

## Technologické vlivy působící na filtrovatelnost piva

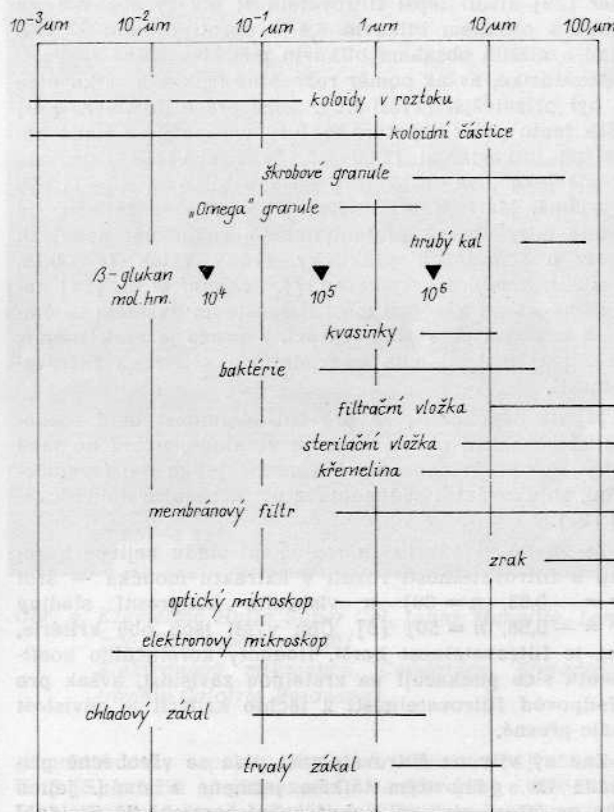
663.444.4  
663.465

Ing. JAN VOBORSKÝ, Ing. GABRIELA BASAŘOVÁ, DrSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Čiřost piva je jedním ze základních požadavků spotřebitele. Zákaly, popřípadě sedimenty, které se vytvářejí za určitou dobu skladování v pivu jsou původu mikrobiálního nebo koloidního. Zajištění požadované ústojnosti závisí z mikrobiálního hlediska především na striktním dodržování hygieny provozu po celé lince výroby piva. Podstatně složitější je problematika tvorby koloidních zákalů, respektive ovlivnění čířosti piva změnami složení koloidních sloučenin během výroby, filtrace a skladování. Kromě kvality surovin, technologických úprav a stabilizačních postupů se v současné době věnuje značná pozornost zajištění dobré filtrovatelnosti piva, která je základním předpokladem koloidní stability pivovarských výrobků. Filtrovatelnost je vlastnost nefiltrovaného piva související s charakterem zákalových částic a jejich schopnosti zadržet se za určitých podmínek v přesně definované filtrační vrstvě. Tuto vlastnost piva ovlivňuje řada faktorů. V řadě případů při jejich znalosti lze upravit technologii, dosáhnout požadované čířosti a zabránit potížím při filtraci. V dalším jsou shrnuty dosavadní zveřejněné poznatky o příčinách rozdílné filtrovatelnosti piv.

Zpravidla se filtrovatelnost hodnotí nárůstem tlaku nebo množstvím piva, které může projít až do ucpání filtrační přepážky [6, 36] a dále čířostí piva, podle našeho názoru stejně důležitým kritériem, i když poněkud opomíjeným.

Obsah látek, tvořících zákal, jejich charakter a velikost vymezují souvislost mezi koloidní stabilitou a filtrovatelností piva. Filtrací se odstraňují částice, jejichž velikost je zpravidla větší než  $1\text{ }\mu\text{m}$ , zatímco koloidy piva mají rozměry  $10^{-1}\text{ }\mu\text{m}$  až  $10^{-3}\text{ }\mu\text{m}$ . Velikost různých částic v pivu, možnosti jejich pozorování a odstranění jsou zřejmé z obr. 1 [26, 33]. Vedle velikosti pórů filtrační přepážky rozhoduje také tloušťka a její struktura, takže v praxi lze předpokládat zachycení částic až 10krát menších než je velikost pórů, zejména u deskové, popřípadě křemelinové filtrace [35]. Částice



Obr. 1. Velikost různých částic v pivu, možnosti mechanického odstranění a možnosti pozorování [33, 26]

menší než  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  přecházejí již z větší části do filtrátu. Tyto látky jsou pak vedle dalších polymerních slouče-

nin, katalytického působení kovů a oxidačních změn některých složek extraktu zdrojem zákalů ve filtrovaném pivu. Předpokladem dobré koloidní stability je získat filtrací pivo s vysokou číroostí, tj. pod 0,20 j. EBC. Přítomnost jemných částic ve zfiltrovaném pivu projevující se zhoršenou číroostí, vyvolává náchylnost ke koloidním zákalům. Technologická opatření směřující ke zlepšení filtrovatelnosti piva působí proto preventivně i na jeho koloidní stabilitu.

## VLIVY PŮSOBÍCÍ NA FILTROVATELNOST PIVA

### Suroviny

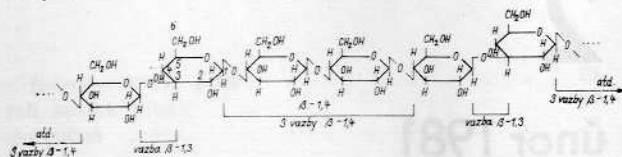
Vztah analytických kritérií ječmene a sladu k filtrovatelnosti piva je dosti nejasný. Předně se zkoumal obsah bílkovin, které jsou zcela logicky pokládány za potenciální prekursorů zákalů. Zveřejněné výsledky nejsou jednoznačné patrně proto, že sledovaná kritéria — celkový N, rozpustný N, Kolbachovo číslo — nemohou vystihnout další rozsáhlé změny bílkovinných složek při rmutování a kvašení. Esser a Schildbach [6] vypočetli ze 30 měření korelační koeficient mezi filtrovatelností a obsahem bílkovin v ječmeni resp. sladu  $r = -0,30$ , resp.  $r = -0,27$ , což dokazuje pouze nepatrnou tendenci k zhoršení filtrovatelnosti se zvýšeným obsahem bílkovin. Prakticky to znamená ze statistického hlediska nezávislost obou proměnných. Korelační koeficient  $r$  vyjadřuje závislost dvou veličin, může nabýt hodnot  $-1$  až  $+1$ . Tyto krajní hodnoty znamenají absolutní nepřímou nebo přímou závislost. Čím více se blíží  $r$  k nule tím jsou obě veličiny nezávislejší. Například při počtu měření  $n = 30$  je nezávislost určena hodnotou  $r = 0,35$ . Sommer [29] zjistil lepší filtrovatelnost piv vyrobených ze sladu s obsahem bílkovin 8,4 % oproti obsahu 12,4 %. Slad s nižším obsahem bílkovin měl sice méně rozpustného dusíku, avšak poměr rozpustné frakce k celkovému N byl příznivější (vyšší KČ). Další práce Sommera [30] však tento nálezh nepotvrdila. Piva vyrobená ze sladů bohatých bílkoviny (13,0–13,4 % v suš.) se filtrovala stejně jako piva ze sladů o obsahu bílkovin 9,1–11,1 % v sušině. Mezi Kolbachovým číslem, vyjadřujícím do určité míry stupeň proteolytického rozluštění nenalezli Esser a Schildbach prakticky žádný vztah ( $r = 0,15$ ,  $n = 30$ ). Krauß a Kremkow [17], Schimpf et al. [25] našli negativní korelaci mezi rozpustným dusíkem ve sladu a zákalem piva před filtrací. Z praxe je však známo, že zákal není zdaleka směrnatným kritériem filtrovatelnosti.

Je pravděpodobné, že pro filtrovatelnost není rozhodující absolutní obsah bílkovin ve sladu, nýbrž do jaké míry jsou rozštěpeny a jak probíhá jejich další vylučování, shlukování a sedimentace při kvašení a dokvašování [21].

Ze znaků vyjadřujících rozluštění sladu nejlépe koreluje s filtrovatelností rozdíl v extraktu moučka — šrot ( $r = -0,63$ ,  $n = 30$ ) a viskozita kongresní sladiny ( $r = -0,56$ ,  $n = 30$ ) [6]. Čím vyšší jsou obě kritéria, tím je filtrovatelnost horší. Hodnoty korelačního koeficientu sice poukazují na zřetelnou závislost, avšak pro předpověď filtrovatelnosti z těchto kritérií je závislost málo přesná.

Značný vliv na filtrovatelnost piva se všeobecně přikládá tzv. gumovitým látkám ječmene a sladu. Jejich vliv na číření piva při dokvašování postřehl již Kjeldahl [12]. V širším smyslu jde o hemicelulosa, tj. vysokomolekulární polysacharidy s různou kombinací hexosanů (glukosa, galaktosa, manosa) a pentosanů (arabiosa, xylosa) [19]. Z hlediska tvorby těchto látek v ječmeni byl nejlépe prostudován  $\beta$ -glukan a araboxylan. Důležitější je  $\beta$ -glukan, jehož poměr vůči araboxylanu je 95:5 [7].  $\beta$ -Glukan (lichenin) je glukosový polysacha-

rid s glukosidickými vazbami  $\beta$ -1,3 a  $\beta$ -1,4 v poměru 1:3 (obr. 2).



Obr. 2. Struktura  $\beta$ -glukanu [7, 19]

Těžkosti při filtraci způsobují gumovité vysrážené látky ve varném a kvasném procesu [25, 9]. Důležitý význam má nejen množství, nýbrž také velikost molekul a tedy i jejich schopnost sedimentace. Obsah  $\beta$ -glukanu v ječmeni není pro filtrovatelnost piva zásadně rozhodující, neboť při sladování se rozsáhle štěpí. Stupeň rozštěpení při klíčení je zcela dominantní, protože korekce při rmutování, popř. při kvašení a dokvašování je již problematická.

Všeobecně se uznává názor, že ječmeny, které se dobře rozlušťují jsou určitou zárukou dobré filtrovatelnosti. Totéž platí o sladech, u nich proběhla v dostatečné míře cytolyza a proteolyza (nízký rozdíl v extraktu moučka — šrot, nízká viskozita kongresní sladiny, optimální relativní extrakt při 45 °C a Kolbachovo číslo).

### Technologie ve varně

Dobře rozluštěné slady lze zpracovat ve varně bez problémů a také piva vyrobená z těchto sladů se filtrují většinou bez komplikací. Potíže mohou nastat při velmi jemném šrotování sladu, kdy větší množství „těstíčka“ prodlužuje dobu scezování. Při nesprávné manipulaci, když se vařič snaží urychlit scezování, pronikají nejmenší částice do filtrátu, sladina stéká kalná a tento zákal může projít až do sklepa. Obdobně se projevuje i extrémně silné a rychlé míchání rmutů, k čemuž je nutno přihlížet při konstrukci nekonvenčních tvarů nádob a míchadel [21]. Naopak působí příznivě na filtrovatelnost považování rmutů. Z tohoto hlediska je dekokční způsob rmutování výhodnější než infúzní [16].

Pozorně je třeba zpracovávat slady vykazující podle analytických znaků nízké rozluštění nebo používá-li se surogace ječným šrotem popř. krátce vedeným sladem. Obecným požadavkem platným i pro příznivou filtrovatelnost piva je dokonalé zcukření sladin. Z nedostatečně degradovaného šrotu se tvoří zbytky různé dlouhých řetězců polysacharidů, pozitivně reagujících na jod, které se stoupajícím obsahem alkoholu při kvašení ztrácejí rozpustnost a vzniklý zákal je velmi obtížně filtrovatelný. Tento případ může také nastat, není-li slad dostatečně rozemlet, např. opotřebením válců při mokrému šrotování. Nerozvařený škrob mazovat až ve scezovací kádi a sladina pozitivně reagující na jod nemůže již docukřit pro nedostatek amylolytických enzymů v horké sladince.

Velký význam se přisuzuje štěpení  $\beta$ -glukanu. Podle klasifikace IUB se označuje enzym štěpící glukonové vazby  $\beta$ -1,4 nebo  $\beta$ -1,3 v sousedství s vazbou  $\beta$ -1,3 číslem EC 3.2.1.6,  $\beta$ -1,3-glukan glukonohydrolasa [19]. Jednu z funkcí tohoto enzymu, štěpit vazby  $\beta$ -1,3, pokládá Cook [3] za shodnou s exo- $\beta$ -glukanasou a druhou funkci štěpit glukonové vazby jak  $\beta$ -1,3, tak i  $\beta$ -1,4 za totožnou s endo- $\beta$ -glukanasou. Poněvadž tento enzym štěpí laminarin a lichenin, označuje se též jako laminarinasa nebo lichenasa. Optimum působení se uvádí při pH 5,0 a teplotě 37 °C, závisí však na původu. Při rmutování se účinek celého tohoto systému, složeného patrně z více enzymů, uplatňuje v rozmezí 30–50 °C. Podle Kolbacha a Leipnera [15] se nejprve uvolňují volné gumovité látky do roztoku a rozpouštění vázaných gumovitých látek s vyšší mo-



lekulovou hmotností následuje až po zmazovatění nad 55 °C. Nad touto teplotou je již působení  $\beta$ -glukanasového systému omezeno, avšak po přečerpání I. rmutu jsou zpravidla teploty vyšší než 60 °C. Krauß a Eifler [16] zjistili, že filtrovatelnost piva není ovlivněna rmutovacími teplotami v rozsahu 52 až 67 °C. Nedostatečné štěpení  $\beta$ -glukanu při sladování lze proto ve varně obtížně korigovat. Účinek endo- $\beta$ -glukanasy lze zvýšit snížením pH rmutu z 5,7 na 5,4 [20]. Nastavení nižšího pH než 5,4 vede sice k intenzivnějšímu účinku, ale naopak štěpení škrobu probíhá pomaleji [27]. Stabilizaci endo- $\beta$ -glukanasového a  $\alpha$ -amylasového systému podporují také vápenaté ionty. Na druhé straně se však může vyloučit více oxalátů, o nichž je známo, že způsobují přepěňování piva a oxalátové zákaly, jsou-li tyto látky přítomny v nadměrné koncentraci [26].

Enzymovou aktivitu lze podpořit také přidávkou exogenních enzymů. Přijatelný účinek však závisí na původu a podmínkách působení dávkovaného preparátu. Například bakteriální glukanasa pocházející z *Bacillus subtilis* má optimum působení při teplotě 60 °C a pH 6,8; plísňová glukanasa získaná z *Aspergillus niger* působí nejlépe při teplotě 65 °C a pH 4,3. S těmito enzymy nebylo dosaženo zvláštních úspěchů [9, 4]. Zlepšení filtrovatelnosti se dosáhlo přidávkou enzymu dánské firmy Grinstedvaerket označeného glukanasa GV [36, 16]. Tento enzym byl aplikován s úspěchem i při 40% suroci ječmenem [5]. Také přidávkou Brew-N-zymu holandské firmy Naarden International se zlepšila filtrovatelnost přibližně dvakrát [5]. Firma doporučuje pro tyto účely použít enzymu Brew-N-zym Filtranase s převážně  $\beta$ -glukanasovou aktivitou s exo- i endo-účinkem. Obdobný preparát s označením Cereflo 200 L dodává také firma Novo Industri As. Aplikace enzymu Brauereienzym firmy Prowiko NDR ve varně přinesla zlepšení filtrovatelnosti asi o 30 % [2].

#### Kvašení a dokvašování

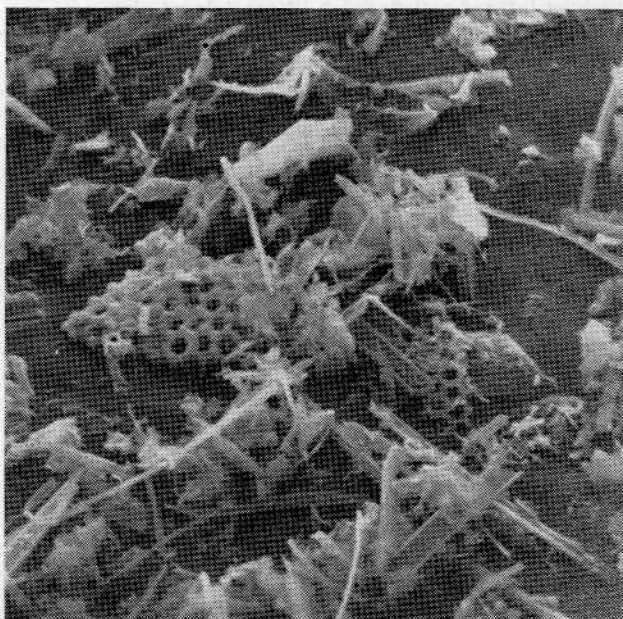
Ve stadiu kvašení a dokvašování lze do značné míry ovlivnit obsah kalů v pivu před filtrací a tím také možnost jejich zachycení nebo projití do zfiltrovaného piva. Vylučování kalů při kvašení a dokvašování je ovlivněno hlavně těmito třemi faktory: poklesem pH, tvorbou alkoholu a snížením teploty [1].

Snížením pH k izoelektrickému bodu se vylučují z roztoku proteiny i jejich komplexy s tříslovinami a dalšími látkami. Důležitá je velikost částic a jejich schopnost sedimentovat. Rychlejší pokles pH, který lze zajistit intenzivním kvašením, působí příznivě. Předpokladem jsou kvasnice v dobrém fyziologickém stavu, jejichž účinek lze ještě podpořit zvýšenou dávkou [24].

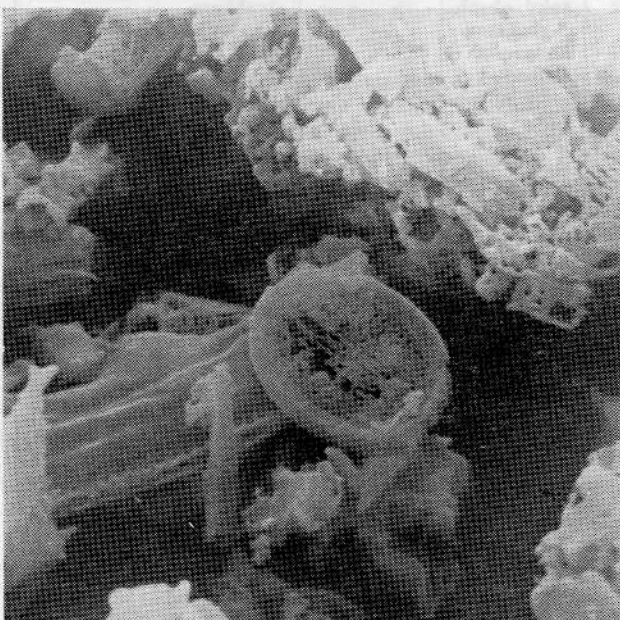
Rozpuštěnost polysacharidů se snižuje se vzrůstem koncentrace alkoholu v pivu a současně s poklesem teploty. Při zchlazení piva na 0 °C se může vyloučit značné množství kalů, zpravidla jsou však velmi jemné a k jejich zvětšení a sedimentaci je třeba několika dnů [21, 1]. Flokulaci podporuje také pohyb dosažený např. promýváním CO<sub>2</sub> nebo přečerpáním.

Technologická opatření při kvašení a dokvašování by měla směřovat k tomu, aby se buď zamezilo vylučování těchto částic rozštěpením na nízkomolekulární rozpustné sloučeniny, nebo aby se podpořilo jejich včasné vyloučení a následná sedimentace. Prvá možnost může být realizována přidávkou enzymových přípravků, nejlépe s kombinovanou aktivitou, druhá fyzikálními faktory jako je teplota, pohyb, doba dokvašování a adsorpce.

Pokusy s aplikací průmyslově vyráběných enzymových přípravků byly většinou úspěšné. Již v f. 1937 použil Raux enzym štěpící bílkoviny [23]. Později Raible a Bantleon [22] aplikovali do piva určeného k filtraci jednak proteolytický enzym „Protesal“, jednak „Panzym“ štěpící



Obr. 3. Křemelina Filter Cel, Johns Manville, Lompoc, USA, Elektronový mikroskop, Cambridge, Stereoscan, (zvětšení 430) — (archiv Calofrig Borovany).



Obr. 4. Křemelina Hyflo Super Cel, Johns Manville, Lompoc, USA (zvětšení 880) Elektronový mikroskop, Cambridge, Stereoscan (archiv Calofrig Borovany).

gumovité látky a pektin. Podobně Delecourt [4] a Enkelund [5] použili „ $\beta$ -glukanasu“, Mercier [18] a Klíjnhout [13] „Amyloglukosidasu“ a Hug, Pfenniger a Wieg [11] „Brew-N-zym“.

Pozoruhodných výsledků se dosáhlo při aplikaci enzymu „Irgazym BF-20“ firmy Ciba Geigy s kombinovanou aktivitou  $\beta$ -glukanasy,  $\alpha$ -amylasy a proteinasy. Dávkou 1 g/hl na začátku hlavního kvašení se zvýšila filtrovatelnost několiknásobně [14]. Brauereienzym firmy Prowiko, NDR dávkovaný při sudování v množství 2 g/hl snížil

Přehled faktorů ovlivňujících filtrovatelnost piva

|             | Suroviny  | Varní technologie   | Kvašení a dokvašování  | Filtrace  |
|-------------|---|---|--|---|
| +           | dobré cytotické a proteolytické rozluštění sladu  | štěpení gumovitých látek (vhodná teplota, přídavek enzymů), dokonalé povarení rmutů a mladiny mírné okyselení rmutů | zchlazení dokvašeného piva na 0° C a následná flokulace, aplikace enzymů | puftrank před filtrací  |
| —           | vysoký extraktový rozdíl moučka — šrot  | jemné šrotování, silné míchání rmutů, nedokonalé zcukření   | vysoká koncentrace práškovitých kvasnic, řídký sediment v ležáckém tanku | nedokonalá práce filtru, chybná pracovní technika, vznik nepropustné vrstvy |
| Ø           | vysoká viskozita a vysoký obsah $\beta$ -glukanu kongresní sladiny, vysoký obsah bílkovin v ječmenu a sladu |   | množství, velikost a struktura zákalových látek                          |   |
| —<br>+<br>Ø | odrůda, provenience a podmínky růstu ječmene, podmínky sladování, obsah rozpustných N-látek ve sladu        | způsob rmutování, surogace  | druh kvasnic, fyziologický stav, geometrie kvasného tanku                | filtrační prostředek  |

tlakový nárůst po třech týdnech ležení na 50 % [2]. Příznivé účinky kombinovaných enzymových přípravků s přesně stanovenou aktivitou dokumentovali na posledním kongresu EBC *Vehviläinen* a *Pajunen* [32]. Firma Naarden International doporučuje pro tyto účely preparáty označené Brew-N-zyme CGP 13, Brew-N-zyme Filtrase. Irská společnost doporučuje pro zlepšení filtrovatelnosti piva termostabilní  $\beta$ -glukanasový přípravek Bioglucanase a firma Novindustrial enzymové přípravky s názvem Cerelaw 200 L nebo Finizym, několikanásobně účinnější v podmínkách dokvašování.

#### Filtrace

Technologie filtrace piva poskytuje poslední možnost odstranit kalové částice z roztoku a speciálním postupem i jejich prekursorů, snižující koloidní stabilitu piva. Běžnou filtrací (křemelinou, celulosovými vložkami v deskových filtrech) se odstraní mechanickým a částečně adsorpčním efektem částice o velikosti nad 1  $\mu$ m, nejvýše však, a to jen nepatrně, do 0,1  $\mu$ m.

Kvasinky jsou vzhledem ke svým rozměrům příčinou

filtračních těžkostí jen zřídka, a to jen při vysoké koncentraci v roztoku těsně před filtrací. Willmar [34] soudí, že nejvyšší počet kvasinek pro normální průběh filtrace je  $2 \cdot 10^6$  v ml. Podle našich měření ovlivní koncentrace kvasinek do  $0,8 \cdot 10^6$  v ml průběh filtrace jen nepatrně a obsah  $2 \cdot 10^6$  v ml lze ještě bez obtíží eliminovat. Hottung [10] dokonce doporučuje přidat kvasnice k pivům, z nichž se těžko odstraňuje zákal.

Vedle velikosti částic ovlivňuje filtrovatelnost také jejich stlačitelnost a deformovatelnost. Koloidní látky amorfního charakteru o velikosti 1–100 nm ( $10^{-9}$ – $10^{-7}$  m) zpravidla procházejí filtrační přepážkou [8]. Může jít o částice bílkovin, neškrobové polysacharidy, převážně  $\beta$ -glukan s molekulovou hmotností  $10^5$ – $10^6$ , popř. zbytky nezukřeného škrobu. Obsahují též těžké kovy a polyfenoly ve formě asociátů s proteiny nebo polysacharidy [1].

Jsou-li přítomny tyto látky, je zpravidla obtížné dosáhnout čirosti pod 0,20 j. EBC formazinového zákalu.

Pro ostrou filtraci mají význam částice křemeliny mezi 1–5  $\mu$ m, které jsou obsaženy ve velmi jemných křemelinách typu Filter Cel firmy Johns Manville USA (obr. 3) nebo CBL francouzské firmy Clarcel. Vedle velikosti částic je rozhodující i jejich tvar daný původem křemeliny. Při nevhodné struktuře vrstvy se vyplaví nejjemnější částice do piva. Filtračních materiálů s nízkou průtočností nelze použít samostatně, neboť zvyšuje neúměrně odpor filtrační vrstvy. Prakticky je únosná 50% směs s křemelinou s vyšší průtočností, např. Hyflo Super Cel (obr. 4). Tím jsou dány také možnosti odstranění zákalů naplavovací filtrací.

Stručně jsou faktory ovlivňující filtrovatelnost piva shrnuty v tabulce 1. Faktory označené (+) mají na filtrovatelnost pozitivní vliv, (–) negativní vliv. Faktory u nichž byl zjištěn buď negativní vliv nebo se za určitých okolností neprojevil, jsou označeny (–Ø), a faktory u nichž vliv na filtrovatelnost je nepatrný, nebo působí podle podmínek kladně nebo záporně jsou označovány (+ – Ø).

#### Závěr

Koncentrace a vlastnosti koloidních látek včetně tvorby koloidních zákalů v pivě jsou příčinou těžkostí jak při filtraci, tak i později při skladování výrobků s různou dobou požadovaných garancí. Původ a charakter těchto zákalů je v mnohých případech stejný.

Z pozitivních faktorů, ovlivňujících tzv. filtrovatelnost piva jsou nejdůležitější příznivé cytotické a proteolytické rozluštění sladu, optimální rozštěpení a oddělení gumovitých látek při přípravě mladiny a celý soubor technologických opatření zajišťující dokonalé zcukření piva a účelné vysrážení zákalotvorných látek během výroby.

Negativně ovlivňuje filtrovatelnost piva především nedokonalé rozluštění sladu, nevhodná technologie ve varně, spílce a ležáckém sklepu a nedokonalý postup filtrace.

U dalších sledovaných vlivů, které byly předmětem zveřejněných prací, nebyly učiněny jednotné závěry. V každém případě nelze řešit dosažení vysoké čirosti pív pouze z pohledu dokonalé surovin a celý technologický postup. V předloženém článku jsou shrnuty dosažované zveřejněné poznatky o vlivu různých faktorů na filtrovatelnost pív.

#### Literatura

- [1] ANDEREGG, P.: Brauerei Rdsch., 90, 1979, s. 40
- [2] BASAŘOVÁ G., VOBORSKÝ J., TOPKA P.: Kvasný průmysl, 25, 1979, s. 2



- [3] COOK A. H.: Barley and Malt, Academic Press, New York and London 1962
- [4] DELECOURT M. R.: Brass, Malt, Europe, **22**, 1972, s. 154
- [5] ENKELUND J.: Process Biochemistry, **7**, 1972, s. 27
- [6] ESSER K. D., SCHILDBACH R.: Mschr. Brauerei, **25**, 1972, s. 280
- [7] FUJII T., HORIE Y.: Rept. Res. Lab. Kirin Brewery 1970, No 13, s. 37
- [8] GEISS W.: Filtermitteilungen der Seitz Asbest - Werke
- [9] GJERTSEN P.: Brewers Digest, **45**, 1970, s. 68
- [10] HOTTUNG K.: Bull. Assoc. Ec. Brass., Louvain, **59**, 1963, s. 135
- [11] HUG H., PFENNINGER H., WIEG A. J.: Schw. Brau. Rdsch., **85**, 1974, s. 133, 153
- [12] KJELDAHL J.: Medd. Carlsberg. Lab., **1**, 1881, s. 339, loc. cit. Mschr. Brauerei, **28**, 1975, s. 218
- [13] KLIJNHOUT A. J., Int. Brouw. Mout., **29**, 1971, s. 72
- [14] KNÖPFEL H. P., HUG H., PFENNINGER H.: Schw. Brau. Rdsch., **87**, 1976, s. 151
- [15] KOLBACH P., LEIPNER W.: Mschr. Brauerei, **25**, 1972, s. 25
- [16] KRAUB G., EIFLER K. J.: Mschr. Brauerei, **29**, 1976, s. 103
- [17] KRAUB G., KREMKOW C.: Mschr. Brauerei, **20**, 1967, s. 413
- [18] MERCIER P. M.: Brass, Malt, Europe, **21**, 1971, s. 33
- [19] MOŠTEK J.: Sladafstvi, Biochemie a technologie sladu, Praha SNTL, 1975
- [20] NARZIß L., HEIDEN L.: Brauwelt, **112**, 1972, s. 335
- [21] PÖHLMANN R.: Brauerei, J., 1977, č. 13, s. 330
- [22] RAIBLE K., BANTELOH H.: Mschr. Brauerei, **21**, 1968, s. 277
- [23] RAUX J.: Brass. Français, **18**, 1937, s. 104
- [24] RUNKEL V. D., NIEMSCH K.: Proceedings EBC, Nice 1975, s. 639
- [25] SCHIMPF F. W., RINKE W., EHRKE H. F.: Mschr. Brauerei **22**, 1969, s. 353
- [26] SCHUR F.: Brauerei Rdsch., **90**, 1979, s. 4
- [27] SCHUR F., ANDEREGG P., PFENNINGER H.: Brauerei Rdsch., **89**, 1978, s. 129
- [28] SCHUR F., PFENNINGER H., HUG H. Mitt. Versuchsst. Gärungs-gewerbe, Wien, **32**, 1978, č. 5/6, s. 62
- [29] SOMMER G.: Mschr. Brauerei, **25**, 1972, s. 173
- [30] SOMMER G.: Mschr. Brauerei, **27**, 1974, s. 54
- [31] STEINER K.: Schw. Brau. Rdsch., **79**, 1968, s. 153
- [32] VEHVILÄINEN H., PAJUNEN E.: Proceedings EBC, Berlin 1979, s. 387
- [33] WAINWRIGHT T.: Brewers Digest, **49**, 1974, č. 5, s. 38
- [34] WILLMAR H.: Der Weihenstephaner, 1971, No. 4. s. 209, loc. cit. Mschr. Brauerei, **28**, 1975, s. 216
- [35] WILKE H.: Seitz - Hausdruck B 70283, 1975
- [36] ZÜRCHER CH., KRAUB G., EIFLER K. J., KURSAWE R.: Mschr. Brauerei, **25**, 1972, s. 178

**Voborský, J. - Basařová, G.: Technologické vlivy působící na filtrovatelnost piva.** Kvas. prům., **27**, 1981 č. 2, s. 25—29.

Shrnutí dosavadních zveřejněných i vlastních poznatků

o příčinách obtížné filtrovatelnosti piva. Přehled a rozbor vlivů působících na úseku surovin, varního procesu, kvašení a dokvašování a technologie filtrace. Opatření a možnosti k zlepšení filtrovatelnosti piva.

**Воборский, Я. — Басаржова, Г.: Технологические факторы влияющие на фильтруемость пива.** Квас. прум. **27**, 1981, № 2, стр. 25—29.

На основании результатов собственных исследовательских работ и данных, опубликованных в новейшей технической литературе авторы рассматривают факторы, вызывающее ухудшение фильтруемости пива. Учитывается влияние свойств сырья, процесса варки, основной ферментации, последующей ферментации и технологии фильтрации. Приведены мероприятия, улучшающие фильтруемость.

**Voborský, J. - Basařová, G.: Technologic Factors Affecting Filterability of Beer.** Kvas. prům. **27**, 1981, No. 2, pp. 25—29.

Evaluating their own experience and information published in available literature, the authors analyze various factors deteriorating the filterability of beer. Their study covers properties of raw materials, brewing processes, fermentation, post-fermentation and filtering technology. Several measures are suggested which can contribute to better filterability of beer.

**Voborský, J. - Basařová, G.: Die technologischen Einflüsse auf die Filtrierbarkeit des Bieres.** Kvas. prům. **27**, 1981, No. 2, S. 25—29.

Der Artikel enthält eine Zusammenfassung der bisher veröffentlichten und auch der eigenen Erkenntnisse der Autoren von den Ursachen der schwierigen Filtrierbarkeit des Bieres. Es werden die folgenden, die Filtrierbarkeit beeinflussenden Faktoren erörtert und analysiert: Rohstoffe, Sudprozeß, Haupt- und Nachgärung, Filtrationstechnik. Zum Schluß werden die Möglichkeiten und Maßnahmen zur Verbesserung der Filtrierbarkeit angeführt.