

Význam a změny obsahu aminokyselin při výrobě piva

663.41:547.438

Ing. GABRIELA BASAŘOVÁ, CSc., Ing. IVANA ČERNÁ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Do redakce došlo 30. 11. 1971

Význam dusíkatých látek pro pivo je rozmanitý; podílejí se na charakteristické chuti a tvorbě pěny, spolupůsobí jako složky pufru a barvy, slouží k výživě kvasnic, ale také jsou příčinou nepříjemných zákalů v pivě a spolupůsobí i na trvanlivost.

Podstatný vliv má přirozeně množství původních bílkovin v ječmeni, avšak důležitý technologický význam má hlavně druh a vzájemný poměr různých skupin bílkovin z hlediska množství a stavu. Bílkovinné látky, obsažené ve sladovém zrně, představují směs všemožných dusíkatých látek, od vysokomolekulárních skupin nerozpustných surových bílkovin ječmene až k nejjednodušším složkám bílkovinných molekul — aminokyselinám. Bílkovinné látky neboli proteiny jsou vzhledem k různorodosti všech kombinačních množství jejich tvorby ještě dnes objasněny podle struktury z poměrně malé části.

Proteiny představují v zásadě kondenzační produkty četných aminokyselin, které jsou spojeny tzv. „peptidovou vazbou“ a vyskytují se v uspořádání asi od 100 do několika tisíc, což odpovídá molekulové hmotě přibližně od 10 000 po několik milionů.

Aminokyseliny obsahují dvě charakteristické funkční skupiny, totiž aminoskupinu — NH_2 a karboxylovou skupinu — COOH . Aminoskupina je ke skupině karboxylové většinou v poloze α . Pořadí (sekvence) aminokyselin v bílkovinách určuje primární strukturu. Počet aminokyselin objevených v přírodě je více než 80, největší význam má asi 24 aminokyselin, z toho asi 18 aminokyselin se objevuje při hydrolýze proteinů pravidelně [1].

Štěpení bílkovin může probíhat jako hydrolytický pochod působením kyselin a alkálií, ale technologický význam má odbourávání proteolytickými enzymy, což se především děje při výrobě sladu a piva. Enzymy štěpící bílkoviny jsou již v „odpočívajícím“ ječmeni, a to buď v rozpustné formě jako lyoenzymy, nebo ve vázané nerozpustné formě jako desmoenzymy, které se během klíčení aktivují podle fyziologické nutnosti. Podstatná část se však uvolňuje a působí až při rmutování. Celkově se enzymy štěpící bílkoviny označují jako proteázy, k nimž patří tři pro technologii sladu a piva zvlášť důležité komplexy enzymů:

1. endopeptidázy (peptid-peptidohydrolázy, dříve proteinázy),
2. exopeptidázy (dipeptidhydrolázy, dříve peptidázy) a
3. aminohydrolázy (amidázy).

Proteinázy štěpí proteiny uvnitř řetězce, jsou poměrně odolné proti kyselinám a podstatně odolnější proti teplotám než peptidázy. Peptidázy, které odštěpují koncové aminokyseliny, mají optimální účinnou oblast v alkalickém prostředí a jsou relativně citlivé na teplotu. Změnou složení obsahu volných aminokyselin během celého procesu výroby piva se zabývali četní autoři.

Kvalitativní složení obsahu aminokyselin v ječmeni např. sledovali Harris [2], Ljundahl, Sandegren [3], MacLeod [4].

Poměrně obsáhlou studii, zabývající se vlivy na změnu dusíkatých látek v mladině, uveřejnili Jones a Pierce [5]. Tito autoři studovali vliv kvality ječmene, metody sladování, složení šrotu a metody rmutování na změny dusíkatých látek v mladině. Zjistili, že v souvislosti s vyšším obsahem celkového dusíku stoupá v ječmeni i obsah rozpustného dusíku a současně se zvětšuje sladovací ztráta. Výsledky získané studiem tvorby aminokyselin a proteolytických aktivit během jednotlivých stupňů sladování ukázaly, že množství aminokyselin při sladování všeobecně stoupá. Maximální koncentrace je dosažena mezi druhým a čtvrtým dnem, což je ve shodě s uvolněním proteolytických enzymů v zrně. Potom koncentrace aminokyselin postupně klesá tak, jak jsou aminokyseliny vyžadovány jednak pro syntézu růstu a klíčení ječmene, jednak z nedostatku vhodných substrátů pro peptidázy.

Kvantitativní změny obsahu volných aminokyselin při sladování ječmene studovali Robbins, Chersters, Dickson [6].

Složení aminokyselin v mladinách se zabývali např. Biserte, Scriban [7, 8, 9, 10, 11, 12] a změnami aminokyselin při rmutování Ljundahl [13], Reich, Bock [14], Barton-Wright, Thorne [15, 16], Kringstad [17], Sandegren, Beling [18], Jones, Pierce [l. c. 5], Enebo, Johnson [19], Kurasky, Bars [20], Robbins, Farley, Burkhart [22].

Robbins, Farley, Burkhart [l. c. 22] sledovali kvantitativní změny aminokyselin během proteinové prodlevy při rmutování ječných sladů. Výsledky podporují názor, že hlavní změny v dusíkatých složkách ječmene se vyskytují při sladování, menší při rmutování.

Koncentraci aminodusíku v mladině lze ovlivnit změnou ve složení šrotu použitého pro várku. Sledoval se účinek surogátů na složení mladiny a dále možnost změny složení mladiny při použití vybraných frakcí sladu místo celého sladu [23].

Složení aminokyselin a jejich koncentrace v mladině závisí na obsahu dusíku v ječmeni, použitém ke sladování, dále způsobu sladování a rmutovacích podmínkách [24, 25, 26, 27, 28, 29]. Poměr individuálních aminokyselin při rmutování k celkovému dusíku zůstává konstantní, a to při zpracování jakýchkoliv surovin. Výjimku tvoří amidy, jejichž množství postupně klesá vzhledem k teplotnímu rozkladu při vyšších teplotách, které převažují v pozdějším stadiu extrakce při výrobě mladiny. Koncentrace bazických aminokyselin se zvyšuje. Poměr prolinu k celkovému množství aminokyselin během extrakce klesá až na polovinu původní hodnoty. Koncentrace NH_4^+ stoupá s klesající hustotou sladiny, což indikuje tvorbu

amoniaku deaminací [1. c. 5]]. Výjimečné postavení mezi aminokyselinami má prolin. Protože tato aminokyselina za normálních podmínek není pivovarskými kvasinkami asimilována, lze podle jejího množství v mladině, popř. pívě, usuzovat na kvalitu použitého sladu nebo stupeň surogace nesladovanými obilovinami. Piva vyrobená ze sladů špatné kvality (málo rozluštěných) nebo surogovaná značným množstvím nesladovaných obilovin mají úměrně nižší obsah prolinu v porovnání k celkovému množství aminodusíku. Lie, Rasch [30] navrhuji stanovení prolinu v pívě jako doplněk ostatních analytických kritérií.

Dusíkaté látky mladiny ovlivňují nejen tvorbu zákalu, povrchové napětí a biologickou stabilitu pív, ale jsou nezbytné pro reprodukci kvasnic [31, 32, 33].

Platí zásadní vztah mezi množstvím aminokyselin v mladině a její zkvasitelností. Yoshida a spol. [34] uvádějí, že obsah volných aminokyselin v mladině by měl být větší než 14 mg/100 ml mladiny jako celkového α -aminodusíku k zajištění absorbovaného množství 10 mg/100 ml. Uplatňuje se však vliv složení mladiny, druhu kvasnic a podmínek kvašení. Má-li kvašení probíhat bez obtíží, uvádějí němečtí autoři [35] požadavek, aby měla mladina minimálně 60 mg dusíku a 20 mg α -aminodusíku na 1 % extraktu a 1 litr. Pro 12 % mladiny bylo toto minimum určeno na 720 mg dusíku, 240 mg α -aminodusíku na 1 litr.

Ačkoliv systém asimilace aminokyselin kvasinkami při fermentaci má jakousi přizpůsobivost, nedovoluje vstřebávat aminokyseliny způsobem, který by byl z energetického hlediska nejehospodárnější. Tento závěr byl učiněn na základě studia kvašení s přísadkou syntetických aminokyselin jako zdroje dusíku [36].

Řada autorů se zabývala změnami aminokyselin během fermentace [37, 38, 1. c. 5, 1. c. 20]. Harris a Merritt [39] sledovali aminokyseliny při použití kvasinek *Saccharomyces carlsbergensis* za podmínek kontinuálního i klasického kvašení. Neuvádějí kvantitativní výsledky, ale struktura kvalitativního složení je podobná struktuře, kterou uvádějí Barton-Wright [1. c. 5] a Robbins a spol. [1. c. 21] pro kvašení svrchními kvasnicemi.

Autoři Jones, Pierce [40] uvádějí kvantitativní výsledky absorpce aminokyselin v mladině různými druhy kvasnic. Rozděluje aminokyseliny ve vztahu k asimilaci kvasnicemi, a to podle pořadí počátku jejich odstraňování z média na 4 skupiny. Aminokyseliny skupiny A (kyselina glutamová) jsou asimilovány ihned a asi po 20 hodinách fermentace jsou z mladiny téměř odstraněny. Aminokyseliny skupiny B (valin) jsou asimilovány postupně během fermentace. Aminokyseliny skupiny C (glycin) jsou asimilovány až po úplném vyčerpání aminokyselin skupiny A. Amoniak, který je dobrým jednoduchým zdrojem dusíku je z mladiny absorbován pouze po značné prodlevě. Aminokyseliny skupiny (D) (prolin) představující asi jednu třetinu celkového aminodusíku mladiny, jsou kvasnicemi asimilovány velmi slabě. Podrobné rozdělení aminokyselin do čtyř skupin podle rychlosti asimilace určené uvedenými autory je v tab. 1.

Jones, Pierce dále uvádějí [41], že stupeň absorpce každé aminokyseliny je s určitým omezením úměrný koncentraci aminokyseliny v prostředí. Doporučují klasifikovat aminokyseliny podle esenciální povahy jejich ketokyselin, protože výsledky jejich studií ukázaly vysokou specifickou ketokyseliny uvnitř buněk kvasnic.

Při studiu asimilace aminokyselin kvasinkami zjistili Maule a spol. [42] nepatrné rozdíly v rychlosti zužitkování aminokyselin z média než jak je popsali Jones, Power, Pierce [43]. Tyto odchylky připisují vlivu rozdílných podmínek kvašení a druhu kvasnic. Na základě těchto výsledků absorpce aminokyselin kvasinkami roz-

dělili Maule a spol. aminokyseliny do tří skupin, viz tab. 2.

Tabulka 1

Rozdělení aminokyselin podle rychlosti asimilace svrchními kvasinkami — vypracoval Jones a Pierce [1. c. 40]

Skupina	Aminokyseliny	Rychlost asimilace
A	kyselina glutamová, kyselina asparagová, glutamin, asparagin, serin, threonin, lysin, arginin	kvasinky je asimilují v prvních hodinách fermentace
B	valin, methionin, leucin, izoleucin, histidin	kvasinky je asimilují pomaleji než skupinu A
C	glycin, fenylalanin, tyrosin, tryptophan, alanin, amoniak	kvasinky je asimilují prakticky všechny, ale až jsou vyčerpány aminokyseliny skupiny A ze substrátu
D	prolin	za normálních podmínek kvašení není pivovarskými kvasinkami asimilován

Tabulka 2

Rozdělení aminokyselin podle rychlosti asimilace spodními kvasinkami — vypracoval Maule a spol. [1. c. 42]

Skupina	Aminokyseliny	Rychlost asimilace
A	kyselina glutamová, kyselina asparagová, lysin, serin, threonin, arginin	rychle asimilovatelné
B	histidin, izoleucin, leucin, methionin, valin	pomaleji asimilovatelné než aminokyseliny skupiny A
C	alanin, NH ₃ , glycin, fenylalanin, tryptophan, tyrosin, prolin	pomalou asimilovatelné

Podle těchto autorů vstřebávání aminokyselin při spodním a svrchním kvašení probíhá ne příliš odlišně. Přitom kvasinky absorbují přednostně ty aminokyseliny, které nutně potřebují jako stavební jednotky pro tvorbu biomasy. Na základě svých zjištění dělí aminokyseliny podle stupně absorpce a stupně využití Palmqvist a Åyräpää [44] do tří skupin, které jsou uvedeny v tab. 3. Yoshida, Hattan a Morimoto [1. c. 34] rozděluje aminokyseliny podle obdobných znaků do čtyř skupin, které jsou rozepsány v tab. 4.

Podrobnější třídění dále uvedl Yoshida [45], který rozdělil aminokyseliny podle jejich množství v mladině,

Tabulka 3

Rozdělení aminokyselin podle rychlosti asimilace spodními kvasinkami a stupně jejich využití — vypracoval Palmqvist, Åyräpää [1. c. 44]

Skupina	Aminokyseliny	Stupeň a rychlost asimilace
A	amidy, serin, threonin,	jsou nejrychleji absorbovány, průběh asimilace je prakticky lineární, jsou z média vyčerpány na začátku logaritmické fáze
B	methionin, lysin, kyselina asparagová, leucin, kyselina glutamová, izoleucin, NH ₃ , arginin	jsou absorbovány poměrně rychle, ale neúplně — stále ještě více nebo méně jasná logaritmická fáze
C	histidin, valin, fenylalanin	jsou zužitkovány pomaleji, ale neúplně — obvykle se dosáhne poloviny počáteční koncentrace
	glycin, tyrosin, tryptophan	více než polovina počáteční koncentrace zůstává v pívě
	prolin	obvykle asimilován jen z 10 až 15 %

Tabulka 4

Rozdělení aminokyselin podle množství v mladině a asimilovatelnosti spodními kvasinkami — vypracoval Yoshida, Hattan, Morimoto [l. c. 34]

Skupina	Aminokyseliny
A	asparagin, glutamin, leucin, lysin, serin, threonin
B	NH ₃ , arginin, fenylalanin, valin
C	alanin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glycin
D	prolin

Tabulka 5

Rozdělení aminokyselin podle množství v mladině, rychlosti a míry asimilace spodními pivovarskými kvasinkami — vypracoval Yoshida [l. c. 45]

Skupina	Amino-kyseliny	Množství v mladině	Míra asimilace
A	serin, asparagin, glutamin, lysin, threonin, leucin	relativně vysoké	rychle asimilovatelné, značně absorbované při fermentaci
B	arginin, izoleucin, amoniak	relativně vysoké	pomaleji asimilovatelné než skupina A, ale přesto rychle asimilovatelné, množství absorbovaných vzrůstá s množstvím suspendovaných kvasnic ve fermentované tekutině
C	kyselina asparagová, alanin, valin, fenylalanin	relativně vysoké	asimilovatelné relativně pomalu, jestliže množství aminokyselin skupiny A je vysoké, ale zvyšuje se, je-li aminokyselin skupiny A nedostatek
D	tyrosin	relativně vysoké	míra asimilace nízká, ale zvyšuje se s množstvím suspendovaných kvasnic ve fermentované tekutině
E	methionin	relativně nízké	rychle, ale pouze slabě asimilovatelná aminokyselina, absorpce může být deficitní, protože množství v mladině je nízké
F	tryptophan, histidin	relativně nízké	míra asimilace je nízká, ale zvyšuje se s množstvím suspendovaných kvasnic ve zkvašované mladině
G	kyselina glutamová, glycin	relativně nízké	míra asimilace poměrně nízká, když množství aminokyselin skupiny A je v mladině vysoké, ale vzrůstá, když skupiny A je nedostatek
H	cystein, cystin	extrémně nízké	asimilovatelné
I	prolin	relativně vysoké	nepatrně absorbovatelné za podmínek běžného spodního kvašení

rychlosti a míry absorpce spodními pivovarskými kvasinkami do devíti skupin, které jsou uvedeny v tab. 5.

Vůně piva může být ovlivněna mnoha faktory. Například malé rozdíly ve složení mladiny mohou významně pozměnit vůni výsledného piva. Mezi složky mladiny, které mohou vůni piva ovlivnit, patří aminokyseliny. Syntéza proteinů během růstu kvasnic vyžaduje značné množství dusíku a pro kvašení je velmi důležitá hladina asimilovatelného dusíku. Mezi vedlejší produkty těchto syntetických procesů při růstu kvasnic patří vyšší alkoholy a estery, které přispívají k vůni a charakteru piva.

Kromě prací, zabývajících se zužitkováním aminokyselin kvasnicemi a jejich vlivem na životnost kvasnic,

existují práce, týkající se vlivu asimilovatelného dusíku v mladině na vůni konečného piva.

Peynaud a Guimbertau [46] zjistili, že tvorba vyšších alkoholů je značně závislá na dusíkatých živinách, které jsou k dispozici kvasnicím.

Suomalainen a Kahanpää [47] zjistili u l-valinu a l-izoleucinu stimulaci produkce vyšších alkoholů, Hough a Stevens [48] uvádějí poloviční přeměnu leucinu přidaného do mladiny na izoamylalkohol, Peynaud, Guimbertau [49] shledali, že asi 80 % leucinu, izoleucinu a valinu se přeměnilo na alkoholy.

Äyräpää [50] zjistil zvýšenou tvorbu vyšších alkoholů klasickou Ehrlichovou cestou při nadbytku některých aminokyselin v médiu. Dále konstatoval, že koncentrace fenyletanolu v pivě se zvyšuje se snižováním koncentrace asimilovatelného dusíku v průběhu výroby piva.

Použitím značeného valinu a leucinu Äyräpää [51] a Engan [52] zjistili, že téměř veškerá aktivita leucinu byla obnovena ve 3-metyletanolu a izoamylacetátu, aktivita valinu v izobutanolu a 3-metyletanolu. Palmqvist a Äyräpää [l. c. 44] prokázali, že tvorba n-propanolu je lineární asiilací threoninu.

Maule, Pinnegar, Portno, Whiteau [l. c. 42] zjistili ve shodě se studiemi Owadese, Maresca, Rubina [53], že koncentrace valinu ovlivňuje produkci diacetylů kulturami kvasinkami. Konstatovali, že takto koncentrace jedné individuální aminokyseliny může ovlivnit vůni piva.

Tabulka 6

Rozdělení aminokyselin podle účasti na metabolismu kvasinek — vypracoval Jones, Pragnell, Pierce [l. c. 54]

Třída	Aminokyseliny
1	asparagin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glutamin, methionin, prolin, serin, threonin, kyselina γ-aminomáselná
2	alanin, glycin, izoleucin, fenylalanin, tyrosin, valin
3	arginin, histidin, leucin, lysin (ornithin)

Jones, Pragnell a Pierce [54] sledovali značené radioaktivní atomy uhlíku a aminodusíku v aminokyselinách při kvašení. Shledali, že veškeré aminokyseliny byly při kvašení kvasnicemi syntézovány. Uhlíkové skelety pocházely z cukru a aminodusík transaminací z jiných aminokyselin. Zjistili, že po absorpci kvasinkami je aminodusík transformován tak, že atomy a uhlíkové skelety jsou zužitkovány odděleně. Rozdělili aminokyseliny podle jejich účasti na metabolismu kvasinek do tří tříd, které jsou v tab. 6.

Mändl a spol. [55] sledovali složení vedlejších produktů kvašení ve vztahu ke koncentraci aminokyselin u různých druhů pív. Zjistili, že piva vyráběná klasickou technologií mají malá množství přiboudliny i chudší obsah aminokyselin. Tato zjištění platí např. pro piva plzeňského typu, která jsou značkovými výrobky vysoké kvality.

Z uvedených studií vyplývá, že mají-li být vyrobená piva normální, přijatelné vůně, musí být absolutní koncentrace mnoha aminokyselin uchována v určitých mezích. Rovněž tak i jejich poměrná množství musí být konstantní.

Souhrn

V článku jsou uvedeny novější poznatky o významu a změnách aminokyselin při výrobě piva a o jejich uplatnění při metabolismu kvašení. Dále se v přehledu uvádějí klasifikační systémy aminokyselin podle jejich množství v původní mladině a podle míry asimilace pivovarskými kvasinkami.

Literatura

- [1] SCHUSTER, K. - WEINFURTNER, F.: Die Bierbrauerei, II. Band, vydal Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1968
- [2] HARRIS, G.: J. Inst. of Brew., **58**, 1952: 417
- [3] LJUNDAHL, L. - SANDEGREN, E.: Acta Chem. Scand., **4**, 1950: 1150
- [4] MAC LEOD, A. M.: J. Inst. of Brew., **57**, 1951: 163
- [5] JONES, M. - PIERCE, J. S.: Proc. EBC, Brussels, 1953: 101—134, vydal Elsevier Publishing Co. 1964
- [6] ROBBINS, G. S. - CHESTERS, S. - DICKSON, A. D.: Proc. ASBC, 1933: 124—129
- [7] BISERTE, G. - SCRIBAN, R.: Bull. soc. chem. biol., **32**, 1950: 959
- [8] BISERTE, G. - SCRIBAN, R.: Proc. EBC, Nice, 1953: 22, vydal Elsevier Publishing Co. 1954
- [9] SCRIBAN, R.: Brasserie, **43**, 1950: 121
- [10] BISERTE, G. - SCRIBAN, R.: Petit J. Brass., **59**, 1951: 6
- [11] BISERTE, G. - SCRIBAN, R.: Bull. soc. chem. biol., **33**, 1951: 114
- [12] BISERTE, G. - SCRIBAN, R.: Proc. EBC, Brighton, 1951: 115, vydal Elsevier Publishing Co. 1952
- [13] SANDEGREN, E. - ENEBO, L. - GUTHENBERG, E. - LJUNDAHL, L.: Proc. ASBC, 1954: 63
- [14] REICH, H. - BOCK, R. M.: Wall. Lab. Comm., **72**, 1958: 5
- [15] BARTON-WRIGHT, E. C.: Bioch. Biophys. Acta, **3**, 1949: 679
- [16] BARTON-WRIGHT, E. C. - THORNE, R. S.: J. Inst. of Brew., **55**, 1949: 363
- [17] KRINGSTAD, H.: Brygmesteren, **18**, 1931: 141
- [18] SANDEGREN, E. - BELING, H.: Proc. EBC, Roma, 1959: 278, vydal Elsevier Publishing Co. 1960
- [19] ENEBO, L. - JOHNSON, E.: Proc. EBC, Stockholm, 1965: 172, vydal Elsevier Publishing Co. 1966
- [20] KURASKY, A. - BARS, A.: J. Inst. of Brew., **73**, 1957: 200
- [21] ROBBINS, G. S. - FARLEY, M. - BURKHART, B. A.: Proc. ASBC, 1934: 34
- [22] ROBBINS, G. S. - FARLEY, M. - BURKHART, B. A.: Proc. ASBC, 1933: 124—129
- [23] JONES, M. - PIERCE, J. S.: Proc. ASBC, 1964: 130
- [24] BARRETT, J. - GRIFFITHS, C. M. - KIRSOP, B. H.: J. Inst. of Brew., **73**, 1937: 445
- [25] JONES, M. - PIERCE, J. S.: Proc. EBC, Madrid, 1937: 445, vydal Elsevier Publishing Co. 1938
- [26] KIRSOP, B. H. - GRIFFITHS, C. M. - BARRETT, J.: Proc. EBC, Madrid, 1937: 219, vydal Elsevier Publishing Co. 1938
- [27] MAC WILLIAM, I. C.: J. Inst. of Brew., **74**, 1938: 38
- [28] PIERCE, J. S.: Process Biochem., **1**, 1936: 412
- [29] WEINFURTNER, F. - WULLINGER, F. - PIENDL, A. - WAGNER, D.: Brauwelt, **107**, 1937: 671
- [30] LIE, S. - RASCH, S.: Proc. EBC, Interlaken, 1969: 193—204, vydal Elsevier Publishing Co. 1970
- [31] THORNE, R. S. W.: Wall. Lab. Comm. **13**, 1950: 319
- [32] LEWIS, M. J.: Wall. Lab. Comm., **27**, 1964: 29
- [33] MOAT, A. G. - AHMAD, F.: Wall. Lab. Comm., **28**, 1965: 111
- [34] YOSHIDA, T. - HATTAN, H. - MORIMOTO, K.: Rept. Res. Lab. Kirin Brewery Co., Ltd., č. 11, 1968: 63—75
- [35] KLOPPER, W. J.: Brauwelt., **109**, 1939: 753—757
- [36] ÄYRÄPÄÄ, T. - PALMQVIST, U.: J. Inst. of Brew., **76**, 1970: 144
- [37] GRUJIC-IGNJAC, B. - VUŠETIĆ, J. - LAJŠIČ, S. - LIČANIN, Z. - MEDJED, M.: II symposium pivovarníků — sborník přednášek, Split, 1939, vydal Poslovno udruženje industrie piva, Beograd 1970
- [38] BARTON - WRIGHT, E. C.: Proc. EBC, Lucerne, 1949: 19 vydal Elsevier Publishing Co. 1950
- [39] HARRIS, G. - MERRIT, N. R.: J. Inst. of Brew., **67**, 1961: 482
- [40] JONES, M. - PIERCE, J. S.: J. Inst. of Brew., **70**, 1964: 307
- [41] JONES, M. - PIERCE, J. S.: Proc. EBC, Interlaken, 1969: 151, vydal Elsevier Publishing Co., 1970
- [42] MAULE, D. R. - PINNENGAR, M. A. - PORTNO, A. D. - WHITTEAR, A. L.: Inst. of Brew., **72**, 1966: 488
- [43] JONES, M. - POWER, D. M. - PIERCE, J. S.: Proc. EBC, Stockholm, 1935: 182, vydal Elsevier Publishing Co., 1966
- [44] PALMQVIST, U. - ÄYRÄPÄÄ, T.: J. Inst. of Brew., **75**, 1969: 181
- [45] YOSHIDA, T.: Rept. Res. Lab. Kirin Brewery Co. Ltd., č. 11, 1968: 78—89
- [46] PEYNAUD, E. - GUIMBERTAU, G.: Wall. Lab. Comm., **24**, 1961: 333
- [47] SUOMALAINEN, H. - KAHANPAA, H.: J. Inst. of Brew., **69**, 1963: 473
- [48] HOUGH, J. S. - STEVENS, R.: J. Inst. of Brew., **67**, 1961: 488
- [49] PEYNAUD, E. - GUIMBERTAU, D.: Compt. Rend. Acad. Sci., **248**, 1959: 888
- [50] ÄYRÄPÄÄ, T.: Proc. EBC, Brussels, 1933: 276, vydal Elsevier Publishing Co. 1934
- [51] ÄYRÄPÄÄ, T.: J. Inst. of Brew., **73**, 1937: 17
- [52] ENGAN, S.: J. Inst. of Brew., **76**, 1970: 254
- [53] QWADES, J. L. - MARESCA, L. - RUBIN, G.: Proc. ASBC, 1959: 22
- [54] JONES, M. - PRAGNELL, M. J. - PIERCE, J. S.: J. Inst. of Brew., **75**, 1969: 520
- [55] MÄNDL, B. - WULLINGER, F. - WAGNER, D. - BINDER, W. - PIENDL, A.: Brauwelt, **110**, 1970: 1262

РОЛЬ АМИНОКИСЛОТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА И ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ СОДЕРЖАНИЯ

В статье приводятся новейшие результаты изучения роли аминокислот при производстве пива, влияния изменений их содержания и их участия в метаболизме брожения. Рассматриваются системы классификации аминокислот по критерию их ассимиляции пивоваренными дрожжами и по критерию их содержания в сусле.

ROLE OF AMINO ACIDS IN BREWING PROCESSES AND EFFECTS OF THE CHANGES OF THEIR COMPOSITION

The article deals with the results of recent research works into the role of amino acids in the brewing processes, with changes taking place in various stages of the technologic cycle and with their effects on the fermentation metabolism. Amino acids are classified two various criteria being applied viz.: their amounts in wort and the rate in which they are assimilated by brewing yeast.

DIE BEDEUTUNG UND DIE ÄNDERUNGEN DES AMINOSÄUREGHALTS BEI DER BIERHERSTELLUNG

In dem Artikel werden die neuesten Erkenntnisse über die Bedeutung und die Veränderungen der Aminosäuren während der Bierherstellung und ihre Beteiligung an dem Gärungsmetabolismus angeführt. Weiter werden die Klassifikationssysteme der Aminosäuren nach ihrem Gehalt in der Würze und nach dem Mass ihrer Assimilierbarkeit durch Bierhefen beschrieben.