 19, 1973, No. 4, 73—75

If a substantial part of roughly crushed malt grist is substituted with sugar, the surrogate may reduce the proportion of amino nitrogen in wort to the level prohibiting normal fermentation. The low percentage of amino nitrogen slows down both main fermentation and afterfermentation, deteriorates sedimentation and makes impossible full utilization of fermenting power of yeast. Whenever the percentage of amino nitrogen is too low, yeast appears in cover. There is a marked difference between the apparent and attainable degrees of fermentation. All the mentioned irregularities emerge, if the amount of amino nitrogen — determined by ninhydrin method — is lower than 200 mg per 1 l of 10° wort. The sort of yeast and seeding method affects the fermentation, too.

Čuřín, J. - Černohorský, V. - Štichauer, J.: Einfluss der Verwendung von Zucker als Malzsurrogat auf den Verlauf der Gärung. Kvas. prum. 19, 1973, Nr 4, 73—75

Wenn bei Verarbeitung ungenügend aufgelöster Malze höhere Malzanteile durch Zucker ersetzt werden, kann der Gehalt des Aminostickstoffs in der Würze soweit absinken, dass die Gärung anomal verläuft. Der Aminostickstoffmangel macht sich am markantesten in der Verlangsamung der Haupt- und Nachgärung, in der verschlechterten Sedimentation und Heferausbeute bemerkbar. Bei niedrigem Aminostickstoffgehalt der Würze kommt die Hefe auch in den Gärdecken vor. Das Endprodukt weist dann eine höhere Differenz zwischen dem scheinbaren und erreichbaren Vergärungsgrad auf. Alle angeführten Anomalien werden beim Absinken des mittels Ninhydrinmethode bestimmten Aminostickstoffgehaltes unter etwa 200 mg/l 10° Würze festgestellt. Es kommt auch auf den Typ (Stamm) der Betriebshefe und darauf, wievielmals die Hefe geführt wurde, an.