

# Nové analytické metody v pivovarském průmyslu

Ing. G. BASAŘOVÁ, CSc, Ing. I. ČERNÁ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

663.4 : 543  
663.41 : 543

## Úvod

V posledních pěti letech se uplatňují moderní biochemické metody i ve výzkumu a kontrole pivovarského průmyslu. Ve VÚPS se zabýváme vypracováváním a aplikací metod, které umožňují exaktní posouzení klasického výrobního postupu a případných rozdílů při zavádění moderních technologií ve výrobě piva. V první řadě jsme se zaměřili na nové metody, které umožňují hlubší studium změn dusíkatých látek. V předkládaném sdělení se zabýváme podmínkami namrazování a sublimačního sušení pivovarských vzorků, izolací bílkovin na CM Sephadexu a analýzou aminokyselin na automatickém analyzátoru.

## Sublimační sušení — lyofilizace

Sublimační sušení je šetrný konzervační postup, který se používá jednak v lékařství a farmacii, jednak v potravinářském průmyslu. Rehydrataci

lyofilizovaných produktů se získá znovu výchozí materiál v plné biologické hodnotě [1]. Proti ostatním metodám konzervace a koncentrace má sublimační sušení řadu předností. Tímto způsobem se může konzervovat řada citlivých látek, jako např. vitamíny, hormony [2], enzymy [3] apod.

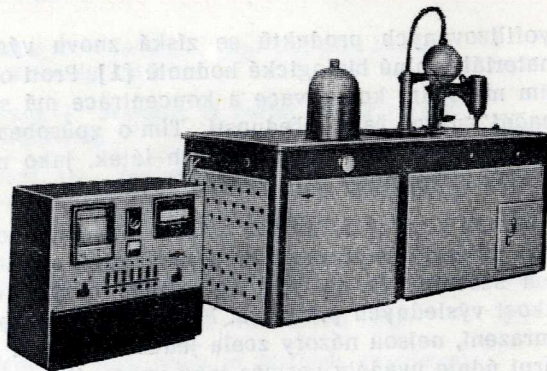
Jednou z nejdůležitějších otázek sublimačního sušení potravin je zmrazování vzorků před sublimačním sušením. Je na něm do značné míry závislá jakost výsledných produktů. Pokud se týká teploty zmrazení, nejsou názory zcela jednotné. Starší literární údaje uváděly vesměs jako vyhovující teploty nižší než  $-7^{\circ}\text{C}$  [4]. V poslední době se však stále snižuje doporučená hranice. Snahou je, aby co největší podíl vody se přeměnil v ledovou krystalickou formu, neboť zbytek vody zůstane v tekuté formě a odsušuje se přímým odpařováním z tekuté fáze. Rolfe [5] uvádí, že by se měla teoreticky zmrazit i veškerá voda. To však není prakticky



možné, a proto je třeba přijmout kompromis, tj. teplotu  $-10^{\circ}\text{C}$ , při níž však zůstane ještě 16 % vody v tekuté fázi. Avšak při této teplotě je síce vyšší rehydratace, ale nenastává vyšší vaznost vody; lepší jakosti se dosáhne při  $-18^{\circ}\text{C}$ . Deatherge a Hamm [6] považují mrazení i při  $-15^{\circ}\text{C}$  za pomalé. Podle nich se při zmrazení na  $-55^{\circ}\text{C}$  dosahuje vyšší vaznosti vody. Naproti tomu Smithies [7] tvrdí, že rychlé zmrazení (při  $-55^{\circ}\text{C}$ ) dává produkt s pomalejší rehydratací než při  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Při sušení je nutno dodržovat: a) teplotu v ledové vrstvě a jí odpovídající tlak v sublimační komoře, b) teplotu v suché vrstvě zvláště po skončení odsublimování pevné fáze vody, tzn. dosušování produktu odpařováním tekuté fáze vody. Během této druhé fáze se mohou za vyšších teplot poškodit různé složky sušených potravin, a to zvláště, když ještě obsahují vyšší vlhkost (nad 2 % vody).

Také v ČSSR byla věnována v předcházejících letech velká pozornost sublimačnímu sušení potravin [8, 9, 10]. Ovšem převážně jak v zahraničí, tak i u nás, se práce zaměřují na potravinářské výrobky, jako maso, zeleninu, hotová jídla a mléčné výrobky. O používání lyofilizace pro zpracování piva anebo jen pro přípravu vzorků piva k analytickým účelům zprávy v dostupné literatuře jsou velmi řídké. V Itálii např. v roce 1934 měla být zahájena výroba piva značky Instant [11], a to tzv. postupem AFD. Tento nápoj se označuje jako pivo neprávem, protože neobsahuje alkohol. Při zkouškách poloproduktů přípravy lyofilizované mladiny a piva, které jsme konali ve VÚPS v minulých letech [12], se ukázalo, že pro provozní účely je tento postup příliš drahý a zřejmě proto v pivovarnství, kde se jedná o odstranění asi 85 až 90 % vody, se způsob koncentrace a konzervace lyofilizací neuplatnil v širším provozním měřítku. Tento způsob zahuštění a konzervace je velmi vhodný pro přípravu vzorků k dalším speciálním analýzám, ať již k chromatografickým dělením na kolonách, nebo pro analýzy v různých automatických analyzátoch. Dále dává lyofilizace možnost uchovat vzorky z různých zkoušek po dlouhou dobu.



Obr. 1

V našich podmínkách jsme hledali nejpříznivější a účelný program namrazování a lyofilizace pro vzorky sladiny, mladiny a piva. K tomuto účelu máme ve VÚPS k dispozici lyofilizační zařízení československé výroby, typ UZBL-1, výrobek n. p.

Chepos Frigera Kolín. Přístroj lze používat k nízko-tepelné frakcionaci, namrazování vzorků, lyofilizaci, uskladnění vzorků při teplotě  $-35^{\circ}\text{C}$  a k chlazení odstředivek, popř. jiných přístrojů (obr. 1).

#### a) Namrazování vzorků určených k lyofilizaci

Pro namrazování vzorků v infúzních lahvích obsahu 500 ml uvádí firemní literatura tyto podmínky:

při teplotě výchozího produktu  $+5^{\circ}\text{C}$  je možné v lázni  $-50^{\circ}\text{C}$  namrazit 4 láhve s náplní 250 ml za dobu 30 minut. Teplota produktu po ukončení namrazování se pohybuje okolo  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Zjistili jsme, že prakticky nelze tyto podmínky splnit. Láhve s namrazovaným vzorkem jsou umístěny v otáčecím zařízení ve vodorovné poloze. Je-li objem vzorku v láhvi 500 ml větší než 200 ml, částečně se vylévá a tím vznikají ztráty. Vzorky se namrazují v otevřených lahvích, protože do jedné láhve ze série, která se bude společně sušit, je nutné zamrazit registrační teploměr.

Dále jsme v namrazovací lázni dosáhli minimální teploty, jen  $-35^{\circ}\text{C}$ , která byla pro namrazování pivovarských vzorků dostačující. Na stejnou teplotu je stabilně vychlazen i box, ve kterém se před vlastním nasazením lyofilizace předchlazuje koš pro umístění vzorků a topné dno. Podmínky namrazování sladiny, mladiny a piva jsou prakticky stejné a doby potřebné k namrazování, které jsme zjistili při různé teplotě lázně a odlišném objemu vzorků, dokumentuje tabulka 1.

Tabulka 1. Podmínky pro namrazování vzorků sladiny, mladiny a piva

Objem vzorku v ml	Teplota vzorku před namrazováním $^{\circ}\text{C}$	Teplota namrazovací lázně $^{\circ}\text{C}$	Doba potřebná k namrazení v minutách*
100	7	$-15$	25
150	7	$-15$	30
200	7	$-15$	50
100	7	$-20$	20
150	7	$-20$	25
200	7	$-20$	30
100	7	$-35$	10
150	7	$-35$	20
200	7	$-35$	25

\* Doba je stejná pro sladiny, mladiny i piva. U sladiny a mladiny se může počítat se zkrácením o 2 až 4 minuty proti udané zaokrouhlené hodnotě.

V soulase s literárními odkazy [7] jsme zjistili, že při nižších teplotách namrazování  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $-20^{\circ}\text{C}$  byly lyofilizované vzorky sypké a rychle rozpustné. Sušina lyofilizovaných vzorků namrazených při  $-35^{\circ}\text{C}$  byla tvrdá a pomaleji rozpustná.

#### b) Sublimace a sušení

Ve firemní literatuře se uvádí, že celková doba lyofilizace nepřesahuje 24 hodin a zbytková voda je menší než 1 %. Teplota topného dna se může nastavit až do  $100^{\circ}\text{C}$ . Je však nutné po odsublimování pevné vody včas nastavit nižší teplotu pro vlastní dosušování kapalné vody.

V praxi se nám ukázalo, že uváděné parametry, které určuje výrobní podnik na základě zkoušek



s mlékem, nelze aplikovat pro sladiny, mladiny a piva.

Nejdříve jsme zkoušeli lyofilizovat vzorky při konstantně nastavené teplotě topného dna 35 a 45 °C. Jak vyplývá z tabulky 2, je při těchto teplotách doba sušení příliš dlouhá, a to při 35 °C 48 hodin a při 45 °C 24 hodin. Při tom vlastní sublimace při 35 °C probíhala 30 až 35 hodin a sušení 18, minimálně 13 hodin. Konec sušení se stanovuje 4 hodiny po dosažení neměnné hodnoty teploty produktu, která pro přístroj je stanovena 22,5 °C. Při teplotě 45 °C vlastní sublimace byla 16 hodin, sušení 8 hodin.

Tabulka 2. Podmínky pro sublimační sušení vzorků sladiny, mladiny a piva

Objem vzorku v ml	Nastavená teplota topného dna °C	Konečná teplota kondenzačního hadu — °C	Konečná teplota produktu °C	Vakuum $\mu$ mHg	Doba lyofilizace h	Voda %
100	35	—50	22,5	140	48	4,2
150	35	—50	22,5	140	48	4,5
100	45	—50	22,5	170	28	3,5
150	45	—50	22,5	170	28	3,8
100	60/8 h 35/10 h	—52	22,5	200	18	3,5
150	60/8 h 35/10 h	—52	22,5	200	18	3,8

Pro účelnou lyofilizaci pivovarských tekutin bez vlivu na původní složení sušiny vzorků jsme stanovili na přístroji UZBL 1 tyto podmínky:

8 hodin — při nastavení teploty topného dna 60 °C,

10 hodin — při teplotě topného dna 35 °C.

Po 8 hodinách sušení vzorků sladiny a piva při 60 °C nastane zvýšení teploty produktu, které registruje konec sublimace a zapíná se teplota 35 °C. Konečná teplota produktu je 22,5 °C, kondenzačního hadu — 52 °C, vakuum 200  $\mu$ mHg.

Základní podmínky zjištěné při lyofilizaci našich vzorků jsou v tabulce 2. Hodnoty obsahu vody jsou nepřesné. Voda v lyofilizovaných vzorcích se správně určuje metodou podle Fischera. Pro tuto metodu nemáme potřebné zařízení. Prováděli jsme orientačně stanovení zbytkové vody sušením vzorků při teplotě 105 °C do konstantní váhy a určovali procenta úbytku váhy. Je známo, že touto metodou se získávají u lyofilizovaných vzorků vyšší hodnoty zbytkové vody než při přesnějším stanovení Fischerovou metodou.

Lyofilizační laboratorní zařízení UZBL 1 se nehodí pro běžné kontrolní laboratoře, kde by se tohoto přístroje používalo periodicky s velkým časovým odstupem. Doporučuje se, aby přístroj byl v neustálém provozu, protože trvá několik hodin než se po zapnutí přístroje dosáhnou požadované základní parametry pro funkci namrazování, popřípadě lyofilizaci.

#### Izolace a separace pивních bílkovin

Přibližně 3 % složek v pivě, které obsahují dusík (tzn. 0,02 % veškerého piva), se skládá z frag-

mentů dostatečně velkých, takže se zachytí na celofánové membráně při dialýze [13]. Toto nepatrné množství látek má však velký vliv např. na stabilitu piva.

Quensel [14] použil k separaci ječného globulinu ultraodstředivku. Rozdělil bílkoviny na čtyři složky s molekulovou hmotností 26 000, 100 000, 166 000 a 300 000. Lundin [15] a Sandegren [16] rozšířili tyto studie na albuminy a globuliny ječmene a sladu. Sandegren izoloval bílkoviny dialýzou a studoval složení bílkovin polarograficky. Johnston [17] oddělil proteiny mladiny ve čtyřech frakcích s různými vlastnostmi. Biserte a Scriban [18] studovali ječné proteiny elektroforeticky. Bishop [19] frakcionoval proteiny mladiny a piva přidáním kyseliny fosfowolframové. Hartong, Mastenbroeck a Mendlik [20] provedli elektroforetickou studii bílkovin izolovaných z piva chlazením a odstředováním. Scallet a spol. [13] se zabývali izolací a separací nedenaturovaných bílkovin piva. Malá množství bílkovin izolovali takto: Dialyzovali ve třech dialyzačních trubicích obsahu 150 ml, přitom z 11,9 mg/ml vzorku po 24 hodinách snížili sušinu na 2,9 mg/ml při teplotě 10 °C. Bílkoviny sráželi v dialyzačních trubicích nasyceným roztokem síranu amonného. Dále znovu rozpustili sraženinu v destilované vodě, další dialýzou odstranili síran amonný a izolované bílkoviny lyofilizovali. Získaná sušina měla 5–10 % dusíku.

K izolaci větších množství proteinů použili saturace studeného piva síranem amonným. V bateriových nádobách obsahu 5 až 10 l nebo ve 40 l tancích z nerezavějící oceli se přidával pomalu síran amonný za konstantního míchání. Pak se převedla směs vakuem do prázdné nerezavějící nádoby, dále se filtrovala malým tlakovým filtrem s ocelovými deskami potaženými směsí hrubého azbestu a křemeliny Hyflo-Filter-Cel. Filtrace se opakovala až byl filtrát úplně čirý. Na konci filtrace se stáhly zachycené bílkoviny z předběžného nánosu filtračních desek a provedla se třikrát extrakce vodou, 85% etanolem a 0,2% hydroxydem sodným při 10 °C. Tohoto způsobu izolace použili autoři pro další frakcionaci bílkovin a pro bližší zhodnocení jednotlivých frakcí ve vztahu ke kvalitě piva.

Turková a spol. [21] zkoušeli izolaci bílkovinného materiálu při přípravě aspergillopeptidázy dialýzou. Váha preparátu klesla na 0,1, aktivita enzymu vzrostla 10krát. Obsah bílkovin v dialyzovaném materiálu se pohyboval mezi 12 až 15 %. Preparát se snažili dále obohatit bílkovinami srážením tanninem, a to způsobem, který použil Berquist. Obsah bílkovin tím zvýšili nejvíce na 32 %, ale část materiálu se stala nerozpustnou. Oddělení bílkovin od balastních látek také zkoušeli srážením síranem amonným. Tento postup však nevedl k podstatnému zvýšení koncentrace bílkovin. Prakticky čistý bílkovinný preparát získali selektivní sorpcí na CM celulóze. Zjistili, že při pH 5,5 a 4,5 se značně zvýšila koncentrace bílkovin v preparátu a enzymová aktivita, přičemž množství polysacharidů bylo velmi nízké. Protože však vznikaly ztráty na celkové aktivitě enzymů, studovali dále sorpci bílkovin na CM Sephadexu v závislosti na pH. V další části



citované práce se zaměřili pouze na izolaci alkalické proteázy — aspergillopeptidázy B. Podařilo se dialýzou, sorpcí a desorpcí na CM Sephadexu a odsolením desorbovaného materiálu zvýšit enzymovou aktivitu proti původnímu preparátu 295krát. Uvedený postup izolace bílkovin se zdá z dosud publikovaných prací nejúčinnější a přitom nejšetrnější. Proto jsme se tuto metodiku pokusili aplikovat pro podmínky v pivovarství.

#### Izolace bílkovin síranem amonným a selektivní sorpcí na CM Sephadexu

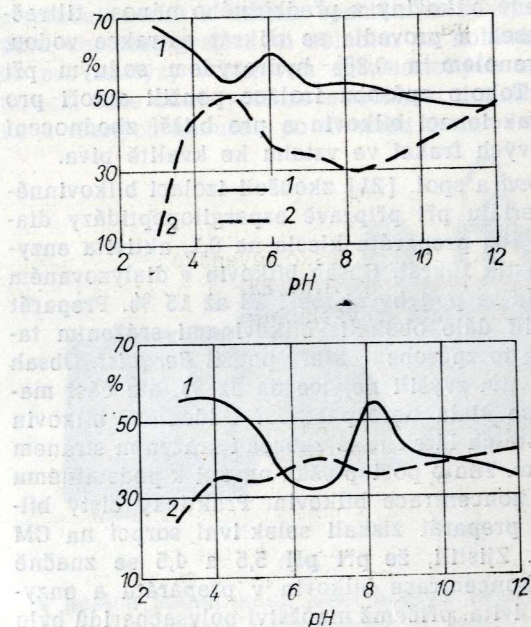
Bílkoviny se izolovaly u modelových vzorků mladiny a piva dvěma způsoby:

- a) vysolováním síranem amonným,
- b) selektivní sorpcí na CM Sephadexu.

Izolace bílkovin vysolováním síranem amonným se prováděla metodou aplikovanou podle postupu Scalleta [13]. Potvrdilo se, že dusíkaté látky piva jsou vázány v komplexy s polysacharidy a že technikou izolace síranem amonným je oddělení polysacharidů od bílkovin velmi špatné. V souhlase s výsledky uváděnými Turkovou [21] se zjistilo, že vysolováním bílkovin síranem amonným se značně nezvyšuje koncentrace dusíkatých látek.

Proto jsme dále tento časově velmi náročný postup opustili a hledali podmínky pro izolaci bílkovin selektivní sorpcí na CM Sephadexu pro studium bílkovin v mladínách a pivech.

100 g CM Sephadexu (G 50) jsme převedli pomocí 0,5 N NaOH a 0,5 N HCl do  $\text{OH}^-$  a  $\text{H}^+$  cyklu (CM Sephadex jsme vždy mezi jednotlivými operacemi promývali destilovanou vodou do neutrální reakce). Postupně jsme vždy 10 g CM Sephadexu pufovali 0,005 M citronanem sodným o stoupajícím pH (od 3 do 12). Dosažení rovnováhy jsme kontrolovali pH a vodivostí pufrů.



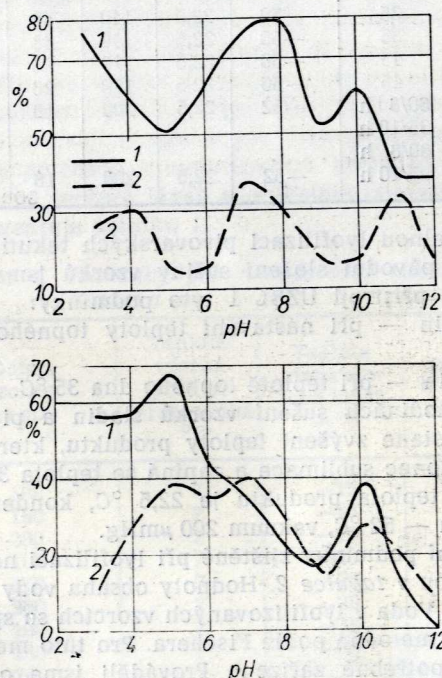
Graf 1. Mladina — lyofilizovaný vzorek

1 — sorpce bílkovin, 2 — sorpce polysacharidů

1 g prášku lyofilizované mladiny či piva jsme rozpustili ve 200 ml pufru o pH 3 až 12. V tomto původním roztoku jsme stanovili množství bílkovin spektrofotometricky reakcí s Folinovým činidlem a množství polysacharidů reakcí s anthronem. Po půlhodinovém míchání roztoku vzorku v pufru příslušného pH s CM Sephadexem jsme sledovali sorpci bílkovin a polysacharidů na CM Sephadexu, a to jejich opětovným stanovením Folinovou reakcí a reakcí s anthronovým činidlem ve filtrátu po sorpci. Sorbovaný materiál jsme pak získali do roztoku desorpcí 0,5 M citronanem sodným a lyofilizací vzorku jsme získali standard pro další studie složení sorbovaných látek.

Modelové výsledky sorpce bílkovin a polysacharidů z jedné série pokusů jsou v grafu 1. Celkem jsme provedli u mladiny a piva trojí stanovení procenta sorpce. Výsledky se prakticky shodovaly.

Největší sorpce látek reagujících s Folinovým činidlem při relativně nižší sorpci látek reagujících s anthronem byla při pH 3 a pH 8, a to jak u mladiny, tak i piva.



Graf 2. Mladina — lyofilizovaný a dialyzovaný vzorek

1 — sorpce bílkovin, 2 — sorpce polysacharidů

Při dalších pokusech jsme dialyzovali vzorek mladiny a piva a k sorpci na CM Sephadexu jsme použili 0,5 g dialyzované mladiny a piva, abychom zjistili, zda maximální sorpce bílkovin registrovaných reakcí s Folinovým činidlem je při stejných hodnotách pH jako u lyofilizovaného vzorku. Průměrné výsledky modelových zkoušek jsou v grafu 2.

U dialyzovaných vzorků mladiny, kde jsou látky s molekulovou hmotností nad 10 000, je sorpce bílkovin relativně vyšší, ale zase jako u předcházející série pokusů nejpříznivější relace sorpce bílkovin v porovnání k polysacharidům je při pH 3 a pH 8.

U dialyzovaných vzorků piva nejsou výsledky tak jednoznačné jako u mladiny vzhledem k celkové roz-

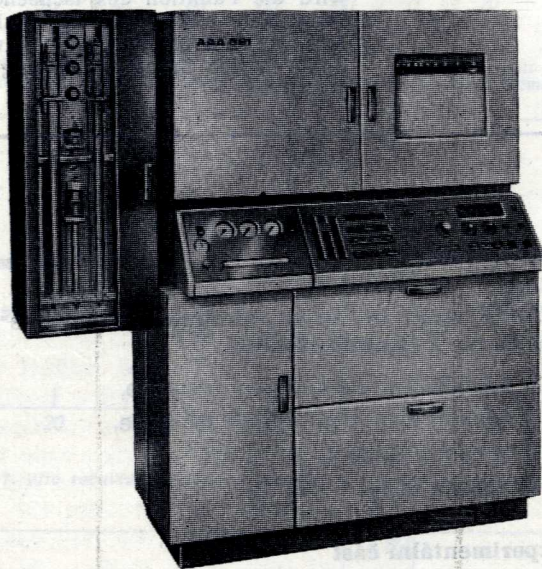


dílnému kvalitativnímu složení nedialyzovatelných látek a pravděpodobně také vzhledem k rozdílným pH hodnotám piva. Minimální sorpce polysacharidů v kyselé oblasti je sice opět při pH 3, ale v alkalické oblasti až při pH 12. Tyto závislosti bude nutné dále sledovat u vzorků různého složení.

Při této práci v soulase s dříve citovanými autory [22] se potvrdilo, že izolace bílkovin mladiny a piva od polysacharidů je velmi problematická. Popsaný postup sorpce bílkovin na CM Sephadexu považujeme za první krok pro propracování metody ke studiu fyzikálních vlastností bílkovin, mladiny a piva. V další etapě prací na vývoji analytických metod chceme blíže tuto metodiku propracovat, specifikovat fyzikální vlastnosti bílkovin sorbovaných na CM Sephadexu při různých pH a určit význam jednotlivých frakcí pro kvalitu mladiny a piva, a to především vliv jednotlivých frakcí na koloidní stabilitu, pěnovost a plnost chuti.

#### Stanovení aminokyselin na automatickém analyzátoru

Při studiu bílkovin je nutné sledovat exaktní analytikou i nejmenší štěpné podíly bílkovin, aminokyselin, které při výrobě piva mají značný význam. Balance aminokyselin, a to kvalitativní i kvantitativní, se dříve prováděly převážně papírovou chromatografií. V poslední době umožňují exaktnější způsob analýzy aminokyselin různé typy automatických analyzátorů. Ve VÚPS v současné době ověřujeme nový typ automatického analyzátoru a AAA 881, výrobek n. p. Mikrotechna (obr. 2).



Obr. 2.

Rozdělení aminokyselin probíhá na sloupcích iontoměničů, detekce je kolorimetrická po předchozí barevné reakci s ninhydrinem. Zápis na registrační papír s dělením v jednotkách absorpance je úměrný okamžité koncentraci jednotlivých komponent v původní směsi. Celý provoz analyzátoru od nasazení vzorku je automatizován, ruční řízení pracovního režimu zde zcela odpadá, je však umožněn libovolný zásah do programu, a to i v průběhu analýzy. V současné době n. p. Mikrotechna ověřuje

činnost analogového převodníku s děrovačem děrné pásky, kterou lze v kooperaci s libovolným samostatným počítačem získat hotový výpočet kompletní analýzy bez zdlouhavého manuálního výpočtu.

Na analyzátoru lze analyzovat jak směsi běžných aminokyselin — hydrolyzátů bílkovin a peptidů, tak složitější — přirozené směsi aminokyselin.

V prvním případě provedení jedné kompletní analýzy trvá asi 2 hodiny a lze kvalitativně i kvantitativně stanovit 19 aminokyselin. Při tzv. dlouhém programu trvá jedna analýza 8 až 10 hodin a lze registrovat až 38 aminokyselin.

Podrobným průzkumem za pomoci ČSAV jsme zjistili, že volné aminokyseliny u pivovarských vzorků lze stanovit stejným postupem jako u hydrolyzátů a že balastní látky (bílkoviny, polysacharidy) v zásadě nemají vliv na kvalitu analýzy.

Analýzátor aminokyselin používáme např. k hodnocení výsledků proteolýzy u várek mladiny s 50 % náhradou sladu ječným šrotem za přídavku bakteriálních enzymů. Předpokládáme, že uvedené zařízení bude vhodné pro analýzy vzorků při studiu vlivu proteolytických enzymů při výrobě koloidně stabilních piv, v hodnocení stupně rozluštění sladu při různých technologiích sladování a při studiu metabolismu kvasinek.

Vhodnou úpravou analyzátoru a změnou ionexu v kolonách lze analyzátor použít k dělení sacharidů. Tato možnost si vyžádá delšího studia a znalosti funkce analyzátoru.

Výsledky výzkumu změn aminokyselin při různé technologii výroby piva, které sledujeme automatickým analyzátozem, budou předmětem dalšího samostatného sdělení.

#### Souhrn

Autorky stanovily podmínky pro namrazování a sublimační sušení sladů, mladiny a piv pro lyofilizační zařízení československé výroby typ UZBL 1. Dále sledovaly podmínky izolace bílkovin, a to vysolováním síranem amonným, které nebylo příliš efektivní a selektivní sorpcí na CM Sephadexu. Aplikací metody izolace na CM Sephadexu pro pivovarské vzorky dosáhly v rozsahu pH 3 v kyselé oblasti a pH 8 v alkalické oblasti 75 až 80 % sorpce bílkovin při relativně velmi nízké sorpci polysacharidů. Metodika izolace bílkovin na CM Sephadexu bude předmětem dalších studií. V závěru článku se popisuje funkce československého automatického analyzátoru, typ AAA 881 a podmínky jeho využití v pivovarském výzkumu.

#### Literatura

- [1] WILLEMER, H.: Kálete 18, 1965: 425—428
- [2] Sublimační sušení: Riechstoffe und Aromen 13, 1963: 313
- [3] STEIN, J., KLEMPPOVÁ, E. a j.: Bulletin ÚVÚPP Bratislava č. 2, 1935: 7—13
- [4] Kolektiv pracovníků: Sublimační sušení masa, závěrečná zpráva ÚVÚPP č. G-7-12-1-3, 1933—1935
- [5] ROLFE, E. J.: Food Trade Review 34, 1934: 37
- [6] DEATHERGE, F. E., Hamm, R.: Food Res. 25, 1960: 323
- [7] SMITHIES, W. R.: Freeze-Drying of Foods, vydal F. R. Fischer ed. Washington 1962
- [8] Kolektiv pracovníků MZVŽ: Sublimační sušení potravin — literární rešerše STEI 1932—1968
- [9] VAŠICOVÁ, KOSTOLANSKÁ, J.: Uplatnění nových technologií tepelného zpracování potravin při výrobě hotových jídel — závěrečná zpráva ÚVÚPP Bratislava č. G-9-28-2/5 1968



- [10] ŠULC, Š.: Nové formy konzervace potravin — výzkum lyofilizace potravin — závěrečná zpráva ÚVÚPP Bratislava č. G-0-28-66/1, 1968
- [11] Výroba piva postupem AFD: DM2, 76/177: 4, 1963
- [12] BASAŘOVÁ, G., LEJSEK, T.: Kvasný průmysl 16, 1970, 149—155
- [13] SCALLET, B. L., STANSBRY, J. J. SMALL, F. W., GIBBS, P. P.: Industrial and Engineering Chemistry 45, 1953: 1016—1022
- [14] QUENSEL, O.: Untersuchungen über die Gerstenglobuline Uppsala, Inaugural-Dissertation 1942
- [15] LUNDIN, H.: Progress in Brewing Science svazek II., 1949: 229 — vydal Elsevier Publishing Co., New York
- [16] SANDEGREN, E.: Progress in Brewing Science svazek II., 1949: 78 vydal Elsevier Publishing Co., New York
- [17] JOHNSTON, J. M.: J. Inst. Brew. 54, 1948: 305
- [18] BISERTE, G., SCRIBAN, R.: Brasserie 5, 1950: 348
- [19] BISCHOP, L. R.: Progress in Brewing Science svazek II., 1949: 244 vydal Elsevier Publishing Co., New York
- [20] HARTONG, B. D., MASTENBROECK, G. G. A., MENDELIK, F.: Progress in Brewing Science svazek II., 1949: 250 vydal Elsevier Publishing Co., New York
- [21] TURKOVÁ, J., MIKES, O., ŠORM, F.: Enzymy v potravinářském průmyslu — sborník z konferencí Bratislava 1966: 37
- [22] BASAŘOVÁ, G.: Výběr a aplikace fyzikálně chemických a biochemických metod pro hodnocení piva — závěrečná zpráva VÚPS, 1968