

Úvod

K prvním poznatkům o tříslovinách, důležitých pro pivovarský průmysl, se pojí jméno *Ettiho* (1871) a *Moufanga* (1918). *Etti* [1] sledoval třísloviny chmele a usoudil na přítomnost třísloviny typu morinu. *Moufang* [2] zaměřil své práce na třísloviny ječmene, obsažené ve vnějších obalech zrn a nazval tyto látky souhrnně kyselinou testinovou. Problémem tříslovin se později zabývalo mnoho pivovarských vědeckých pracovníků, kteří se snažili nejrozličnějšími způsoby vystihnout význam a chování těchto látek při varném procesu a různými analytickými metodami poznat jejich chemickou povahu. Poměrně brzy bylo zjištěno, že třísloviny se skládají z látek mnoha typů, avšak přesto došlo k mlčenlivému přijetí jejich homogenity [3], a to nejen v úvahách technologických, ale i v analytických stanoveních včetně metodik kolorimetrických, polarimetrických, jodometrických, adsorpčních a nefelometrických [4, 5, 6].

Použitím moderních analytických metod, především chromatografie, bylo možné až v tomto desetiletí exaktněji poznat jednotlivé složky vytvářející jak chmelovou tříslovinu, označenou *Ettim* za převážně jednotnou látku, tak i kyselinu testinovou ječných zrn. Současně se podařilo doplnit, popř. ověřit starší výsledky a vnést do často kusých, izolovaných poznatků úplnější systém.

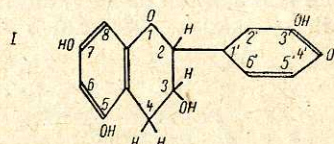
Tříslovina klasického *Fischerova* typu, pentadi-galloylglukóza, je v pivovarství důležitá snad jenom při snižování obsahu vysokomolekulárních bílkovinných látek v pivu před filtrací pro zvýšení koloidní stability. Jinak se tento typ neuplatňuje, protože v pivovarských surovinách jsou obsaženy látky značně odlišné [7].

Podle současného stavu vědy jsou třísloviny, tj. polyfenolové látky, které přecházejí do pivovarských roztoků ze sladu a chmele, po chemické stránce nejednotné. Zahrnují velkou skupinu látek se základní strukturou $C_6-C_3-C_6$, uváděnou pod společným názvem „flavonoidy“. Jejich základní forma se vyskytuje také ve stavu kondenzovaném a polymerovaném. Podle molekulové váhy lze polyfenolové látky rozdělit do čtyř skupin:

1. Třísloviny

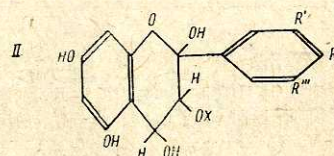
2. Leukoantokyany
3. Vlastní flavonoidy
4. Kyseliny provázející třísloviny.

Z dosavadních zjištění vyplývá, že slad i chmel obsahují látky vcelku podobného typu [8], avšak s rozdílnými podíly jednotlivých složek. V největší míře jsou zastoupeny látky typu katechinů [7], řadí se s svojí základní strukturou do skupiny vlastních flavonoidů.



Katechin (3', 4' 5 7-tetrahydroxyflavan-3-Ol)
Adicí další OH-skupiny v poloze 5' vzniká gallokatechin

Katechiny mohou tvořit řadu izomerů. Vzhledem k poloze vodíků na uhlíku 2 a 3, vznikají dva optické izomery typu „trans“ a dva izomery typu „cis“ (epikatechin). Změnou substituentů na fenylovém radikálu benzopyriliového komplexu mohou vznikat gallokatechiny a epigallokatechiny. Možnosti uspořádání substituentů jsou velmi početné. Důležitou vlastností těchto katechinů je jejich schopnost kondenzovat na větší molekuly o typičtěji třísloviněm charakteru, nerozpustné ve vodě a s vyšší schopností srážet bílkoviny. Pyranový kruh katechinu se vyskytuje v řadě jiných tříslovin a jejich průvodních látek. Z těchto jsou nejdůležitější leukoantokyany [9], které jsou často uváděny jako anthokyanogeny [10].



Pravděpodobná struktura leukoantokyanu (antokyanogenu)

X může být H' nebo cukerná složka; leukokyanidin: R', R'' jsou OH; R''', X jsou H; leukodelphinidin: R', R'', R''' jsou OH; X je H

Tyto látky jsou na přechodu mezi tříslovinami a vlastními flavonoidy. Ze vzorce II je zřejmá možnost velkého množství sloučenin. K tomu přispívá:

1. Možnosti cis-trans izomerace na uhlíku v poloze 2 a 3,

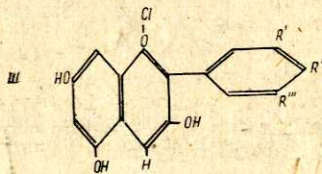
2. Vazba sacharidů na OH-skupinu v poloze 3.

Z cukerných složek byly zjištěny: glukóza, galaktóza, l-rhamnóza, arabinóza, kyselina glukuronová i disacharid genciobióza [7], dále primaveróza (6- β -d-xylosido-d-glukóza), rutinóza (6- β -l-rhamnosido-d-glukóza) [11, 12], robinobióza (3- α -l-rhamnosido-d-galaktóza [13]. Z trisacharidů byla zatím nalezena jen rhamninóza [14].

3. Možnost výskytu různých substituentů na fenylovém radikálu. V pivovarských surovinách byl doposud zjištěn pyrokatechin (3', 4' — dihydroxy) nebo pyrogallol (3', 4', 5', trihydroxydy) [7].

Na rozdíl od katechinů poskytují anthokyanogeny se zředěnou kyselinou solnou za varu červené zabarvení, rozpustné v amylalkoholu. To poukazuje na příbuznost s další skupinou v přírodě se vyskytujících látek — anthokyanidinových pigmentů.

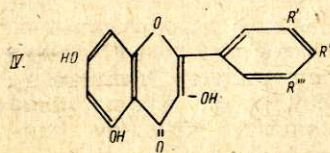
Anthokyanidy jsou aglukony anthokyanů, barviv rostlinných květů a lze je zařadit jako druhou skupinu látek flavonoidů. Cukerné složky jsou podobné jako u anthokyanogenů, nejčastěji se však vyskytuje d-galaktóza a d-xylóza [15]. Hydrolýzou se odštěpují cukry a vznik anthokyanidinů se projeví změnou barvy. Modrý pigment obilných květů je kyanidin; jeho hydrolýzou vzniká kyanidin (vzorec III) a 2 molekuly glukózy. Podobně z delfininu vzniká delfinidin (vzorec III), 2 molekuly glukózy a 2 molekuly kyseliny p-hydroxybenzoové. Z toho vyplývá, že varem s kyselinami vznikají ze dvou významných anthokyanogenů stejné anthokyanidiny — kyanidin a delfinidin — jako z pigmentů květů.



Chlorid kyanidinu: R' , R'' jsou OH; R''' je H; chlorid delfinidinu: R' , R'' , R''' jsou OH

Těto skutečnosti se použilo při výzkumu látek v ječmenu, chmelu, sladařství a pivovarství vůbec. Červenou sraženinu flobafenů, která se tvoří při povahení tříslovin s minerálními kyselinami, lze vysvětlit vznikem kondenzovaného katechinu a červené zabarvení adsorpcí anthokyanidinového pigmentu na sraženině. Společný výskyt katechinů a anthokyanogenů lze považovat za obvyklý.

Vyskytují se ještě další třísloviny a jejich průvodní látky, které obsahují pyranový kruh, a to deriváty flavonolu (vzorec IV) a flavanu (vzorec I) [16—22].

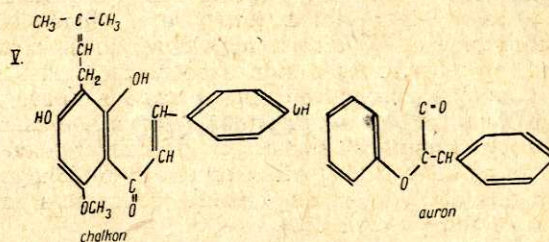


Hydroxyflavonoly

Kampferol: R' , R''' jsou H; R'' je OH; kvercetin: R' , R'' jsou OH; R''' je H; myricetin: R' , R'' , R''' je OH

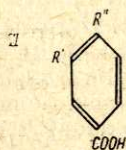
Rozštěpením vazby 1—2 vzniká další skupina

látek — chalkony (vzorec V), které stojí samostatně mimo uvedené skupiny s dihydrochalkonem a auronem.

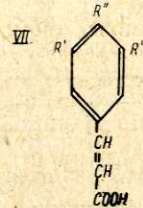


Rozmanitost sloučenin a jejich vlastností vysvětluje to, že kvantitativní stanovení těchto látek je nesnadné a ačkoli jsou známé některé metody kvantitativního stanovení tříslovin, nutno pokládat jejich výsledky za nepřesné [3, 23]. Stanovit jednotlivé složky tříslovin se nejlépe podařilo použitím chromatografie. Podrobnější identifikace těchto látek je však možná až po alkalickém štěpení [24], které znázorňuje vzorec I. Aromatický kruh A (vzorec I, II, III, IV) dává floroglucin a ze zbytku molekuly kruhu B a části zbytku pyranového kruhu, vzniká jedno- nebo vícekarboxylová kyselina (např. 3, 4-dihydroxyderiváty dávají kromě jiného kyselinu protokatechovou).

Počet látek, které mohou vzniknout degradací je velmi velký. Vedle floroglucinu vznikají analogy kyseliny protokatechové a kávové (vzorec VI a VII); jejich vznik závisí na tom, ve kterém místě se molekula štěpí (vzorec I).



Kyselina p-hydroxybenzoová: R' , R''' jsou H; R'' je OH; kyselina protokatechová: R' , R'' jsou OH; R''' je H; kyselina gallová: R' , R'' , R''' jsou OH; kyselina vanilová: R' je H; R'' je OH; R''' je OCH₃; kyselina syringová: R' , R'' jsou OCH₃; R''' je OH



Kyselina kávová: R' , R'' jsou OH; R''' je H; kyselina p-kumarová: R' , R''' jsou H; R'' je OH; kyselina ferulová: R' je H; R'' je OH; R''' je OCH₃

Tříslovinami v pivovarských surovinách se zabývalo mnoho pracovníků. Nejvýznamnější jsou práce Mc Farlana, Harrise, Lebertona [25] a Govaerta [26]. U sladu byl dokázán leukodelfinidin, leukokyanidin a d-(+)-katechin [17]. Nelze se však domnívat, že by toto zjištění vystihovalo složitost sladových tříslovin. Chmelová tříslovina je komplexem mnohem složitějším. Vedle tří složek, vyskytujících se ve sladu, obsahuje chmel anthokyanogeny spolu s epikatechinem [17], dále kvercetin a kampferol (vzorec IV) v podobě glykozidů a chalkon [26]. Ani zde není celkový počet typů vystihující, protože počet složek se zvětšuje tvorbou glykozidů nebo podobně jako u chmelových katechinů, kondenzací primárních složek na vysokomolekulární.

Zajímavý je vliv těchto látek na pivo a varní proces. Význam tříslovin v pivovarství je spatřován především v jejich vlivu na koloidní stabilitu a na organoleptické vlastnosti piva [27]. Proto také jsou ve většině prací sledovány třísloviny v hoto- vých pivech nebo až v zákalech. Osud tříslovin

sladové pluchy od vystírky po chmelovar nebyl sledován vystihujícími analytickými metodami. Taková zjištění by mohla vést spíše k chybným závěrům než k správné informaci [28]. Údaje o tříslovinách při výrobě piva, zjištěné použitím exaktních analytických metod, týkají se až chmelovaru. V mladině byla dokázána přítomnost anthokyanogenů, prekursorů kyanidinu a delfinidinu. Pro obě látky byl již vypracován způsob izolace, takže jejich kvantitativní stanovení je instruktivnější než stanovení komplexu směsi polyfenolových sloučenin, tj. celkových tříslovin. Stejně anthokyanogeny byly dokázány ve sladu, chmelu, hrubých a jemných kalech i v pivu [28].

Z porovnání normální chmelené mladiny a pokusné, nechmelené „mladiny“ vyplynulo, že z chmele přechází do roztoku více kyanidinu než delfinidinu. Převaha kyanidinu nad delfinidem byla zjištěna i u samotných chmelů. Ve dvanácti případech bylo v porovnání s obsahem delfinidinu zjištěno čtyřnásobné až desetinásobné množství kyanidinu.

Je zajímavé, že i přes změny v obsahu antokyanidinů, které nastávají při lomu mladiny, byl u tří várek, provedených Wyem a spol. [29], zjištěn téměř konstantní poměr kyanidin : delfinidin, a to 1,9 u mladiny a 2,4 v kalech, přičemž byla jeho hodnota vždy nižší v pivech než v mladinách. Obsah obou pigmentů se kvašením značně zvýšil, hlavně u delfinidinu. Tím lze vysvětlit zjištění, že chladový zákal vzniká i v pivech z podchlazených mladin, z nichž byl zákal vzniklý chladem odstraněn filtrací [30]. Odstranění uměle vytvořeného chladového zákalu sice snížilo obsah obou antokyanidinů, ale ve tvorbě obou pigmentů při kvašení se projevilo jen nepatrně.

Při použití polyvinylpyrolidinu (PVP) jako selektivního srážedla tříslovin [28] na konci chmelovaru, byl obsah antokyanidinů v mladině před zakvašením nižší než u kontrolní mladiny, avšak tvorba obou látek při kvašení byla u pokusné PVP-mladiny mnohem intenzivnější.

Dále bylo zjištěno, že kvasnice nesyntetizují pigmenty, protože již samotné probublávání mladiny inertním plynem (kyslíčkem uhlíčitým nebo dusíkem), zvyšuje obsah antokyanidinů [29]. Je možno předpokládat, že se antokyaniny vyskytují ve dvou formách, z nichž jednu lze stanovit použitou metodou, druhou nikoli. Kvašení nebo prohlubování CO₂ zvyšuje také obsah antokyanidinu v dialyzátu mladiny, získaném proti vodě. Protože prekursory procházejí membránou, nelze účinek CO₂ chápat jako uvolňování vázaných leukoantokyanů z velkých molekul (např. bílkovin).

V řadě laboratorí bylo zjištěno [2, 3, 31–33], že mladina a pivo obsahuje rovněž kampferol, kvercetin, myricetin a pravděpodobně další látky ze skupiny flavonolů. Tyto látky pocházejí zřejmě z chmele, protože se neobjevily ve sladině [18].

Celkem bylo na dvourozměrných chromatogramech zjištěno v mladinách 53 skvrn a 35 skvrn v pivech. Některé látky takto zjištěné se však dosud nepodařilo identifikovat. Vcelku lze vymezit pět skupin [29]:

1. Leukoantokyaniny: kyanidin a delfinidin. Jejich koncentrace se zvyšuje při kvašení. Dokázány byly aglykony.

2. Flavonoly: kampferol, kvercetin, myricetin, a čtvrtý neidentifikovaný.

3. Polyfenolové kyseliny, včetně kyseliny kávové, p-kumarové, ferulové, chlorogenové. Jejich podíl se zdá být větší v pivu než v mladině.

4. Blíže neidentifikované hnědé pigmenty, kterých na rozdíl od většiny uvedených látek při kvašení ubývá.

5. V hořkých kalech vznikajících při kvašení byly zjištěny: kyselina kávová, ferulová, p-kumarová, chlorogenová, dále kvercetin a jeden neidentifikovaný flavonol a pět hnědých pigmentů.

U pív vyrobených s použitím 20 až 40 % surogátů nebyl zjištěn podstatný rozdíl v obsahu antokyanidinů. Množství kyanidinu je vždy vyšší než množství delfinidinu a poměr kyanidin : delfinidin je nepřímě úměrný celkovému obsahu antokyanidinů, tj. stoupá-li celkové množství, je zvýšení obsahu delfinidinu větší než zvýšení obsahu kyanidinu. Nebyl zjištěn vztah mezi obsahem antokyanidinů a odolností pív vůči chladovému zákalu či hodnotami ITT-testu nebo obsahem bílkovin.

Vliv bílkovin však nelze v tomto směru zcela vylučovat, o čemž svědčí mnoho starších i novějších prací [34, 35], podle nichž u mladin s vyšším obsahem pravých bílkovin vzniká při kvašení více kalů [28]. Coutts [30] předpokládá, že tvorba kalů při kvašení závisí zčásti na interakci leukoantokyanů se složkami pravých bílkovin. Skutečnost, že se zde uplatňují ještě další faktory, zjistil autor [30] na různých, nahodile sledovaných provozních várkách.

Hartong [36] vysvětluje vznik jemných kalů při kvašení i chladového zákalu koacervací lyofilních tříslovin s bílkovinami. Uvádí, že pro vznik koacervátu není nutná rovnováha elektrostatických sil obou složek, avšak je možno předpokládat určitý rozsah poměru tříslovina : bílkovina, mimo který se koacervát vysráží. Při kvašení stoupá obsah leukoantokyanů a při určitém množství se vyloučí zákal, tj. vznikne koacervát. Tím lze také vysvětlit možnost zvýšení obsahu leukoantokyanů při kvašení, aniž by se zvýšilo množství kalů.

Mladina obsahuje relativně málo antokyanidinů a více leukoantokyanů i jejich prekursorů, které jsou jim pravděpodobně co do struktury velmi blízké. Každý z prekursorů má asi určitý vliv na rovnováhu redukované a oxydované formy leukokyanidinu a leukodelfinidinu a jen jedna forma se podílí na tvorbě chladového zákalu.

Větší zvýšení leukodelfinidinu při kvašení lze vysvětlit také větší účastí leukokyanidinu na tvorbě kalů při kvašení.

Dále byly třísloviny sledovány v zákalech pív. Jedna série chladových kalů obsahovala vedle fenolických látek až 30 % směsi leukokyanidinu a leukodelfinidinu [37]; jako původní byly dokázány látky blízké ligninu a blíže neidentifikované galloylové estery.

Pivo vyrobené ze sladu zbaveného pluch, má značně vyšší stabilitu, ale jeho organoleptický charakter je nepříznivě změněn [10]. To lze považovat za důkaz, že látky ze sladových pluch, zřejmě především třísloviny, jsou důležité pro charakter piva; naproti tomu některé z těchto látek podporují vznik kalů. Nebezpečí sladových tříslovin pro tvorbu chladového zákalu poznal už ve své práci Deux [38]. Na základě svých pokusů vyslovil předpoklad, že v porovnání s chmelovými tříslovinami tvoří sladové třísloviny pomaleji komplex s bílkovinami, popř. se slučují jen s určitými bílkovinami, s nimiž se však slučují i třísloviny chmelové. Tak se stává, že v soutěživé tvorbě tříslobílkovinných komplexů přechází sladová tříslovina až do hotového piva. Tomu lze do značné míry předejít o 30 minut pozdějším dávkováním chmele při chmelovaru [38].

Bylo by značným zjednodušením předpokládat, že látky obsažené v chladovém zákalu jsou jedinou příčinou jeho vzniku. Nicméně se zdá být pravděpodobné, že se na vzniku zákalu podílejí hlavně antokyanogeny. To dokazují pokusy, při nichž byly antokyanogeny selektivně odstraněny z piva nylonem, ať už přímou filtrací nebo přidáním nylonu jako prášku, a stabilita piva se podstatně zvýšila [37].

Zdá se, že vznik chladového zákalu závisí na hodnotě součinu rozpustnosti sloučeniny antokyanogen—bílkovina, popř. na rychlosti reakce probíhající mezi těmito dvěma látkami, a všech faktorech, které mohou rychlost průběhu této reakce urychlit či zpomalit. Význam odstranění takových látek z mladiny, např. polyvinylpyrolidinem je na druhé straně do značné míry snížen tvorbou dalších antokyanogenů při kvašení [18].

Oxydace, nastávající při dokvašování, se všeobecně považuje za hlavního činitele pro převedení reverzibilních látek, schopných tvořit chladový zákal na irreverzibilní (tj. nerozpustný) oxydační zákal; tak se snižuje obsah zákalotvorných látek v pivě. Je známo, že polyfenoly jsou snadno oxydatelné a v tomto případě hrají důležitou úlohu. Bylo by tedy možno očekávat, že oxydace polyfenolů nebo prodloužení dokvašování, povede ke vzniku výše molekulárních (méně rozpustných) kondenzačních spločin; zda tomu tak je, nebylo zatím zjištěno [39]. Pak by mohlo vznikat i nebezpečné množství antokyanogenů z jinak neškodných tříslovin. Bylo pozorováno, že taková změna může nastat při kvašení, tj. za redukčních podmínek [19]. Za donor kyslíku považuje Burgess vysoko vroucí myrcen z chmele [40]. Je nutno brát v úvahu také množství přítomných katalytických kovů, jako železa a mědi a jejich možný vliv na vlastnosti tříslovin, zvláště pak jejich katalytický účinek při vzniku antokyanogenů z příslušných prekurzorů.

Souhrnně lze říci, že na množství i jakosti tříslovin závisí do značné míry celkový charakter piva. Koloidní stabilita piva se zvýší snížením koncentrace specifických tříslovin, leukokyanidinu a leukodelfinidinu. Z pokusů konaných v tomto směru však vyplývá, že obsah vzduchu v pivě má vždy důležitý vliv na tvorbu zákalu [7].

Závěr

Dlouho se předpokládalo, že v mladině a pivě jsou významné, převážně třísloviny chmelové. Dokázalo se však, že význam sladových tříslovin je přinejmenším stejně velký [10] a že jejich vliv na koloidní stabilitu piva se uplatňuje, ně-li ve větší, tedy alespoň ve stejné míře jako vliv u tříslovin chmelových.

Vyřešení a úplné objasnění stability piva bude vyžadovat ještě mnoho práce. Je zapotřebí ještě blíže prozkoumat vztah tříslovin k ostatním látkám v pivě. Mezi chalkonem a hořkými kyselinami chme-

le, obsahují všechny třísloviny ve své struktuře floroglucin [7]; kumarin obsahuje pyranový kruh [41, 42].

Další zajímavý vztah je mezi antokyanogeny a ligninem [42]. Deriváty, které lze získat z ligninu, byly nalezeny v tzv. kyselině testinové [42, 43, 22] ječných pluch i v zákalech piva [37]. Tyto látky, o nichž není známo, zda mají skutečně původ v ligninu, jsou metylované polyfenolové deriváty a tvoří přechod k tříslovinám. Neméně důležité bude věnovat také pozornost dějům probíhajícím mezi jednotlivými typy bílkovin a tříslovin i zjištění uplatňujících se stimulačních nebo inhibičních faktorů.

Vcelku lze označit za úspěch, jehož bylo doposud dosaženo v chemii tříslovin, především důkaz nejednotnosti a početnosti složek této skupiny látek, poznání rozdílnosti jejich vlastností a odstranění nebezpečí pokládat skupinu za jeden celek. Lze očekávat, že poznatky ve výzkumu polyfenolových látek umožní řešit otázku skutečných příčin, snižujících stabilitu piva a nikoli problematickou druhotných symptomů.

Literatura

- [1] Heyduck M.: Wochenschrift f. Brauerei, 409 (1894).
- [2] Moufang E.: Das Bier (1918, loc. cit. H. Lüers: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Brauerei und Mälzerei, Nürnberg 1950).
- [3] Harris G.: Journ. of the Inst. of Brew. 62, 390 (1956).
- [4] De Clerck J. — Descamps: Bull. Anc. Et. Brass., Louvain 2 (1947).
- [5] Stádník Kvas 57, 101 (1928).
- [6] Chapman: Journ. of the Inst. of Brew. 360 (1907).
- [7] Hartong B. D.: Woch. f. Br., 11 (1929).
- [8] Preece I. A.: The Brewers Digest, 41 (1959).
- [9] Kocková-Kratochvilová A. a spol.: Kvasný průmysl 5, 7 (1959).
- [10] Bate-Smith, E. C. and Swain: Chem. & Ind. 377 (1953).
- [11] Hall R. D.: J. Inst. Brew. 64, 90 (1958).
- [12] Rabaté a spol.: Bull. Soc. Chem. Biol. 20, 459 (1938).
- [13] Fredenberg K.: Ber. 84, 144 (1951).
- [14] Wiliashko N.: Arch. Pharm. 242, 284 (1904).
- [15] Tauret Ch.: Compt. rend 129, 725 (1889).
- [16] Forsyth W. G. C., Ouensell V. C.: Biochem. J. 65, 177 (1957).
- [17] McFarlane W. D., Wey E., Grant H. L.: Proc. Eur. Brew. Conv., Baden-Baden, 298 (1955).
- [18] Harris G., Ricketts R. W.: Chem. & Ind., 686 (1958).
- [19] Wey E., McFarlane W. D.: Proc. Eur. Brew. Conv. Copenhagen, 299 (1957).
- [20] Vancraenenbroeck R., Lonte R.: Bull. Assoc. Ec. Brass. Louvain 51, 1 (1955).
- [21] Harris G., Ricketts R. W.: J. Inst. Brew. 64, 22 (1958).
- [22] Stevens R.: J. Inst. Brew. 64, 470 (1958).
- [23] Bengough W. L., Harris G.: J. Inst. Brew. 61, 134 (1955).
- [24] Soudek J.: Chmelářství 31, 1 (1958).
- [25] Govaert F., Verzele M., Anteunis M., Fontijn F., Stock J.: Experientia 13, 105 (1957).
- [26] Brewing Industry Research Foundation, Annual Report: J. Inst. Brew. 65, 112 (1959).
- [27] Burgess A. H., Tatchell A. R.: Dept. Hop Res. Wye Coll 21 (1950).
- [28] Lebreton P.: Le Petit Journal du Brasseur 65, 2641/2 (1957).
- [29] McFarlane W. D. a spol.: loc. cit. 16, 299.
- [30] Wey E., McFarlane W. D.: loc. cit. 18, 302.
- [31] Coutts W.: Proc. Master. Brewers Assoc. Am. Comp., 42 (1955).
- [32] Harris G.: J. Inst. Brew. 59, 121 (1953).
- [33] Bengough J., Harris G.: J. Ins. Brew. 61, 134 (1955).
- [34] Vancraenenbroeck R.: loc. cit. 19.
- [35] Lüers H.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Brauerei und Mälzerei, Nürnberg (1939).
- [36] Hopkins R. H.: Biochemistry Applied to Malting and Brewing, London 1947.
- [37] Hartong B. D.: Proc. Eur. Brew. Conv., Lucerne 56 (1949).
- [38] Kirsop B. H.: J. Inst. Brew. 63, 295 (1957).
- [39] Deux Y.: Le Petit Journ. du Brasseur 2444-6 (1953).
- [40] Lebreton P.: Brasserie 13, 104 (1958).
- [41] Macey A.: J. Inst. Brew. 63, 477 (1957).
- [42] Bate-Smith E. C.: Biochem. J. 58, 122 (1954).
- [43] Bate-Smith E. C., Lerner N. H.: Biochem. J. 58, 126 (1954).
- [44] Stevens R.: J. Inst. Brew. 64, 470 (1958).

Došlo do redakce 29. 6. 1960.

ЗНАЧЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА

В статье рассматриваются результаты новейших исследований направленных на изучение влияния полифеноловых веществ присутствующих в сырье пивоваренной промышленности. Показывается роль отдельных составляющих комплекса дубильных веществ как по отдельным фазам производственного процесса, так и в готовом пиве.

POLYPHENOLSTOFFE IN DER BIERHERSTELLUNG

Der Artikel bringt eine Übersicht über den bisherigen Stand der Kenntnisse der Polyphenolstoffe in den Brauerei-Rohstoffen. Der Bedeutung und dem Auftreten der einzelnen Bestandteile des Gerbstoffkomplexes bei der Bierherstellung und im Fertigbier wird Aufmerksamkeit gewidmet.

POLYPHENOLIC SUBSTANCES AND THEIR IMPORTANCE FOR BREWING INDUSTRY

The article presents a summary of results of recent research works aimed at the determination of the role the polyphenolic substances have in brewing processes. The importance of individual components of tanning matters is analysed and their effect indicated both in individual stages of manufacturing process and in final product.