

Zvýšení výtěžnosti hořkých chmelových látek použitím křemeliny ve varně

663.443.49

Ing. JAN KUBÍČEK, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Klíčová slova: *mladina, chmelovar, chmel, hořké látky, křemelina, výtěžnost, úspora*

ÚVOD

V rámci dlouhodobého výzkumného úkolu „Racionalizace chmelovaru“ jsme se zaměřili na ověření nového typu chmelového preparátu, jehož použití se v poslední době, v zemích s vyspělým pivovarským průmyslem, znatelně rozšiřuje. Jde o chmelové prášky, pelety, popř. extrakty míchané s určitým podílem inertních, práškovitých materiálů (bentonit, křemelina). Využití hořkých chmelových látek u těchto preparátů je podstatně vyšší, než u samotného chmele nebo extraktu. Při dnešních vysokých cenách chmele se každá jeho úspora příznivě promítá ve snížení nákladů na chmelovar a ovšem i nákladů na výrobu piva.

Předpokládá se, že přítomnost práškovitého materiálu působí příznivě ve varním procesu, kde funguje patrně v podstatě jako povrchový katalyzátor a intenzifikuje izomerační reakci, čímž je dosaženo dokonalejšího převedení hořkých chmelových látek do roztoku. Zanedbatelný není zřejmě ani jeho

příznivý vliv na sedimentaci ve vířivé kádi, a v důsledku dokonalejší koagulace bílkovin i lepší filtrovatelnost mladiny. Německé označení „Hopfenextraktpulver“ souvisí s použitým způsobem výroby preparátu, kdy zahřátý chmelový extrakt se nastříká na křemelinu a získá se produkt práškovitého vzhledu. Některé firmy uvádějí na trh i kombinaci chmelového prášku a křemeliny (příp. bentonitu) v peletách.

Že přítomnost mikročástic v mladině působí příznivě na využití hořkých chmelových látek, je ovšem známo již delší dobu. Významná je z tohoto hlediska přítomnost bohatého lomu v mladině, jemuž se přiřítá rovněž katalytické působení na izomerační reakci.

Literární údaje, o použití práškovitých materiálů při zpracování chmele a chmelových produktů ve varně, jsou velmi řídké a omezují se většinou na reklamní firemní prospekty, zdůrazňující přednosti použití takových preparátů.

V roce 1965 publikoval výsledky svých zkoušek

Verzele [1]. Kromě jiných hledisek (vliv pH, doby varu atd. na konverzi α -kyselin), uvádí výsledky měření účinku různých přísad křemeliny na izomerační reakci.

Narziss a Reichenederová [2] porovnávají výtěžky iso- α -kyselin po jednohodinovém varu v pufru pH 5,55 u hlávkového chmele, obohaceného chmelového prášku, standardního extraktu a průmyslově vyráběného kombinovaného preparátu, obsahujícího podíl křemeliny. Preparáty byly dávkovány podle výsledků stanovení univerzální hořkosti. Procento izomerace po hodině varu bylo u hlávkového chmele 26,1 %, u obohaceného prášku 29,9 %, u extraktu 32,2 a u preparátu 44,0 %! Pokusné várky, připravené na modelovém zařízení (varna 20 l), ukázaly jednoznačně, že nejlepšího využití α -kyselin a nejvyššího stupně izomerace je dosaženo u kombinovaného preparátu. Nebyl zjištěn žádný vliv použitého preparátu na složení bílkovinných frakcí mladiny a piva. Obsah anthokyanogenů u várek s preparátem byl nižší než u várek s hlávkovým chmelem a standardním extraktem. Stabilita pív z preparátu byla poněkud lepší než u ostatních pív. Přestože hořkost pív z preparátu byla vyšší, než se podle univerzální hořkosti očekávalo, byla hodnocena jako jemná a vyrovnaná. Také várky chmelené kombinací preparátu s obohaceným chmelovým práškem, popříp. s chmelovým extraktem daly dobré výsledky.

Narziss et al. [3] porovnali pelety obsahující 20 % bentonitu se standardními peletami vyrobenými z téhož chmele. Postupovalo se tak, že byly použity stejné dávky obou chmelových preparátů, takže pokusné várky s kombinovaným preparátem obsahovaly vlastně asi o 20 % méně α -kyselin než srovnávací várka ze standardních pelet (65 mg.l⁻¹ a 52 mg.l⁻¹). Autoři posoudili v rámci varních zkoušek dávkování preparátů najednou (v jediné dávce) na počátku 90minutového chmelovaru a nadvakrát (polovina chmelení na počátku varu, druhá polovina 30 minut před koncem — tedy průměrná doba varu 60 minut). Po 90 minutách varu byla mladina vyčerpána do vířivé kádě a po 90 minutách spílána. Výtěžky hořkých látek u kombinovaného preparátu jsou ve všech případech podstatně lepší než u normálních pelet. Přes nižší dávku α -kyselin vykazují piva z kombinovaných pelet vyšší jednotky EBC i podle *Rigbyho-Barse* stanovené iso- α -kyselin. Ještě vyšší rozdíl mezi oběma preparáty se projeví při dávkování nadvakrát. Obsah anthokyanogenů a celkových polyfenolů je u kombinovaných pelet při dávkování najednou poněkud vyšší, při dávkování nadvakrát je prakticky stejný. Rozdíly v polymeračním indexu jsou zanedbatelné a nevykazují postřehnutelnou tendenci v souvislosti s použitým druhem preparátu. Nebyl pozorován ani vliv na změnu pěnivosti nebo stability připravených pív. Při sensorickém hodnocení hotových pív nebylo v žádném případě konstatováno jakékoliv negativní působení použitých kombinovaných pelet. Všeobecně byla lépe hodnocena piva chmelená nadvakrát, nejlépe pivo se zkoušeným kombinovaným přípravkem.

V berlínském VLB provedli *Sommer a Metscher* [4] obdobné zkoušky s normálními chmelovými peletami a s peletami „Super“ obsahujícími 17 % ben-

tonitu, vyrobenými z jednotného chmele. Jde o výrobek firmy Favorit GmbH. Na modelovém zařízení se nejprve zkoušel vliv bentonitu na izomeraci a výtěžky hořkých látek po 15, 30, 60 a 90 minutách varu. Výsledky ukázaly, že vlivem přísadky bentonitu nelze mluvit o „preizomeraci“, že však zvýšené využití lze přičítat právě rychlejšímu rozpouštění hořkých látek a vytvoření velké „reakční plochy“ v přítomnosti látek o velkém specifickém povrchu. Zjištěné úspory při několika zkouškách v tomto malém měřítku byly v průměru 8,5 %.

Ve větším, poloprodučním měřítku (120 l) potom ve VLB připravili pokusné várky s dávkováním normálních pelet a zmíněných pelet „Super“ z téhož chmele a podílu bentonitu, u nichž bylo předpokládáno přibližně o 10 % lepší využití, a tedy jejich dávka při chmelovaru o 10 % snížena. Doba chmelovaru byla 90 minut. Bylo konstatováno, že přísadka bentonitu neměl prokazatelný vliv na složení mladiny a pív. Eventuální rozdíly ležely vždy v rozmezí analytických chyb použitých metod. Výtěžky hořkých látek u mladiny z pelet s bentonitem byly, vyjádřeno v jednotkách hořkosti, o 5,3 % vyšší, podle obsahu iso- α -kyselin (*Rigby-Bars*) o 5,4 % vyšší než u srovnávacích várek se standardními peletami. Pozoruhodné je, že ztráty hořkých látek během hlavního kvašení byly u pív s peletami Super (s bentonitem) mnohem menší, než u srovnávacích várek, takže se v průměru dosáhlo úspory 17,6 %. Příčiny těchto nižších ztrát hořkých látek během kvasného procesu nejsou dosud objasněny.

Výsledky dosažené ve VLB jsou v dobrém souladu s údaji zjištěnými *Runkelem* [5], který při použití silikagelu a křemeliny dosáhl průměrného zvýšení výtěžků u mladiny o 9 %, u hotových pív o 21 %. Připravená piva byla podrobena sensorickému hodnocení za účasti 30 degustujících. Nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi pokusnými a standardními srovnávacími pivy. Stejně výsledky dalo prakticky sensorické hodnocení pív po 5 týdenním skladování při pokojové teplotě. Ani v chuťové stabilitě nebyly po této době konstatovány změny a rozdíly proti standardně chmelenému pivu.

Ve výzkumném ústavu pivovarském a sladařském v Praze se problematika aplikace křemeliny ve varně začala studovat v r. 1983 [6, 7]. Orientační zkoušky při laboratorních chmelovarech v pufru pH 5,55 naznačily, že přísadky 10 až 50 % křemeliny, popříp. bentonitu přispívají ke zvýšenému využití hořkých látek chmele a chmelového extraktu.

Byly připraveny dále 3 série pokusných várek na čtvrtprodučním zařízení VÚPS (varna na 20 l mladiny). Sledovaly se výtěžky a změny hořkých látek v mladinách a pivech podle *Kloppera* [8] a změny iso- α -kyselin a α -kyselin podle *Rigby-Barse* [9]. I. a II. série várek byla připravena se standardním chmelovým extraktem, III. série s granulovaným chmelem. Pokusné várky, připravené s 80 % chmele (popříp. chmelového extraktu) a 20 % křemeliny vykazovaly v průměru 99 % hořkosti ve srovnání se standardními, plně chmelenými várkami. Z výsledků těchto prvních, orientačních zkoušek se usuzovalo, že při použití křemeliny lze počítat s lepším využitím hořkých látek chmele a chmelového extraktu, přibližně o 15 až 20 %.

Prakticky zcela stejných výsledků se potom dosáhlo na poloprovozním zařízení (13 hl mladiny). Dvě série zkoušek s kombinací hlávkový chmel + extrakt, resp. granulovaný chmel + extrakt potvrdily s překvapující přesností možnost náhrady 20 % celkového chmelení křemelinou. Podle Analytiky EBC stanovená hořkost a senzorické hodnocení byly u standardních piv i u piv s 20 % náhrady křemelinou v obou sériích naprosto stejné.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Zkoušky v provozním měřítku byly zahájeny v březnu a ukončeny v prosinci. Po dobu 9 měsíců se jednou za 2 až 3 týdny připravila série obvykle 3 várek v každém ze zkušebních pivovarů.

Pivovar A je vybaven na úseku chlazení mladiny klasickou technologií (stoky, kalolis), pivovar B má vířivou kád. V pivovaru A se připravovala 10 % piva (s výjimkou jedné série 12 % — č. 17) a zpraco-

vával se vesměs hlávkový chmel v kombinaci s chmelovým extraktem. Pivovar B vařil 11 % pivo (s výjimkou jedné 12% série — č. 30) a používalo se zde směsi granulovaného chmele a extraktu. K ověření vlivu dané technologie se v pivovaru A uvařily 3 série [č. 25 — 27] s kombinací granulovaný chmel + extrakt a v pivovaru B naopak 4 série [č. 5 a 14—16] s hlávkovým chmelem a extraktem.

Na základě předchozích výsledků zkoušek ve čtvrtprovozním a poloprovozním měřítku, které naznačily možnou úsporu chmelení mezi 15 a 20 %, jsme zahájili várky v obou závodech tak, že v rámci série se vždy připravila várka srovnávací, se 100 % celkového chmelení a 2 várky pokusné — jedna s 15 % náhradou celkového chmelení křemelinou, druhá s 20 % náhradou. V pivovaru A byly takto uvařeny 4 série, v pivovaru B 3 série várek. Když se ukázalo, že 20 % náhrada je zřejmě příliš vysoká, přešli jsme u všech dalších sérií k náhradám 10 a 15 % křemelinou za celkové chmelení.

Tabulka 1. Chmelení hlávkovým chmelem a standardním chmelovým extraktem
(Hořkosti jsou přepočteny na průměrnou původní koncentraci extraktu piv v každé sérii)

Série č. (pivovar)	1 (A)			2 (A)			3 (A)		
chmelení	chmel + extrakt (%)			100	85	80	100	85	80
	křemelina (%)			0	15	20	0	15	20
hořkosti piv	[JH] [%]			21,3 100	20,4 95,8	19,1 89,7	17,8 100	17,9 100,6	15,8 88,8
							20,5 100	18,5 89,8	17,6 85,9

4 (A)	5 (B)			6 (A)			7 (A)			8 (A)		
100	85	80		100	85	80	100	90	85	100	90	85
0	15	20		0	15	20	0	10	15	0	10	15
16,6 100	18,2 101,6	17,2 103,6		25,8 100	23,1 89,5	20,5 79,5	17,4 100	19,7 113,2	16,3 93,7	17,3 100	18,4 106,4	16,2 93,6
										14,5 100	15,6 107,6	14,8 102,1

9 (A)	10 (A)			11 (A)			12 (A)			13 (A)		
100	90	85		100	90	85	100	90	85	100	90	85
0	10	15		0	10	15	0	10	15	0	10	15
17,8 100	18,6 104,5	17,2 96,6		15,9 100	17,2 108,1	16,5 103,8	16,6 100	16,9 101,8	14,3 86,1	16,0 100	15,5 96,9	15,0 93,8
										14,9 100	15,9 106,7	14,7 98,7

14 (B)	15 (B)			16 (B)			17 (A)		
100	90	85		100	90	85	100	90	85
0	10	15		0	10	15	0	10	15
20,4 100	20,3 99,5	18,8 92,2		22,0 100	22,6 102,7	21,8 99,1	21,7 100	20,9 96,3	20,1 92,6
							18,0 110	21,7 120,6	21,6 120

Tabulka 2. Chmelení granulovaným chmelem a standardním chmelovým extraktem
(Hořkosti jsou přepočteny na průměrnou původní koncentraci extraktu pív v každé sérii)

Série č. (pivovar)		18 (B)			19 (B)			20 (B)			
chmelení	chmel + extrakt (%)	110	85	80	100	85	80	100	90	85	80
	křemelina (%)	0	15	20	0	15	20	0	10	15	20
hořkosti pív (JH) (%)		22,5 100	22,1 98,2	20,2 89,8	25,1 100	20,2 80,5	18,7 74,5	21,5 100	18,9 87,9	18,5 86,9	17,6 81,9

21 (B)			22 (B)			23 (B)			24 (B)			25 (A)		
100	90	85	100	90	85	100	90	85	100	90	85	100	90	85
0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15
23,6 100	21,8 92,4	21,9 92,8	25,6 100	23,5 91,8	22,0 85,9	21,9 100	22,3 101,8	20,3 92,7	22,5 100	20,8 92,4	20,0 88,9	19,9 100	19,3 96,9	19,2 96,4

26 (A)			27 (A)			28 (B)			29 (B)			30 (B)		
100	90	85	100	90	85	100	90	85	100	90	85	100	90	85
0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15
17,7 100	19,8 110,0	17,1 96,6	18,0 100	19,8 110	17,8 98,9	22,5 100	22,9 101,8	21,4 95,1	22,9 100	22,4 97,8	21,2 92,6	27,5 100	25,8 93,8	27,7 100,7

Chmelení se provádělo podle postupu obvyklého v pokusných závodech. Celá dávka standardního chmelového extraktu byla vždy dávkována na počátku chmelovaru. V obou závodech se používalo křemeliny F 20, která byla spolu s chmelovým extraktem rovněž přidána na počátku varu. V průběhu zkoušek nebyly pozorovány technické, ani technologické potíže při čerpání mladiny, sedimentaci kalů a spílání mladiny. Nebyl rovněž zaznamenán negativní dopad použití křemeliny na průběh kvašení, dokvašování a čiření piva.

Doba chlazení na stoku se pohybovala v pivovaru A mezi 120 a 180 minutami, zdržení mladiny ve vířivé kádi v pivovaru B bylo v průměru 60 až 90 minut. Doby dokvašování kolísaly (nikoliv v rámci série, ale v průběhu roku) v souvislosti s kapacitou sklepů a nutností pokrytí poptávky v obchodní síti v letních měsících.

V celku lze říci, že v celém tříčtvrtěročním průběhu zkoušek se mezi pivy, uvnitř jednotlivých sérií, prakticky nevyskytly zásadní rozdíly technologického charakteru, které by mohly výrazně ovlivnit výsledné hořkosti a další senzorycké vlastnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z připojených tabulek 1 a 2 je zřejmé, že s kombinací hlávkového chmele a extraktu bylo připraveno 17 sérií várek tak, že v každé sérii vedle srovnávací, standardní várky se 100 % chmelením byly

uvařeny várky pokusné s chmelením sníženým o 10, 15, popříp. 20 % a doplněným na 100 % křemelinou. S kombinací granulovaného chmele a extraktu bylo podobně připraveno 13 sérií várek. V poslední, 30. sérii v pivovaru B, kdy se použilo už čerstvého chmele z nové sklizně, je patrné určité zvýšení hořkosti pív na hodnoty okolo 27 JH, což lze považovat pro 11 % piva za průměrnou, standardní hořkost. Jinak hodnoty hořkosti předchozích pív vařených ze starého chmele jsou vesměs pod průměrem zjišťovaným v předchozích letech.

Jednoduchým, statistickým zpracováním údajů z tabulky 1 lze zjistit, že v případě kombinace hlávkového chmele a chmelového extraktu bylo při 15 % náhradě křemelinou nalezeno (po přepočtu na průměrnou koncentraci v každé sérii várek) 97,5 % hořkosti standardně chmelených pív, při 10 % náhradě pak 103,4 %. Odpovídá-li tedy 15 % náhrada křemelinou 97,5 % hořkosti plně (100 %) chmelených pív a 10 % náhrada 103,4 % hořkosti, lze za předpokladu platnosti přibližně lineárního vztahu v tomto poměrně úzkém rozmezí usoudit, že asi při 13,5 % náhradě celkového chmelení křemelinou by při kombinaci hlávkový chmel + extrakt bylo dosaženo v průměru stejné hořkosti jako u standardně chmelených várek.

Poněkud překvapující (v rozporu se zkušeností ze čtvrtprovozních a poloprovozních várek) je skutečnost, že při kombinaci granulovaného chmele a extraktu jsou reálné náhrady křemelinou nižší, než

v předchozím případě, u chmele hlávkového. Souvislosti lze snad hledat ve skutečnosti, že u granulovaného (mletého) chmele, u něhož je využití hořkých látek samo o sobě (ve srovnání s hlávkovým chmelem téhož složení) bezesporu lepší, podílí se na tomto využití právě vysoký specifický povrch přidané křemelinou neprojevuje tak markantně jako u chmele hlávkového. Podobně, jako v předchozím případě u kombinace hlávkového chmele a extraktu, vyplývá z tabulky 2 pro granulovaný chmel a extrakt, že při 15 % náhradě celkového chmelení křemelinou, se (po přepočtu na průměrnou koncentraci v každé sérii várek) nachází v pivu 92,7 % hořkosti ve srovnání s plně chmeleným pivem, a při 10 % náhradě je to 98,0 % hořkosti. Znamená to, že při 10 % náhradě celkového chmelení (granulát + extrakt) křemelinou jsou vyrobená piva v průměru o 2 % méně hořká než piva chmelená plnou dávkou. Uvážíme-li, že při současně zjišťovaném průměru hořkosti 11 % piv (20–25 JH) je to 0,4 až 0,5 JH (které jsou ovšem senzorycky naprosto nepostřehnutelné a leží navíc v rámci analytické chyby použité Kloppeovy metody), můžeme při vědomí zmíněného zaokrouhlení konstatovat, že při kombinaci chmelení granulovaným chmelem a standardním chmelovým extraktem, lze asi 10 % celkového chmelení nahradit křemelinou, aniž by to mělo dopad na hořkost vyrobeného piva. Pokud se chceme držet (stejně jako v předchozím případě u hlávkového chmele) přesně, bez zaokrouhlení dosažených výsledků, byla by hodnota této možné náhrady asi 8 %.

Senzorické hodnocení piv bylo prováděno jednak pravidelně v obou závodech, jednak ve VÚPS, stálou komisí posuzovatelů, kteří vlastní osvědčení o způsobilosti pro degustační zkoušky. Hodnocení se provádělo komisí 6 až 10 degustujících, jednak podle systému VÚPS a podle SIJ. Mimo to se míra odlišnosti piv posuzovala trojúhelníkovým testem. Vedle těchto degustací ve VÚPS se vyráběná piva posuzovala v rámci pravidelných hodnocení v obou pivovarech. Podle sdělení pracovníků závodů se u pokusných piv, vařených za přídavku křemelinou, neprojevil pozorovatelný dopad na senzorycké vlastnosti. Posudek pracovníků, kteří svoje pivo ovšem nejlépe znají a pravidelně je degustují, považujeme vždy za mimořádně důležitý. Pokud se vyskytly ojedinělé odchylky v senzoryckých vlastnostech, nebyly systematické, ale vysloveně náhodného charakteru.

Literatura

- [1] VERZELE, M.: EBC Proc., 1965, s. 400.
- [2] NARZISS, L., REICHENEDER, E., Ph. Ngo Da: Brauwelt, **119**, 1979, s. 1566.
- [3] NARZISS, L., REICHENEDER, E.: Brauwelt, **110**, 1970, s. 1025.
- [4] SOMMER, G., METSCHER, M.: Mschr.f.Brau, **7**, 1980, s. 258.
- [5] RUNKEL, U. D.: Forschungsbericht AIF, 1975, č. 2713.
- [6] KUBÍČEK, J., VANČURA, M.: Zvýšení rozpustnosti chmelových pryskyřic (Výzkumná zpráva), Praha VÚPS, 1983.
- [7] KUBÍČEK, J., VANČURA, M.: Zvýšení rozpustnosti chmelových pryskyřic (Výzkumná zpráva) Praha, VÚPS, 1985.

- [8] KLOPPER, W. L.: Brauwissenschaft, **8**, 1955, s. 101.
- [9] RIGBY, F. L., BARS, A.: ASBC Proc. Congr., 1961, s. 46.

Kubíček, J.: Zvýšení výtěžnosti hořkých chmelových látek použitím křemelinou ve varně. Kvas. prům., **33**, 1987, č. 8—9, s. 254—259.

Bylo zjištěno, že při výrobě 10 % světých piv (91 provozních várek), při chmelení kombinací hlávkový chmel + standardní chmelový extrakt a klasickým způsobu chlazení mladiny (stoky, kalolis), lze počítat s možností průměrné náhrady celkového chmelení křemelinou ve výši asi 13 %, aniž by (ve srovnání s plně chmelenou várkou) došlo k patrným změnám intenzity a charakteru hořkosti a dalších senzoryckých a fyzikálně chemických vlastností hotových piv. Při kombinaci granulovaného chmele a extraktu a použití vířivé kádě lze se stejnými výsledky, při výrobě 11 % piv, nahradit křemelinou přibližně 8 % celkového chmelení.

V exaktně vedených 5 sériích čtvrtprovozních a polo-provozních zkoušek (objem mladiny 20 l, popř. 13 hl), byla u 10 % piv, při použití jak hlávkového, tak granulovaného chmele a standardního extraktu, se stejnými výsledky, zjištěna možnost náhrady 20 % celkového chmelení křemelinou.

Кубичек, Я.: Повышение выхода горьких веществ хмеля при помощи применения инфузорной земли в варочном цехе. Квас. прум., **33**, 1987, № 8—9, стр. 254—259.

Было установлено, что при производстве 10 %-ных светлых пив (91 производственная варка), при охмелении комбинацией натуральный хмель + стандартный хмелевой экстракт и при классическом охлаждении охмеленного сусла, можно считать с возможностью средней замены суммарного охмеления инфузорной землей около 13 % без того чтобы (по сравнению с полным охмеленной варкой) привело к заметным изменениям интенсивности и характера горькости и других сенсорических и физико-химических свойств готовых пив. При комбинации гранулированного хмеля и экстракта и применении завихрительного чана, можно с теми же результатами при производстве 11 %-ных пив заменить инфузорной землей приблизительно 8 % охмеления.

В экзактно веденных пяти сериях стеновых и полу-производственных испытаний (объем охмеленного сусла 20 литров, или же 13 гл) 10 %-ных пив при применении как натурального хмеля, так и гранулированного хмеля и стандартного экстракта с теми же результатами, была установлена возможность 20 %-ной замены суммарного охмеления инфузорной землей.

Kubíček, J.: Higher Yields of Bitter Substances from Hop Using Kieselguhr During Hop Boiling. Kvas. prům., **33**, 1987, No. 8—9, pp. 254—259.

Using a combination of hop cones and standard hop extract followed by a classical cooling procedure of hopped wort the replacement of about 13 % of hops by kieselguhr resulted in evident changes of intensity and characteristics of bitterness and further changes in sensorial and physico-chemical properties of beers. It was found in 91 batches performed on an industrial scale in the production of 10 % pale beers. Using a combination of granulated hops and hop extract followed by the Whirlpool the replacement of about 8 % of hops by kieselguhr permits to achieve the same results in a production of 11 % beers. The results of exactly performed 5 batches of laboratory and pilot-plant experiments (wort volume of 20 l and 13 hl respectively) with 10 % beers showed a possibility of 20 % replacement of hops by kieselguhr with the hop cones as well as with granulated hops and standard hop extract.

Kubíček, J.: Erhöhung der Ausbeute der Hopfenbitterstoffe bei Kieselgurapplikation im Sudhaus. Kvas. prům., **33**, 1987, Nr. 8—9, S. 254—259.

Es wurde festgestellt, daß bei der Erzeugung von 10 % hellen Bieren (91 Betriebssude), bei Hopfung durch Kombination Doldenhopfen + Standardhopfenextrakt und

bei klassischer Würzekühlung, mit einem ca 13 % Ersatz der Gesamthopfung durch Kieselgur gerechnet werden kann, und zwar ohne wahrnehmbare Änderungen (im Vergleich mit vollgehopften Suden) der Intensität und des Charakters der Bittere und weiterer sensorischer und physikalisch-chemischer Eigenschaften der Fertigbiere. Bei der Kombination von granuliertem Hopfen und Extrakt und bei Anwendung des Whirlpools kann man mit

gleichem Ergebnis bei der Produktion 11 % Biere cca 8 % der Gesamthopfung durch Kieselgur ersetzen.

In 5 exakt geführten Serien klein- und halbbetrieblicher Versuche (mit 20 l bzw. 13 hl Würze) wurde bei 10% Bieren, die mit Doldenhopfen, granuliertem Hopfen und Standardextrakt gehopft wurden, die Möglichkeit eines 20 % Ersatzes der Gesamthopfung durch Kieselgur bestätigt.