

Vliv vysokomolekulárních látek extraktu na viskozitu piva

Ing. JAN MASÁK, JIŘÍ JANATA, Prof. Ing. GABRIELA BASAŘOVÁ, DrSc., Vysoká škola chemickotechnologická, katedra kvasné chemie a bioinženýrství, Praha

663.41

Klíčová slova: pivo, extrakt, polysacharidy, bílkoviny, vysokomolekulární látky, redukující látky, fyzikální vlastnosti, viskozita, korelace

1. ÚVOD

Z hlediska koloidních vlastností je pivo charakterizováno jako složitý heterogenní, koloidní a krystaloidní systém. Takový systém je nazýván disperzní soustavou [1]. Na tvorbě celkové viskozity se podílejí všechny látky přítomné v pivu. Rozhodující podíl na celkové viskozitě se přisuzuje vysokomolekulárním látkám, přestože jsou přítomny ve velmi malých koncentracích.

Pozornost řady autorů je soustředěna k vysokomolekulárním polysacharidům, zvláště k β -glukanům. Vysoká viskozita roztoků β -glukanu je způsobena stavbou jeho molekul. Molekula β -glukanu tvoří lineární řetězec, často helikální tvaru. Vyznačuje se značnou plasticitou a stlačitelností [20]. V proudící kapalině výrazně zvyšuje smykové tření.

Ječmen jako základní surovina sladařské a pivovarské technologie je hlavním zdrojem β -glukanů v extraktu piva. Jejich relativní molekulová hmotnost se pohybuje v rozmezí 2×10^5 až 2×10^7 a vytváří velmi viskózní roztoky [7]. V mladině a pivu se pak nacházejí β -glukany s molekulovou hmotností 7×10^4 až 6×10^5 [8]. Podíl o vyšší molekulové hmotnosti značně zvyšují viskozitu vyrobeného piva [9].

Řada odborníků [10, 11, 12] potvrdila významnou korelaci ($r^2 = 0,91$) mezi obsahem β -glukanů nenaklíčeného ječmene, získaných extrakcí v kyselém prostředí a logaritmem viskozity tohoto extraktu. Rovněž se prokázalo, že odrůda ječmene a prostředí, ve kterém je pěstován, ovlivňují viskozitu tzv. kyselého extraktu [5, 10, 13]. Vliv odrůdy je poněkud větší.

Viskozitou extraktu sladu se zabýval *Smith et al.* [11, 12]. Zjistili, že v extraktu z embryonální části zrna dosahuje viskozita minimální hodnoty (asi 1,2 mPa.s) po čtyřech dnech klíčení. Podobná minimální viskozita byla nalezena v extraktu ze střední části zrna po pátém dnu, zatímco viskozita extraktů z distální části se snižovala až šestý den. Některé odrůdy se liší pouze zvýšenou viskozitou extraktů z distální části [10]. S uvedenými výsledky také úzce souvisí zvyšující se aktivita enzymů štěpících gumovité látky v průběhu klíčení ječmene v jednotlivých částech zrna [14]. K zajímavým výsledkům dospěli *Foldager a Jorgensen* [15] při sledování vztahu mezi molekulovou hmotností β -glukanů a viskozitou extraktu.

Zjistili, že sladina vyrobená z pětidenního sladu z kvalitní odrůdy Triumph měla nižší viskozitu, ale větší množství vysokomolekulárních β -glukanů, než sladina

z devítidenního sladu z podprůměrné odrůdy Minerva, která obsahovala méně vysokomolekulárních β -glukanů a přesto měla vyšší viskozitu. Je zřejmé, že problematiku viskozity sladin je nutno řešit komplexně a nelze se soustřeďovat na celkový obsah β -glukanů ve sladidě.

V průběhu rmutování ovlivňuje obsah β -glukanů a viskozitu teplota rmutování ve spojení s aktivitou komplexu solubilasy, který má podobné účinky jako kyselé karboxypeptidasy. Těmito závislostmi se v průběhu infúzního rmutování zabýval *Bamforth a Martin* [16]. Se vzrůstající teplotou se zvyšuje účinek solubilasy a koncentrace rozpuštěných gumovitých látek vzrůstá. Vysoké koncentrace gumovitých látek ve sladidě jsou provázeny vzrůstem viskozity a také snížením rychlosti filtrace. Viskozita sladin z jemně mletých sladů bývá vyšší, avšak rychlost filtrace je lepší. Stejná závislost se projevuje v případě řidší vystírky.

Viskozita je poměrně snadno měřitelná veličina. Lze ji dobře stanovit i v podmínkách provozních laboratoří. To je jeden z hlavních důvodů, proč se hledají závislosti mezi viskozitou a obsahem některých důležitých látek extraktu, jejichž analytické stanovení je obtížné.

Erdal a Gjertsen [17] považují viskozitu sladin za lepší index pro předpověď tvorby β -glukanového gelu (zákalu) než vlastní obsah β -glukanů ve sladidě. Podle *Letterse et al.* [18] však při 20% surořaci ječnými vločkami nekoreluje viskozita sladin s gelovým potenciálem piva.

Sledování viskozity extraktů ječmene bylo využito při šlechtění nových odrůd s nízkým obsahem β -glukanů [19]. Vztahů mezi viskozitou a obsahem β -glukanů bylo použito také pro jejich analytické stanovení. Lze je však úspěšně provést pouze za přesně definovaných podmínek pro přípravu proměřovaného roztoku [2, 3, 4]. Metody se poměrně dobře osvědčily při hodnocení nesladovaných ječmenů. Rozšíření dosáhly také viskozimetrické metody pro stanovení aktivity enzymového komplexu β -glukanas [6].

V naší práci jsme se zaměřili na zjištění možných korelací mezi obsahem vysokomolekulárních látek v pivu a jeho viskozitou.

2. METODIKA

2.1 Materiál

Pro sledování závislosti viskozity a koncentrace vysokomolekulárních látek se použily vzorky piva „A“.

Tabulka 1. Základní charakteristiky sledovaných pív

Označení piva	Charakteristika
A	12% pivo s 10% surogací sacharosou, nestabilizované
B	12% pivo, s 20% surogací sacharosou, stabilizované
C	12% pivo, sypání 100% slad, stabilizované
D	12% pivo, sypání 100% slad, nestabilizované
E	12% pivo, s 10% surogací ječným šrotem, nestabilizované

Pro porovnání vztahu mezi viskozitou a obsahem vysokomolekulárních látek se použily vzorky pív různého typu. Blíže charakteristiky jsou uvedeny v tabulce 1.

2.2 Stanovení celkových sacharidů

Množství celkových sacharidů bylo stanoveno spektrofotometricky proměření intenzity zbarvení komplexu vzniklého reakcí degradačních produktů sacharidů v kyselém prostředí s fenolem [21].

Ke 2 ml vzorku obsahujícím 10 až 80 μg sacharidů se přidá 50 μl 80% fenolu. Po promíchání se přidá 5 ml koncentrované kyseliny sírové a směs se temperuje 15 minut při teplotě 30 °C. Zbarvení vzorku se proměří při 490 nm proti slepému pokusu. Obsah sacharidů se odečte z kalibrační přímky.

2.3 Stanovení bílkovin

Bílkoviny se stanovily metodou podle Folina-Ciocalteu [22] založenou na barevné reakci Folinova činidla s tyrosinem a tryptofanem v bílkovinách.

K 9 ml vzorku se za stálého míchání přidá 5 ml 20% roztoku uhlíčitanu sodného a po kapkách 1 ml Folinova činidla. Směs se 6 minut temperuje v lázni 37 °C teplé a po 30 minutách stání při teplotě místnosti se vzniklé zbarvení proměří při 750 nm proti slepému pokusu. Koncentrace bílkovin se odečte z kalibrační přímky.

2.4 Stanovení redukujících cukrů

Redukující cukry se stanovily spektrofotometricky po barevné reakci s kyselinou 3,5-dinitrosalicylovou v alkalickém prostředí [23].

Vzorek se promíchá v poměru 1+1 s činidlem a zahřívá se 15 minut na vroucí vodní lázni. Po ochlazení se ihned proměří zbarvení vzorku proti slepému pokusu při 575 nm. Obsah redukujících látek vyjádřených jako glukosa se odečte z kalibrační přímky.

2.5 Měření viskozity

Viskozita roztoků se měřila kapilárním viskozimetrem podle Ubbelohde [6]. Relativní dynamická viskozita se určí z doby průtoku určitého objemu kapaliny a její specifické hmotnosti ve vztahu k době průtoku a specifické hmotnosti destilované vody při 20 °C.

$$\eta_{\text{rel.}} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0}$$

kde $\eta_{\text{rel.}}$ je relativní dynamická viskozita [1],

η — dynamická viskozita [Pa · s],

t — doba průtoku [s],

ρ — specifická hmotnost [g · cm⁻³].

Poznámka: hodnoty užitých veličin bez indexu platí pro vzorek, s indexem „0“ pro vodu.

Tabulka 2. Rozbory vzorků 12% pív

Druh piva	Původní pivo			Roztok vysokomolekulárních látek			Pivo bez vysokomolekulárních látek		
	bílk. (g · l ⁻¹)	sach. (g · l ⁻¹)	visk. (mPa · s)	bílk. (mg · l ⁻¹)	sach. (g · l ⁻¹)	visk. (mPa · s)	bílk. (g · l ⁻¹)	sach. (g · l ⁻¹)	visk. (mPa · s)
A	0,817	43,9	1,805	5,41	1,32	1,124	0,612	42,6	1,194
B	0,807	32,6	1,583	7,15	0,82	1,124	0,600	31,8	1,201
C	0,692	51,9	1,843	13,9	3,05	1,231	0,678	48,9	1,286
D	0,487	41,5	1,853	9,15	1,43	1,227	0,478	40,1	1,231
E	0,576	39,5	1,742	11,7	1,58	1,218	0,584	37,9	1,188

2.6 Modelování koncentrace vysokomolekulárních látek

Vysokomolekulární látky byly získány z piva vysrážením methanolem, jehož výsledná koncentrace v pivu byla 60 %. Ve sraženině se stanovil celkový obsah sacharidů, bílkovin a redukujících cukrů. Tato sraženina se rozpustila v 10krát menším objemu vody, popř. piva, než byl objem původního vzorku piva, ze kterého byla sraženina získána. Takto se připravil vodný roztok s 10násobnou koncentrací a vzorek piva s 11násobnou koncentrací vysokomolekulárních látek ve srovnání s původním vzorkem piva. Oba roztoky byly postupně ředěny vodou (pí-
vem) k nulové koncentraci a ve všech těchto roztocích se stanovovala viskozita.

Vztažný roztok pro výpočet relativní viskozity v případě modelových vzorků piva s různou koncentrací vysokomolekulárních látek byl připraven tímto způsobem: filtrát piva po oddělení vysokomolekulárních látek se odpařil na vakuové odparce do sucha. Odparek se rozpustil v malém množství vody a přidalo se tolik ethanolu, aby vzorek po doplnění na původní objem obsahoval stejné množství ethanolu jako pivo.

2.7 Rozbory pív

V jednotlivých vzorcích piva se stanovil obsah bílkovin, celkových sacharidů a změřila se viskozita. Dále se ze vzorků piva vysrážely vysokomolekulární látky 60% methanolem. Sraženina se oddělila na fritě S 4 a rozpustila v destilované vodě na původní objem piva. Filtrát se odpařil na vakuové odparce do sucha a odparek se rovněž rozpustil v destilované vodě a ethanolu na původní objem piva. Ethanol se přidal v množství odpovídajícímu původnímu pivu. V roztoku vysokomolekulárních a nízkomolekulárních látek (filtrátu) se opět stanovil obsah bílkovin, celkových sacharidů a viskozita stejným způsobem jako u původního vzorku piva.

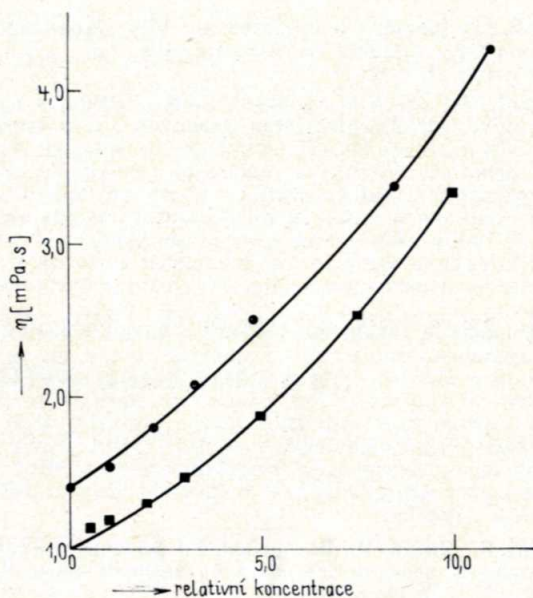
3. VÝSLEDKY A DISKUSE

V první části práce se sledoval vztah mezi koncentrací vysokomolekulárních látek definovaných jako sraženina z piva 60% methanolem a viskozitou. Sraženina z 1 litru piva obsahovala 7,36 mg bílkovin, 903 mg polysacharidů a 64,8 mg redukujících látek vyjádřených jako glukosa. Z uvedených hodnot a z hodnot v tabulce 2 vyplývá, že za použitých podmínek srážení přechází většina bílkovin do filtrátu.

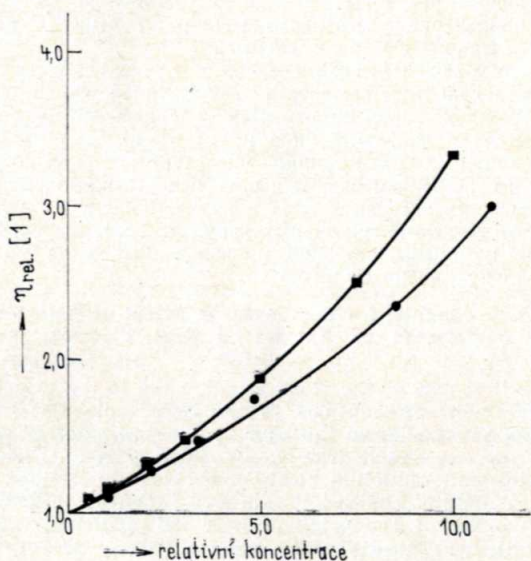
Závislost mezi koncentrací vysokomolekulárních látek a viskozitou v destilované vodě a pivu je znázorněna na obrázku 1. V obou prostředích se jedná o exponenciální závislost s velmi podobným průběhem. Celkově vyšší hodnoty viskozity získané při měření v pivu charakterizují viskozitu disperzního prostředí, v němž jsou vysokomolekulární látky dispergovány. Koncentrace nízkomolekulárních látek extraktu piva je řádově vyšší ve srovnání s koncentrací polysacharidů. Přesto je jejich podíl na výsledné viskozitě rozhodující.

Vliv disperzního prostředí na hodnotu viskozity při různé koncentraci vysokomolekulárních látek je znázorněn na obrázku 2. Je zde vynesena závislost mezi koncentrací vysokomolekulárních látek a relativní viskozitou roztoku. Průběh závislosti má opět exponenciální charakter. Při vyšších koncentracích však dochází k rychlejšímu nárůstu viskozity v destilované vodě. Projevuje se asociační efekt známý u povrchově aktivních látek, k nimž polysacharidy a bílkoviny patří. Extraktivní látky piva působí zřejmě negativně při tvorbě asociačních komplexů vysokomolekulárních látek.

Ve druhé části práce jsme se pokusili zjistit na něko-



Obrázek 1. Závislost mezi koncentrací vysokomolekulárních látek a viskozitou
—●— disperzní prostředí pivo
—■— disperzní prostředí destilovaná voda

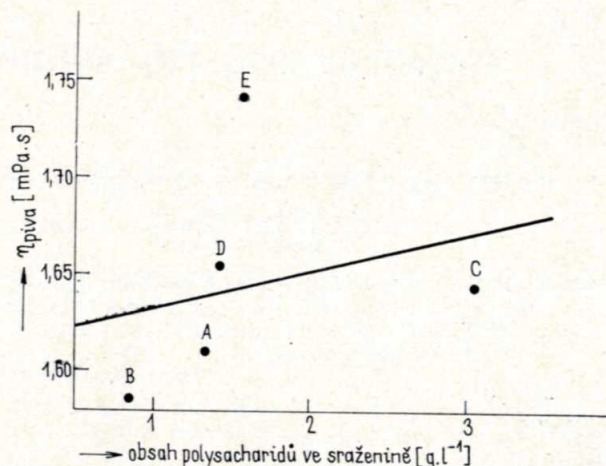


Obrázek 2. Závislost mezi koncentrací vysokomolekulárních látek a relativní viskozitou
Hodnota relativní koncentrace 1,0 odpovídá koncentraci vysokomolekulárních látek v původním vzorku piva.

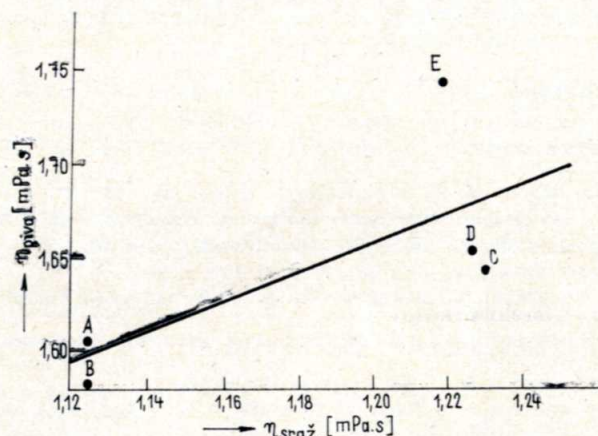
lika typech pív, do jaké míry je viskozita piva závislá na celkovém obsahu vysokomolekulárních látek bez ohledu na technologii a suroviny použité pro výrobu piva. Pro tento účel jsme provedli stanovení bílkovin, celkových polysacharidů a viskozity v původním vzorku piva, po oddělení vysokomolekulárních látek a v roztoku vysokomolekulárních látek. Průměrné hodnoty vždy ze 3 měření jsou uvedeny v tabulce 2.

U vzorku piva „E“ byla silně narušena koloidní stabilita se zjevnou opalescencí. Při rozboru se také prokázala zvýšená viskozita a vyšší obsah polysacharidů ve sraženině. Viskozita roztoku vysokomolekulárních látek se však od ostatních vzorků nelišila. Filtrace tohoto piva byla v provozu značně obtížná.

Obrázek 3 znázorňuje vztah mezi obsahem polysacharidů ve sraženině a viskozitou piva. Na základě hodnoty korelačního koeficientu ($r = 0,26$) je zřejmé, že mezi viskozitou vzorků různých pív a obsahem polysacharidů neexistuje žádná závislost. Podobně nebyla nalezena žádná závislost mezi celkovým množstvím vysokomolekulárních látek piva, popř. bílkovin a viskozitou. Poté se hledaly vztahy mezi viskozitou jednotlivých frakcí a celkovou viskozitou piva.



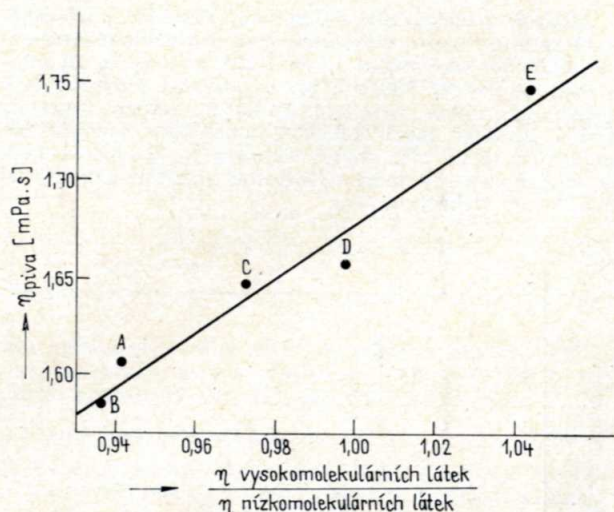
Obrázek 3. Vztah mezi viskozitou piva a obsahem vysokomolekulárních polysacharidů (Rovnice přímky: $y = 0,019x + 1,614$, korelační koeficient $r = 0,26$)



Obrázek 4. Vztah mezi viskozitou piva a viskozitou roztoku vysokomolekulárních látek piva (Rovnice přímky: $y = 0,799x + 0,722$, korelační koeficient $r = 0,71$)

Při porovnání viskozity roztoku vysokomolekulárních látek a viskozity původního piva (obrázek 4) vyplývá z korelačního koeficientu ($r = 0,71$) pro 5 vzorků více než 80% pravděpodobnost korelace.

Úzký vztah mezi viskozitou roztoku vysokomolekulárních látek a viskozitou piva je dále potvrzen na obrázku 5, kde pro závislost mezi viskozitou piva a poměru viskozity roztoku vysokomolekulárních látek k viskozitě nízkomolekulárních látek (filtrátu) vyplývá více než 99% pravděpodobnost korelace ($r = 0,98$). Se vzrůstající hodnotou viskozity roztoku vysokomolekulárních látek extraktu ve srovnání s viskozitou nízkomolekulárních látek extraktu stoupá i viskozita piva. Viskozita pív, u kterých není hodnota uvedeného podílu větší než 1,00, se pohybuje v rozmezí běžných hodnot.



Obrázek 5. Vztah mezi viskozitou piva a poměrem viskozit vysokomolekulárních látek a nízkomolekulárních látek (Rovnice přímky: $y = 1,361x + 0,315$, korelační koeficient $r = 0,98$)

4. ZÁVĚR

Závislost mezi koncentrací vysokomolekulárních látek extraktu piva a jejich viskozitou má exponenciální charakter. Nárůst viskozity při vyšších koncentracích vysokomolekulárních látek je rychlejší v destilované vodě než v pivu. Nebyla zjištěna žádná závislost mezi koncentrací polysacharidů v různých typech piv a jejich viskozitou. Prokázala se vysoká korelace ($r = 0,98$) mezi celkovou viskozitou piva a hodnotou poměru viskozit roztoků vysokomolekulárních a nízkomolekulárních látek extraktu piva v různých vzorcích.

Literatura

- [1] KÄHLER, M., VOBORSKÝ, J.: Filtrace piva, SNTL, Praha 1981
- [2] GREENBERG, D. C., WHITMORE, E. T.: J. Inst. Brew. **80**, 1974, s. 31
- [3] MORGAN, A. H., GOTHARD, P. G.: J. Inst. Brew. **83**, 1977, s. 37
- [4] Monograph II. EBC Barley and Malting Symposium, Zeist, 1975
- [5] AASTRUP, S.: Carlsberg Res. Commun. **44**, 1979, s. 289
- [6] BATHGATE, G. N.: J. Inst. Brew. **85**, 1979, s. 92
- [7] DJURTOFT, R., RASMUSSEN, K. L.: Proc. EBC Congr., Baden-Baden 1955, s. 17
- [8] FORREST, I. S., WAINWRIGHT T.: Proc. EBC Congr., Amsterdam, 1977, s. 401
- [9] SCOTT, R. W.: J. Inst. Brew. **78**, 1972, s. 179
- [10] MORGAN, A. G., GILL, A. A., SMITH, D. B.: J. Inst. Brew. **89**, 1983, s. 283
- [11] SMITH, D. B., MORGAN, A. G.: J. Inst. Brew. **86**, 1980, s. 277
- [12] SMITH, D. B., MORGAN, A. G., GILL, A. A.: J. Inst. Brew. **86**, 1980, s. 113
- [13] AASTRUP, S.: Carlsberg Res. Commun. **44**, 1979, s. 381
- [14] AASTRUP, S., ERDAL, K.: Carlsberg Res. Commun. **45**, 1980, s. 369
- [15] FOLDAGER, L., JORGENSEN, K. G.: Carlsberg. Res. Commun. **49**, 1984, s. 525
- [16] BAMFORTH, C. W., MARTIN, H. L.: J. Inst. Brew. **87**, 1981, s. 365
- [17] ERDAL K., GJERTSEN, P.: Proc. EBC Congr., Madrid, 1987, s. 295
- [18] LETTERS, R., BYRNE, H., DOHERTY, M.: Proc. EBC Congr., Helsinki, 1985, s. 395
- [19] AASTRUP, S.: Carlsberg Res. Commun. **48**, 1983, s. 427
- [20] WOODWARD, J. R., FINCHER, G. B., STONE, B. A.: Carbohydr. Polym. **3**, 1983, s. 207
- [21] ERDAL, K., GJERTSEN, P.: Proc. EBC Congr., Estoril, 1971, s. 49
- [22] DAVIDEK, J.: Laboratorní příručka analýzy potravin, SNTL, Praha 1981
- [23] MILLER, G. L.: Anal. Chem. **31**, 1959, s. 1426

Lektoroval Ing. Jan Šavel, CSc.

Masák, J. - Janata, J. - Basařová, G.: Vliv vysokomolekulárních látek extraktu na viskozitu piva. Kvas. prům. **33**, 1987, č. 6, s. 165—168.

První část práce je věnována měření viskozity roztoků vysokomolekulárních látek získaných z piva vysrážením 60% methanolem. Ve sraženině se stanovil obsah polysacharidů, bílkovin a redukcíjících látek. Sraženina se rozpustila v jedné desetině objemu původního piva, resp. destilované vody. Takto připravené roztoky se postupně ředily až k nulové koncentraci vysokomolekulárních látek a ve všech roztocích se měřila viskozita. V pivu je růst viskozity pomalejší ve srovnání s destilovanou vodou.

Vzhledem k odlišnému složení a dalším vlastnostem vysokomolekulárních látek v různých typech piv se neprokázala závislost mezi obsahem polysacharidů v extraktu piva a jeho viskozitou. Vysoká korelace ($r = 0,98$) však existuje mezi viskozitou piva a poměrem viskozity roztoku vysokomolekulárních látek extraktu piva a viskozity piva zbaveného vysokomolekulárních látek. Pokud tento poměr nepřesáhne 1,00, mají vyrobená piva běžnou hodnotu viskozity.

Масак Я., Яната, И., Басаржова Г.: Влияние высокомолекулярных веществ экстракта на вязкость пива. Квас. прум. **33**, 1987, Но 6, стр. 165—168.

Первая часть работы посвящена измерению вязкости растворов высокомолекулярных веществ, полученных из пива путем осаждения 60 %-ным метанолом. В осадке было определено содержание полисахаридов, белков и восстанавливающих веществ.

Осадок растворили в одной десятой объема исходного пива, или же дистиллированной воды. Таким образом полученные растворы постепенно разбавляли до нулевой концентрации высокомолекулярных веществ и во всех растворах измеряли вязкость.

Бвиду отличающегося состава и других свойств высокомолекулярных веществ в разных типах пив не была подтверждена зависимость между содержанием полисахаридов в экстракте пива и его вязкостью. Высокая корреляция ($r = 0,98$) однако существует между вязкостью пива и отношением вязкости раствора высокомолекулярных веществ экстракта пива и вязкости пива, извлеченного от высокомолекулярных веществ. Если это соотношение не превышает 1,00 произведенные пива имеют нормальную величину вязкости.

Masák, J. - Janata, J. - Basařová, G.: Effect of High Molecular Compounds of Extract on Beer Viscosity. Kvas. prům. **33**, 1987, No. 6, pp. 165—168.

The first part of the work was devoted to the viscosity measurement of solutions of the high molecular compounds obtained from the beer by the precipitation with 60 % of methanol. The content of polysaccharides, proteins and reduction compounds was determined in the precipitate. The precipitate was dissolved in 1/10 of the volume of the original beer or distilled water, respectively. These solutions were diluted in a range to the zero concentration of the high molecular compounds. The viscosity of all these solutions was measured. The increase of viscosity was more quick in distilled water in comparison with that in the beer. No correlation between the polysaccharide level in beer extract and the viscosity was found due to the different composition and further properties of the high molecular compounds in various types of beers. However, the high correlation ($r = 0,98$) exists between the beer viscosity and the ratio of the viscosity of high molecular compounds solution of beer extract and the viscosity of beer deprived from these high molecular compounds. The beer viscosity is usual until the mentioned ratio ceased the value of 1,00.

Masák, J. - Janata, J. - Basařová, G.: Einfluß der hochmolekularen Extraktsubstanzen auf die Viskosität des Bieres. Kvas. prům. **33**, 1987, Nr. 6, S. 165—168.

Der erste Teil der Arbeit ist der Messung der Viskosität der hochmolekularen Substanzen gewidmet, die durch Ausfällung mittels 60 % Methanol aus Bier gewonnen wurden. In dem Fällprodukt wurde der Gehalt an Polysacchariden, Eiweißstoffen und reduzierenden

Stoffen bestimmt. Das Fällprodukt wurde in einem Zehntel des Volumens des ursprünglichen Bieres, bzw. destillierten Wassers gelöst. Die so aufbereiteten Lösungen wurden nach und nach bis zur Nullkonzentration der hochmolekularen Substanzen verdünnt und in allen Lösungen wurde die Viskosität gemessen. Im Bier ist der Anstieg der Viskosität im Vergleich mit destilliertem Wasser langsamer.

Mit Hinsicht zu der unterschiedlichen Zusammensetzung und zu den weiteren Eigenschaften der hochmole-

kularen Substanzen in verschiedenen Biertypen konnte keine Abhängigkeit zwischen dem Gehalt der Polysaccharide im Bierextrakt und seiner Viskosität bewiesen werden. Eine hohe Korrelation ($r = 0,98$) besteht jedoch zwischen der Viskosität des Bieres und dem Verhältnis der Viskosität der Lösung der hochmolekularen Substanzen des Bierextrakts und der Viskosität des Bieres ohne hochmolekulare Substanzen. Wenn dieses Verhältnis nicht über 1,00 liegt, weisen die erzeugten Biere geläufige Viskositätswerte auf.