

# Testování nové křemeliny Calofrig F10 pro filtraci piva

Ing. JAN VOBORSKÝ, Ing. TOMÁŠ ŠRUMA, VÚPS Praha

**Klíčová slova:** pivo, křemelina, filtrace

663.4

## 1. ÚVOD

Československý výrobce filtračních křemelín Calofrig Borovany nabízí pro filtraci piva celou škálu křemelín od velmi jemné F4 až po hrubou F70. Ve srovnání se zahraničními výrobci chyběla v této škále jemná křemelina s relativně dobrými filtračními účinky, avšak vyšší průtočností než má velmi jemná křemelina F4. Tuto mezeru zaplňuje nyní křemelina označená výrobcem F10. Toto sdělení podává informace o filtračních vlastnostech křemeliny F10 a možnostech využití při filtraci piva na základě podrobných filtračních zkoušek. Křemelina F10 byla testována jednak obvyklými laboratorními metodami, dále modelovými filtracemi ve čtvrtprovozním měřítku a konečně vyhodnocením provozních filtrací. Absolutní hodnoty získané filtračními zkouškami jsou závislé na filtrovatelnosti piva. Aby výsledky byly vzájemně porovnatelné, použily se pro srovnání filtrace americké křemeliny Celite, jejichž filtrační vlastnosti jsou známy ve všech pivovarech ČSFR.

## 2. METODIKA

Laboratorní kritéria filtračních křemelín byla stanovena podle metodik popsanych v [1]. Pomocí těchto kritérií shrnutých v *tabulce 1* jsou běžně hodnoceny filtrační křemeliny v certifikátech VÚPS. Kritéria jsou rozšířena o permeabilitu. Toto krité-

Tab.1 Filtrační charakteristiky použitých křemelín

Označení křemelín	Průtočnost ( $\text{l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )	Specifický filtrační odpor ( $10^{11} \text{m}^{-2}$ )	Objem za mokra ( $\text{l} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Permeabilita (mili Darcy)	Sypná hmot- nost ( $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ )
F10 nová křemelina	83	77,0	2,65	132	252
F4	15	377	3,0	27	247
F20	148	39,0	3,0	260	222
F45	476	13,4	2,7	780	280
F50	456	15,4	2,45	658	299
F55	474	15,5	2,35	654	298
F60	505	13,6	2,50	745	300
F70	630	10,1	2,70	1003	295
FC-E	47	111,0	3,20	91	202
HSC	666	6,8	3,80	1490	205

rium je obdobou průtočnosti a uvádí se běžně v prospektech zahraničních firem. Permeabilita  $\beta$  se vyjadřuje v jednotkách

Darcy nebo mili Darcy (křemelinu má permeabilitu 1 Darcy, jestliže proteče krychlí vzorku o hraně 1 cm 1 ml kapaliny o viskozitě 1 mPa.s za 1 sekundu při tlaku 10 m vodního sloupce). Permeabilitu lze vypočítat ze specifického filtračního odporu  $\alpha$

$$\beta = \frac{10.1325}{\alpha} \cdot 10^{11} \quad (\text{Darcy})$$

Metodika modelových filtračních zkoušek je popsána v [2]. Modelovou filtrací se hodnotí tlakový nárůst v kPa/h, přepočtený na průtok  $Q = 5 \text{ hl/h.m}^2$  (ps) a čírost zfiltrovaného piva v j.EBC. Filtruje se za konstantního průtoku a definovatelných podmínek. Vlastnosti křemelin jsou porovnávány při filtraci piva o stejné filtrovatelnosti.

#### Podmínky modelové filtrace:

Filtrační plocha  $140 \text{ cm}^2$

Základní vrstva:

1. část  $750 \text{ g/m}^2$  hrubé křemelin

2. část  $250 \text{ g/m}^2$  dávkovací směsi (DS)

Dávkování:

75 g/hl dávkovací směsi

### 3. VÝSLEDKY A DISKUSE

#### 3.1 Filtrační charakteristika křemelin

V tab.1 jsou uvedeny filtrační charakteristiky všech druhů křemelin, které vyrábí Calofrig Borovany a dvou druhů u nás nejběžněji používaných křemelin Celite Hyflo Super Cel (HSC) a Filter Cel E (FC-E).

Křemelinu F10 lze podle průtočnosti nebo permeability zařadit mezi křemelinu F4 a F20 resp. mezi křemelinu FC-E a F20. Oproti křemelině F20 vykazuje křemelinu F10 poněkud nižší objem za mokra a naopak vyšší sypanou hmotnost. Rovněž u křemelin Celite jsou obě tato kritéria příznivější. Mezi hrubými křemelinami F45, F50, F55 a F60 nejsou v průtočnosti zaznamenány výraznější rozdíly. Vyšší průtočnosti se odlišovala od ostatních hrubých křemelin pouze křemelinu F70.

#### 3.2 Filtrovatelnost piva

Podle metodiky VÚPS je filtrovatelnost hodnocena tlakových nárůstem  $\Delta p_5$  a čírostit piva. Obě kritéria jsou stanovena modelovou filtrací za konstantních podmínek se směsí 60% HSC a 40% FC-E. 10% pivo použité k modelovým filtracím obsahovalo  $0,28 \times 10^6$  /ml kvasinek se zákalem 1,13 j.EBC a s těmito hodnotami filtrovatelnosti:

$\Delta p_5 = 5,0 \text{ kPa/h}$  - pivo výborně filtrovatelné

čírost = 0,36 j.EBC - pivo středně filtrovatelné

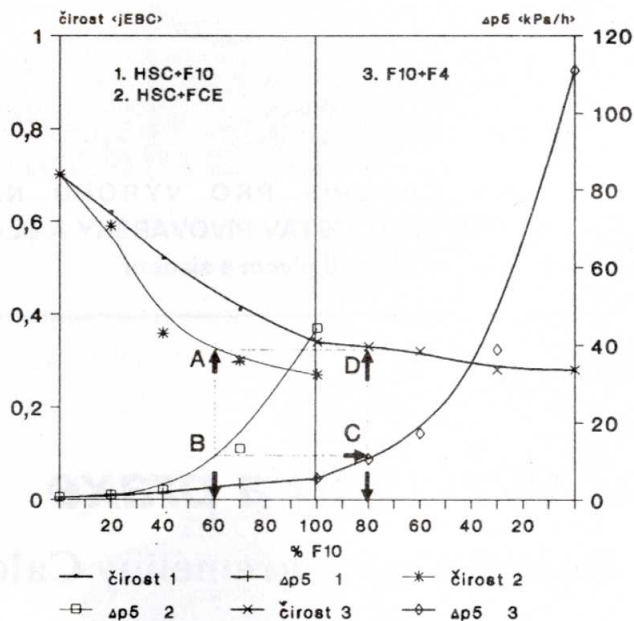
Nízký tlakový nárůst umožňuje zvolit při filtraci tohoto piva vyšší podíl jemné křemelin v dávkovací směsi a tím dosáhnout ostřejší filtrace.

#### 3.3 Modelové čtvrtprovozní filtrace

##### 3.3.1 Porovnání křemelin Calofrig F10 a Celite FC-E

Podle průtočnosti a obdobných kritérií patří křemelinu F10 mezi středně jemné křemelin s poněkud vyšší průtočností než křemelinu FC-E. Bylo proto účelné porovnat obě křemelin ve směsi s hrubou křemelinou a to v celé škále kombinací od 100% hrubé křemelin do 100% jemné křemelin. Mezi těmito krajními případy byly voleny kombinace s 20%, 40% a 70% jemné křemelin ve směsi s hrubou křemelinou. Výsledek filtračních zkoušek vyjádřený tlakových nárůstem a čírostit zfiltrovaného piva je zobrazen křivkami na obr.1. Body představují tlakový nárůst resp. čírost piva z jednotlivých filtračních zkoušek a jsou uvedeny

v závislosti na obsahu jemné křemelin v dávkovací směsi. V levé části obrázku jsou porovnány směsi HSC+F10 a HSC+FC-E, v pravé části obrázku jsou pak zobrazeny kombinace F10+F4, tedy kombinace F10 s velmi jemnou křemelinou. Nižší filtrační odpor křemelin F10 oproti křemelině FC-E se projevil v nižším tlakovém nárůstu, současně však vyšším zákalem při stejném poměru jemné křemelin v dávkovací směsi. Výraznější rozdíly se však ukazují až při vyšším obsahu jemné křemelin. Rozdíly ve vlastnostech obou křemelin lze ovšem kompenzovat tím, že se volí takový poměr s hrubou křemelinou, aby dosažená čírost byla přibližně stejná. Nižší tlakový nárůst křemelin F10 totiž umožňuje volit k dosažení vyšší ostroty filtrace vyšší podíl této křemelin ve směsi s hrubou křemelinou.



Obr.1 Porovnání křemelin Calofrig F10 a Celite FC-E  
Základní vrstva  $750 \text{ g/m}^2 + 250 \text{ g/m}^2$  - dávkovací směsi.  
Dávkování 75 g/hl.  
1 - směs HSC+F10, 2 - směs HSC+FC-E, 3 - směs F10+F4

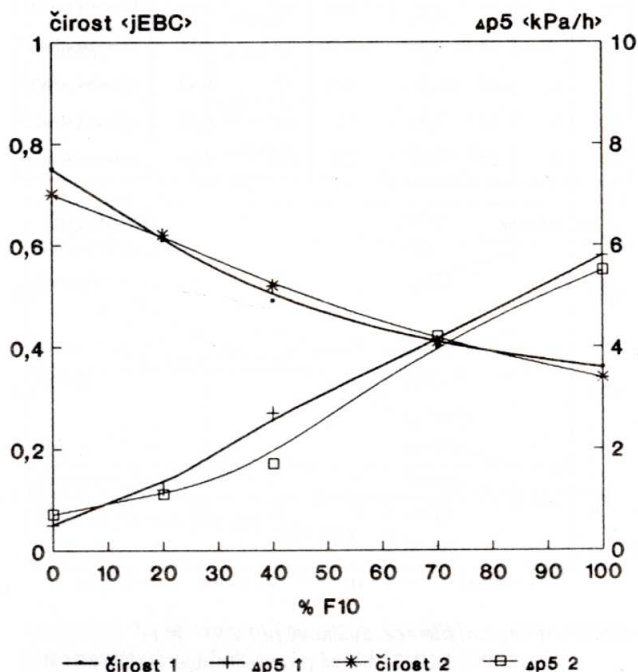
Poměrně nízký tlakový nárůst při dávkování 100% F10 nabízí kombinovat tuto křemelinu ke zvýšení ostroty filtrace s velmi jemnou křemelinou F4, jak je zřejmé z pravé části obrázku 1. Z obrázku je také možno zjistit alternativní směsi pro křemelinu FC-E a F10 poskytující přibližně shodný výsledek. Tak např. při obsahu 60% křemelin FC-E ve směsi s HSC lze dosáhnout čírosti piva 0,32 j.EBC (bod A). Těto směsi odpovídá průměrný tlakový nárůst 11,5 kPa/h (bod B). Z obrázku je zřejmé, že tuto čírost již nelze dosáhnout ani se 100% F10. Zvolíme-li však směs s F10+F4 tak, aby tlakový nárůst byl shodný (bod C), což odpovídá směsi 80% F10 + 20% F4, dosáhneme čírosti 0,33 j.EBC (bod D). Rozdíl 0,02 j.EBC je pro praxi zanedbatelný. Obdobně lze postupovat, chceme-li zjistit alternativní směs pro 50% FC-E a 50% HSC. V tomto případě lze dosáhnout podobného výsledku se 100% F10. Tlakový nárůst je v tomto případě vyšší u křemelin F10, avšak v oblasti, kdy se toto zvýšení při provozní filtraci prakticky neprojevív.

##### 3.3.2 Kombinace křemelin F10 s hrubými křemelinami F60 a HSC

Podle filtrovatelnosti piva a požadavku na filtrát lze křemelinu F10 kombinovat buď s hrubou křemelinou, nebo s křemelinou jemnější než je F10, jak bylo ukázáno výše. Hrubá křemelinu HSC se často nahrazuje z cenových důvodů některou



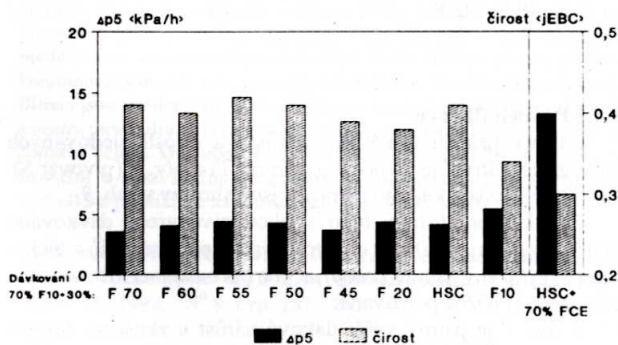
křemelinou Calofrig (F55, F60, F70). Vzájemné porovnání hrubých křemelin HSC a F60 v kombinaci s F10 je zaznamenáno na obr. 2. Z průběhu čar, které spojují body z jednotlivých filtrací v závislosti na podílu křemelin F10 s hrubou křemelinou je zřejmé, že rozdíly mezi křemelinou HSC a F60 v kombinaci s F10 jsou zanedbatelné a to jak v tlakovém nárůstu tak i v dosažené čirosti piva.



Obr. 2 Porovnání HSC a F60 ve směsi s F10  
1 - základní vrstva a dávkování F60, 2 - základní vrstva a dávkování HSC

### 3.3.3 Kombinace křemelin F10 s ostatními křemelinami Calofrig

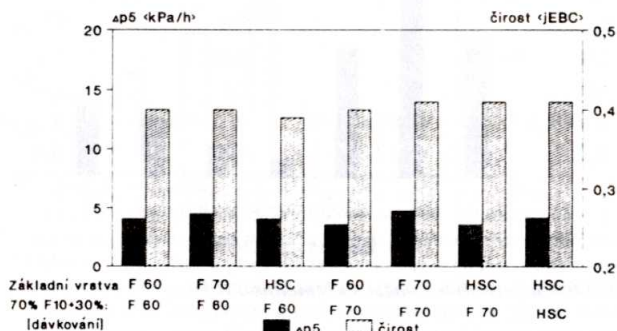
Filtrační charakteristiky křemelin F10 předurčují tuto křemelinu k samostatnému dávkování, pokud se filtrují piva s nízkým tlakovým nárůstem při filtraci. Při vyšším tlakovém nárůstu je třeba křemelinu F10 kombinovat s určitým podílem hrubé křemelin. Na obr. 3 jsou porovnány v prvních 7 sloupcích tlakové nárůsty a čirosti z modelových filtrací při dávkování 70 % křemelin F10 se 30 % různých křemelin, hrubších než je křemelina F10. Prvních 6 sloupců se týká křemelin Calofrig, sedmý



Obr. 3 Porovnání hrubých křemelin s F10 - základní vrstva HSC

sloupec křemelin HSC. Rozdíly v tlakovém nárůstu a čirosti mezi těmito sedmi filtracemi jsou zcela zanedbatelné, i když u křemelin F45 a F20 je již zřejmá tendence k ostřejší filtraci. Tato série je doplněna filtrací se 100 % F10 a v posledním sloupci je křemelina F10 nahrazena křemelinou FC-E v kombinaci se 30 % HSC. Je zřejmé, že optimální filtraci se zvoleným pivem lze dosáhnout se 100 % F10. S křemelinou FC-E bylo dosaženo sice nejlepší čirosti, avšak již za cenu vyššího tlakového nárůstu. Absolutně je však tento tlakový nárůst v provozu stále ještě přijatelný a umožňuje zfiltrovat 40 - 50 hl piva na m<sup>2</sup> filtrační plochy.

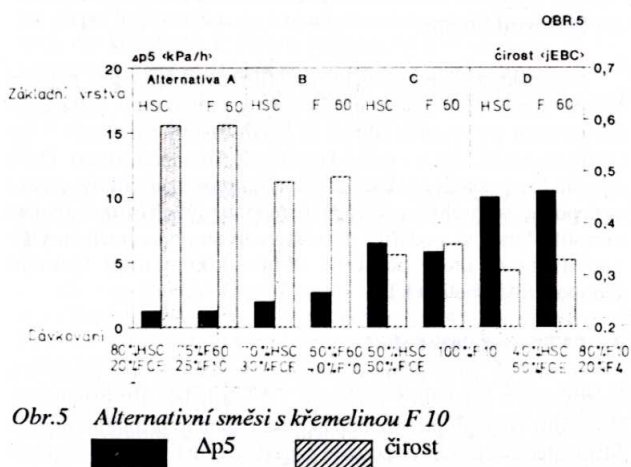
Filtrace uvedené na obr. 3 jsou srovnatelné tím, že mají stejnou první část základní vrstvy - 750 g/m<sup>2</sup> HSC. Na obr. 4 jsou porovnány filtrace s různou základní vrstvou, přičemž dávkovací směs byla u všech filtrací složena ze 70 % F10 s 30 % hrubé křemelin F60, F70 nebo HSC. Z obrázku 4 je zřejmé, že různé záměny těchto křemelin v základní vrstvě nebo v dávkovací směsi v kombinaci s F10 nevedou k výraznějším rozdílům ani v tlakovém nárůstu ani v čirosti. Rozdíl 1,2 kPa/h a 0,02 jEBC zákalu je v mezích reprodukovatelnosti modelové filtrace a v praxi zcela bezvýznamný.



Obr. 4 Kombinace křemelin F10 s F60, F70 a HSC

### 3.3.4 Alternativní směsi křemelin

Jak bylo v předchozím naznačeno, lze křemelinu F10 úspěšně využít k filtraci piva nikoliv však pouhou záměnou za křemelinu FC-E. Vzhledem k nižšímu filtračnímu odporu proti FC-E je třeba volit ve směsi s hrubou křemelinou větší podíl křemelin F10 ve srovnání s FC-E, má-li být dosaženo stejného filtračního účinku.



Obr. 5 Alternativní směsi s křemelinou F10

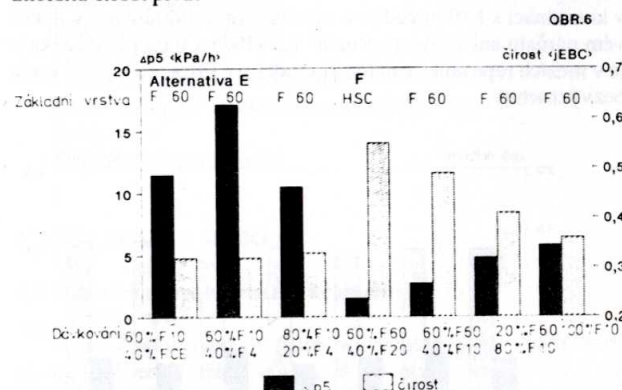
Na obr. 5 jsou uvedeny čtyři alternativní směsi křemelin F60+F10 ke směsí HSC+FC-E. Podmínkou přibližně stejného filtračního účinku je dosažení stejného tlakového nárůstu a stejné čirosti piva. Alternativní směsi byly určeny z modelových filtrací



bud' přímo nebo interpolací z *obr. 1 a 2*. Z údajů na *obr. 5* je patrné, že lze směs HSC a FC-E nahradit v celém prakticky použitelném rozsahu směsí F60+F10, případně F10+F4, aby byl zachován jak tlakový nárůst, tak čírost piva.

Případnou mírnou korekci vzhledem k rozdílným filtrovatelnostem pív je nutno provést podle výsledků provozní filtrace. Při nižším tlakovém nárůstu je účelné volit vyšší podíl jemné křemelin.

Na *obr. 6* jsou uvedeny další alternativy, ze kterých jsou patrný možnosti využití křemelin F10 ke zlepšení účinnosti filtrace. Vedle směsi F10+F4 je možno kombinovat křemelinu F10 také s křemelinou FC-E. V alternativě E je uvedena směs 60% F10+40% FC-E. Nahradí-li se ve stejném poměru křemelinou FC-E jemnější křemelinou F4, zvýší se tlakový nárůst, avšak bez zlepšení čírosti. Úpravou poměru křemelin F10:F4 na 8:2 se sníží tlakový nárůst na srovnatelnou úroveň, aniž by se výrazněji zhoršila čírost piva.



Obr. 6 Alternativní směsi s křemelinou F10

Možnosti zlepšování čírosti zvýšením podílu křemelin F10 jsou patrné z alternativy F. V původní směsi 60% F60+40% F20 používané v provozu byla postupně nahrazena křemelinou F20 křemelinou F10 a snižován podíl křemelin F60 až ke 100% F10. Velmi nízký tlakový nárůst původní směsi se sice zvýšil, avšak na hodnotu provozně vyhovující, výrazně se ale zlepšila čírost z hodnoty 0,55 na hodnotu 0,36 j.EBC.

### 3.4 Provozní filtrace

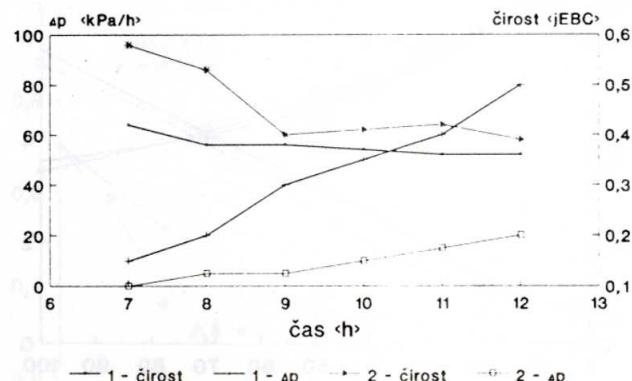
Výsledky získané modelovými filtracemi byly pro zvýšení věrohodnosti výsledků kontrolovány s provozními filtracemi. Nevýhodou provozních filtrací je jejich časová náročnost a tím i omezené možnosti ve volbě kombinací filtračních směsí. Další nevýhodou je zatížení zkoušek různými provozními vlivy, které se nepodaří vždy eliminovat a které mohou průběh filtrace značně zkreslit. Přesto se podařilo provést ve dvou pivovarech srovnávací filtrace, které poměrně dobře dokumentují filtrační schopnosti křemelin F10.

#### 3.4.1 Filtrovatelnost pív

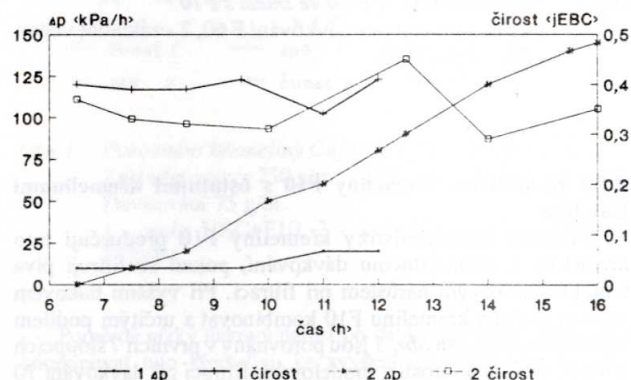
V *tab. 2* jsou údaje o nefiltrovaných pivech použitých k provozním filtracím v pivovaru T a S a jejich filtrovatelnosti. Pivo filtrované při provozních zkouškách mělo přibližně stejnou filtrovatelnost jako pivo použité k modelovým filtracím. Všechna piva vykazovala velmi nízký tlakový nárůst odpovídající výborné filtrovatelnosti a čírost zfiltrovaného piva v rozmezí 0,33 až 0,40 j.EBC odpovídající středně filtrovatelnému pivu. Rozdíly v zákalu a počtu kvasinek v nefiltrovaném pivu filtrovatelnost pív v zásadě neovlivní.

Tab. 2 Filtrovatelnost pív

Pivo	Filtrace	Nefiltrované pivo			Filtrovatelnost		
		druh	zákal (%)	kvasinky (j.EBC) ( $10^6 \cdot \text{ml}^{-1}$ )	$\Delta p_5$ čírost (kPa/h) (j.EBC)	$\Delta p_5$ (čírost)	slov. vyjádření
T	1	10	4,6	1,00	3,2	0,35	výborná střední
T	1	12	2,0	0,44	3,0	0,37	výborná střední
T	2	10	3,4	0,80	2,9	0,38	výborná střední
T	2	12	1,8	0,46	2,8	0,40	výborná střední
S	1	10	7,3	1,8	4,4	0,33	výborná střední
S	2	10	8,9	2,8	5,6	0,34	výborná střední



Obr. 7 Provozní filtrace. Svíčkový filtr ZVU 36 m<sup>2</sup>  
1 - 100 % F10, 2 - běžná provozní směs: 60 % F60+40 % F20



Obr. 8 Provozní filtrace. Deskový filtr SEITZ 136 m<sup>2</sup>  
1 - 100 % F10, 2 - běžná provozní směs 60 % F55 + 40 % FC-E

#### 3.4.2 Průběh filtrace

Časový průběh tlakového nárůstu a čírosti sledovaných provozních filtrací je na *obr. 7* (pivovar T) a *obr. 8* (pivovar S). Podrobnější údaje k těmto filtracím jsou shrnuty v *tab. 3*.

Při zkušební filtraci bylo v obou pivovarech dávkováno 100 % křemelin F10 (na obrázcích jsou spojnice bodů z těchto filtrací vytaženy silnou čarou) a pro porovnávací filtraci byla volena směs běžně používaná.

Z *obr. 7* je patrný vyšší tlakový nárůst u zkušební filtrace a znatelně nižší zákal zfiltrovaného piva. Používaná provozní směs je poměrně hrubá a tomu také odpovídá velmi nízký tlakový nárůst. Naopak u zkušební filtrace bylo dosaženo tlakového nárůstu v průměru 15 kPa/h, a to je pro průběh filtrace hodnota



Tab. 3 Údaje k provozním filtracím

Pivovar			T	T	S	S
Filtrace číslo			1	2	1	2
Typ filtru			svíčkový ZVU		deskový Seitz	
Filtlační plocha (m <sup>2</sup> )			36		136	
Filtlační prostředek	Základní vrstva	1.(g/m <sup>2</sup> )	694 - HSC	694 - HSC	334 - HSC	334 - HSC
		2.(g/m <sup>2</sup> )	56 - DS	56 - DS	220 - DS	265 - DS
		Celkem	750	750	554	599
	Dávkov. směs (DS)	(g/hl)	57,7	75,1	62,5	58,8
		Složení DS	100% F10	60 % F60 40 % F20	100 % F10	60 % F55 40 % FC-E
Spotřeba celkem (g/hl)			73,7	93,8	93,8	77,1
Celkem zfiltrováno (hl)			1700	1330	2400	4320
Druh piva - množství (%-hl)			12 - 810 10 - 890	12 - 430 10 - 900	10 - 2400	12 - 740 10 - 3580
Doba filtrace (min.)			360	340	350	595
Průtok		(hl/h)	283	235	411	436
		(hl/h.m <sup>2</sup> )	7,9	6,5	3,0	3,2
filtrem		(hl/m <sup>2</sup> )	47,2	36,9	17,6	31,7
		(kPa/h)	14,9	3,2	1,7	10,1
Čírost zfiltrovaného piva (j.EBC)			0,42 - 0,36	0,58 - 0,39	0,41 - 0,34	0,45 - 0,31
		rozsah průměr	0,38	0,45	0,39	0,35

optimální. Vyšší tlakový nárůst je vyvážen zlepšením čírosti v průměru o 0,07 j.EBC.

Opačná situace je na obr. 8. Běžná provozní směs v pivovaru S obsahovala 40 % jemné křemeliny FC-E. Tato směs má oproti 100 % F10 vyšší filtrační odpor, což se při filtraci projevilo vyšším tlakovým nárůstem. Průměrná hodnota čírosti zfiltrovaných piv byla u této provozní směsi 0,35 j.EBC a oproti zkušební filtraci se 100 % F10 je o 0,04 j.EBC příznivější. Nepatrný tlakový nárůst umožňuje však kombinovat křemelinu F10 s 20 až 30 % jemné křemeliny FC-E nebo F4 a tím zvýšit ostrost filtrace na úroveň běžné filtrace. Vyšší tlakový nárůst při filtraci se 100 % F10 v pivovaru T oproti pivovaru S, přesto že filtrovatelnost piv byla přibližně stejná, byl způsoben podstatně vyšším specifickým průtokem na filtru ZVU (7,9 hl/h.m<sup>2</sup>) ve srovnání s filtrací na filtru Seitz (3,0 hl/h.m<sup>2</sup>).

Lektoroval Ing. Jan Šavel, CSc.

**VOBORSKÝ, J., - ŠRUMA, T. Testování nové křemeliny Calofrig F10 pro filtraci piva** Kvas.prům., 38, 1992, č.9, s. 257 - 261

Nová křemelin Calofrig F10 byla testována v laboratorním, čtvrtprovozním a provozním měřítku. Podle průtočnosti vyplňuje tato křemelin mezera mezi křemeliny F4 a F20 a je svými vlastnostmi předurčena k samostatnému dávkování. Podle filtrovatelnosti piv lze ji kombinovat s hrubší nebo jemnější křemelinou. Na základě modelových filtrací jsou uvedeny alternativní směsi s křemelinou F10 k používaným směsím jiných druhů křemeliny. Provozní zkoušky potvrdily velmi dobrý filtrační účinek křemeliny F10. Vhodnou kombinací lze dosáhnout ve srovnání s dosavadními možnostmi křemeliny Calofrig příznivějších výsledků a přiblížit se na úroveň zahraničních křemeliny.

**Воборски, Я. - Шрума, Т.: Испитание новой диатомной земли Калофриг F10 для фильтрования пива.** Квас. прум. 38, 1992, № 9, стр. 257 - 261

Новая диатомная земля Калофриг F10 испыталась в лабораторном, стендовом и производственном масштабе. По пропускной способности эта диатомная земля находится между диатомными землями F4 и F20 и по своим свойствам она

предназначена для самостоятельного дозирования. По фильтруемости пив ее можно комбинировать с более грубой или более тонкой диатомной землей. На основе модельных фильтраций приводятся альтернативные смеси с диатомной землей F10 в отношении к применяемым смесям других типов инфузорных земель. Производственные испытания подтвердили весьма хорошее фильтрационное действие диатомной земли F10. Подходящей комбинацией можно добиться более благоприятных результатов по сравнению с до сих пор имеющимися возможностями диатомной земли Калофриг и приблизиться к уровню зарубежных инфузорных земель.

**VOBORSKÝ, J., - ŠRUMA, T. Tests with New Kieselguhr Calofrig F10 for Beer Filtration.** Kvas.prům., 38, 1992, No. 9 pp 257 - 261

The new kieselguhr Calofrig F10 was tested on laboratory, pilot-plant and plant scales. According to throughput belongs this kieselguhr between those of F4 and F20. Its properties permit its independent dosage. F10 can be combined with the more tough or more fine kieselguhr to achieve the proper filtration rate. As a result of model tests alternative mixtures with the kieselguhr F10 are comparable with mixtures of other kieselguhrs. Plant scale tests proved the very good filtration effect of kieselguhr F10. Using the proper mixture of kieselguhrs better results can be achieved than in a case of Calofrig one only.

**VOBORSKÝ, J., - ŠRUMA, T. Testen der neuen Kieselgur Calofrig F10 für die Filtration des Bieres.** Kvas.prům., 38, 1992, Nr. 9, S. 257 - 261

Die neue Gur Calofrig F10 wurde im Laboratorium Kleinbetriebs- und Betriebsausmas getestet. Die Ergebnisse in der Durchflussleistung zeigen, dass die neue Gur die Lücke zwischen den Guren F4 und F20 ausfüllen wird und dass sie durch ihre Eigenschaften selbständiger Dosierung vorbestimmt ist. Je nach der Filtrierbarkeit der Biere kann sie entweder mit einer gröberen oder mit einer feineren Gur kombiniert werden. Aufgrund von Modellfiltrationen werden alternative Gemische mit der Gur F10 zu den benützten Gemischen anderer Kieselgursorten angeführt. In den Betriebsversuchen wurde die hervorragende Filtrationswirkung der Kieselgur F10 bestätigt. Durch eine geeignete Kombination wird gegenüber den bisherigen Möglichkeiten der Kieselgur der Firma Calofrig eine Verbesserung der Ergebnisse sowie auch eine Annäherung zu dem Niveau der ausländischen Kieselguren möglich.