

# Hodnocení chmele a chmelových produktů podle analytických kritérií jako předpoklad efektivního využívání surovin v pivovarství

Dipl. chem. KARL WILDING, Institut für die Gärungs- und Getränkeindustrie, Berlin, NDR

*Předneseno na Pivovarsko-sladařských dnech 10. a 11. 4. 1979 v Gottwaldově*

Ze tří charakteristických podstatných složek chmele (hořké látky, silice a třísloviny) mají na rozdíl od chmelových tříslovin a silic pro pivovarský proces nesporný význam hořké látky, které udělují pivu hořkou chuť a ovlivňují mj. tvorbu a stabilitu pěny i biologickou trvanlivost.

V naší souborné práci „Chmel a chmelové produkty“ vycházíme v NDR z předpokladu, že chmelovým hořkým látkám náleží bezvýhradně prvenství před všemi ostatními sloučeninami obsaženými v chmelu. Naše výsledky i literární údaje potvrzují správnost tohoto základního stanoviska.

Jedním z podstatných cílů všech prací o chmelu a látkách v něm obsažených bylo a je — nyní jako dříve — prohloubení znalostí o kritériích, jimiž lze i při rozdílných stupních stárnutí rychle a přesně popsat intenzitu hořkosti, tj. skutečnou pivovarskou hodnotu nejrozličnějších chmelů a chmelových produktů, a potom jejich aplikací dosáhnout stejnoměrné a stálé hořkosti piva.

Z ekonomického hlediska má proto podstatný význam, že je možno na základě náležitých vědeckých podkladů nasadit tuto účinnou, v současné době ještě nezastupitelnou surovinu tak efektivně, aby se při zachování stejné kvality hořkosti piva zabránilo předávkování nebo poddávkování.

Z tohoto důvodu jsme vypracovali v letech 1974—1978 obecně platný systém hodnocení hořkých látek vhodný pro zemědělství, zpracování chmele i aplikaci v pivovarství. Tento systém jsme vědecky zabezpečili a od r. 1979 zavedli příslušnými zákonnými ustanoveními, jako např. normami a cenami.

Obsah chmelových pryskyřic kolísá podle druhu, podmínek pěstování i klimatických vlivů obecně mezi 15 až 20 %. Při užití australské odrůdy chmele „Pride of Ringwood“ se dosahuje celkového obsahu pryskyřic asi

27 %. Ze zjištěného výtěžku hořkých látek, dosažitelného z určité plochy u jednotlivých odrůd vyplývá, že např. v podmínkách NDR lze vyrobit u odrůdy „Northern Brewer“ (NB) asi trojnásobné množství hořkých látek ve srovnání s chmelem „žateckého“ typu. Uvedená australská odrůda chmele dodává dokonce v australských podmínkách asi pětinašobek hořkých látek (srv. „Žatecký“—NDR). Z toho se odvozují např. dávky chmele 40 až 50 g/hl. Tyto údaje ukazují, jak značný národohospodářský význam má zvolené spektrum druhů chmele pro určitou zemi a jak důležité je přesné dávkování hořkých látek z provozního hlediska i vzhledem k jakosti piva.

Analytická metoda pro chmel a chmelové výrobky musí být — jde-li o zavedení jednotného měřítka, jak bylo zamýšleno v podmínkách NDR — vhodná pro aplikaci v pivovarství, zušlechťování chmele (např. extrakce, peletování), obchod s chmelem.

Z literatury o dávkování chmele a chmelových produktů podle analytických nálezů lze především odvodit, že pro zjištění dávky chmele potřebné pro dosažení žádané hořkosti piva se u čerstvých nebo jen nepatrně zestárých chmelů hodí více metod [např. jednotky hořkosti (JH),  $\alpha$ -kyseliny, Wöllmerova hodnota]. K určení intenzity hořkosti zestárlého chmele se však zvláště jeví vhodnou metoda JH. Také vzhledem k zušlechťování chmele a obchodu s chmelem má tato metoda proti jiným kritériím mnohé přednosti.

Podstatné přednosti metody JH ve srovnání s metodou určení  $\alpha$ -kyselin jsou:

1. Metodou JH je možné dobře popsat intenzitu hořkosti, tj. pivovarskou hodnotu i u staršího chmele. To též znamená, že JH se mění během skladování chmele podstatně méně než  $\alpha$ -kyseliny.



2. Metoda určení JH vyniká nad metodu používající stanovení  $\alpha$ -kyselin, pokud jde o reprodukovatelnost.

3. Bilancování procesů zpracování lze provést metodou JH s dobrými výsledky i u starého chmele.

Nevýhodou určování metodou JH je její nesnadná automatizovatelnost.

V NDR jsme zkoumali v souvislosti se zavedením dávkování hořkých látek:

— chování chmele NB a žateckého při skladování a rozdílných teplot,

— vztahy a regresy mezi různými frakcemi chmelových pryskyřic,

— analytické chyby za podmínek porovnání a opakování pro metody stanovení chmelových hořkých látek,

— využití chmelových hořkých látek a úroveň hořkosti piva v pivovarství NDR.

### Změny složení látek obsažených v chmelu způsobené skladováním

Látky obsažené v chmelu se při skladování a při zpracování chmelových produktů v různé míře mění a tyto změny jsou ovlivněny nejrozličnějšími faktory (např. odrůdový typ, teplota, vlhkost vzduchu). Zkoumali jsme proto, jak působí skladování za vymezených podmínek na  $\alpha$ -kyselinu a JH, abychom mohli odvodit závěry o optimálních skladovacích podmínkách, o době zpracování v pivovarské výrobě, o způsobilosti zkoumaných analytických kritérií k hodnocení kvality a dávkování chmelových produktů a o způsobilosti druhů chmele k výrobě chmelových produktů (např. k peletování).

K tomu účelu byly analyzovány druhy chmele „Northern Brewer“ a typ „Žatecký“ — v současné době i v budoucnu charakteristické pro pěstování chmele v NDR — ze sklizně 1975 a 1976 a výsledky podle odrůd analyticky vyhodnoceny. K odrůdovému zkoumání výsledků byl vytvořen kvocient vyplývající z 1. řady šetření (září) a z 2. řady šetření (červen následujícího roku).

Úbytky  $\alpha$ -kyselin zjišťované u chmele ze sklizně 1975 se liší výrazně od úbytků ze sklizně 1976 jak u NB, tak u žateckého chmele, zatímco pro úbytky JH nevystupují za stejných podmínek žádné směrodatné rozdíly. Při vzájemném porovnání kritérií JH a  $\alpha$ -kyselin je úbytek  $\alpha$ -kyselin v každém případě směrodatně vyšší než úbytek JH. To se shoduje u NB i žateckého chmele. Z výsledků lze vyvodit mj. tyto závěry:

— na základě prokázaných dlouhých lhůt štěpení pro  $\alpha$ -kyselinu, lišících se výrazně od úbytků JH, je zjištění pivovarské hodnoty chmele a chmelových produktů (uvedené jako  $\alpha$ -kyselinu) v libovolné době po sklizni možné jen s velkými chybami,

— příznivější předpoklady pro zjištění pivovarské hodnoty jsou dány stanovením JH, které dobře charakterizují pivovarskou hodnotu chmele nebo z něho vyrobených produktů bez korektur.

### Vztah a regrese mezi různými frakcemi chmelových pryskyřic

Cílem šetření bylo zjistit, zda použitím regresních vztahů je principiálně možné dostatečně přesně vypočítat z analyzovaného kritéria ( $\alpha$ -kyselinu) jiné (JH), neboť lze automaticky analyzátory provést stanovení obsahu  $\alpha$ -kyselin ve všech vzorcích ze sklizně (asi 600) za dobu asi 6 týdnů, na druhé straně však nemůže být ve stejné době proveden též počet analýz JH.

Při šetření měly být především analyzovány vztahy mezi JH a  $\alpha$ -kyselinami u chmele „Northern Brewer“ a „Žatecký“. K vyhodnocení korelační a regresní analýzou byly vzaty výsledky šetření sklizní chmele z let

1975, 1976 a 1977, přičemž analytické údaje byly propočteny jednotlivě pro každou sklizeň a pak společně pro léta 1975 a 1976 i pro léta 1975—1977. V každém ze zkoumaných případů, tj. pro NB a žatecký chmel v každém roce a rovněž ve společném propočtu let mohly být vykázaný velmi průkazné vztahy mezi obsahem  $\alpha$ -kyselin a JH. Například činila míra spolehlivosti pro celek šetření sklizní 1975—1977 u chmele NB 80,0 % a u žateckého chmele 90,4 %.

Zjistili jsme, vycházejíce z velmi dobře prokázaných vztahů mezi JH a  $\alpha$ -kyselinami, že užitím vyšetřených rovnic regrese mohou být vypočteny JH z obsahu  $\alpha$ -kyselin stanoveného v čerstvém chmelu po sklizni.

Příklad: Obsah  $\alpha$ -kyselin stanovený ve sklizňovém vzorku: 5 %.

Rovnice regrese:

$$JH = 7,92 \times \alpha\text{-kyselinu} + 6,8,$$

$$JH = 46,4 \text{ mg/g.}$$

Tímto postupem se kombinují a prakticky využijí přednosti obou metod.

### Analytické chyby jednotlivých metod použitých v analytice chmele

Teprve analytické chyby, jež byly zjištěny použitím statistických metod, připouštějí přesné vzájemné srovnání analytických metod; je možno z nich vyvodit závěry, pokud jde o posouzení analytických údajů a zhodnocení výrobků, zda u nich byla dodržena standardní jakost. Na matematicko-statistickém podkladě byla zjištěna reprodukovatelnost a srovnatelnost analytických metod u hořkých látek v pivě,

JH ve chmelu,

JH ve chmelovém extraktu,

vlhkosti ve chmelu,

$\alpha$ -kyselinu ve chmelu.

Analytické chyby těchto metod jsou v NDR částečně příznivější, než jak je vykazují literární údaje.

Zjištěné analytické chyby byly zahrnuty v souvislosti se zavedením systému hodnocení hořkých látek do odpovídajících norem. Zjistili jsme např. tyto analytické chyby (tab. 1).

Tabulka 1. Srovnání analytických chyb různých analytických metod chmele, chmelového extraktu, piva (NDR)

Analytická metoda Znak	$\alpha$ -kyselinu v A-chmelu abs. % rel.	Vlhkost ve chmelu abs. % rel.	JH ve chme- lu (mg/g abs. % rel.
Srovnatelnost	— —	— —	4,6 7,8
Reprodukovatelnost	0,15 3,8	0,56 <sup>1)</sup> 5,4	1,4 2,4
Odechylna od standardu (IfC)	0,13	0,24	1,01
$\bar{x}$	3,9	10,4 <sup>1)</sup>	59,3
$\bar{x}$ (IfC)	3,5	9,1	59,3
Variační koeficient (%)	3,7	2,6	1,7
Analytická metoda Znak	Stanovení JH v chmelovém extraktu		Hořké látky v pivě podle TGL25497/05 (mg/l) abs. % rel.
	s odloučením látek (mg/g) abs. % rel.	bez odlouče- ní látek (mg/g) abs. % rel.	
Srovnatelnost	38 10,3	49 13,3	3,0 12,38
Reprodukovatelnost	4 1,1	4 1,1	0,58 2,40
Odechylna od standardu (IfC)	1,31	2,97	0,16
$\bar{x}$	369	369	24,3
$\bar{x}$ (IfC)	367	376	24,2
Variační koeficient (%)	0,4	0,8	0,7

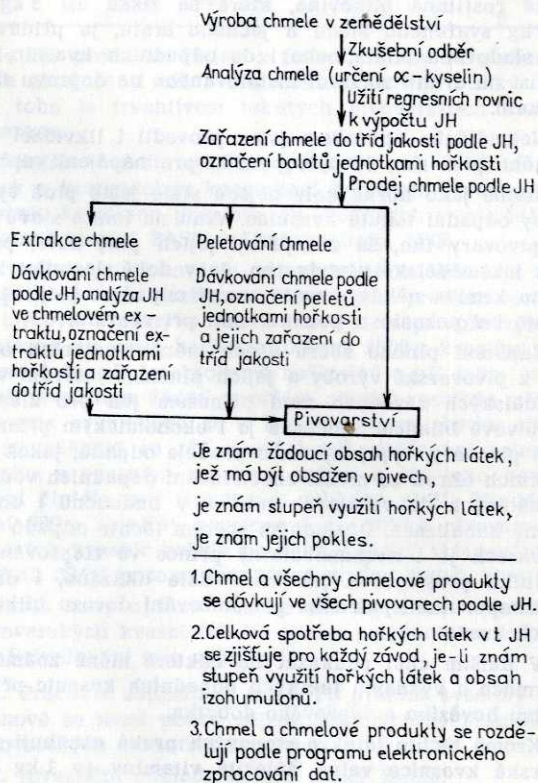


Současně s dosud uvedenými šetřeními byly v pivovarství vytvořeny mj. tyto předpoklady pro všeobecné dávkování hořkých látek:

Tabulka 2. Podstatné rozdíly, popř. změny podle TGL 26778 (list 1 a 2) a nové normy z r. 1979

Požadavky	Třída jakosti	TGL 26778/01	TGL-návrh v září 1979 třídy JH% $\alpha$ -kyselin v suš
$\alpha$ -kyseliny	I	nad 6,0	70 nad 7,3
v % suš. A	II	6,0—5,0	60 7,3—6,1
	III	4,9—4,0	50 6,0—4,8
	IV	3,9—2,5	40 4,7—3,6
			30 3,5—2,3
B	I	nad 9,5	105 nad 12,5
			95 12,5—11,2
			85 11,1—9,7
	II	9,5—8,0	75 9,6—8,2
			65 8,1—6,8
	III	7,9—6,5	55 6,7—5,3
	IV	6,4—4,0	45 5,2—3,8
Aróma A,B	I	jemné	vůně: A-chmel <sup>1)</sup> aromatická
	II	dobře	po chmelu a typická pro odrůdu
	III	slabě nebo ostře	
	IV	velmi slabě nebo cizí vůně	B-chmel typická pro odrůdu

1) Podobný žateckému odrůdovému typu



Tab. 3

1. Zlepšení stupně vybavení podnikových laboratoří (počet spektrálních fotometrů k určení chmelových hořkých látek asi 45).
2. Školení pracovníků kontroly jakosti a doplnění jejich počtu.
3. Vypracování norem. V tab. 2 jsou uvedeny podstatné změny, popř. rozdíly ve srovnání hodnocení nové normy (JH) a dosavadního způsobu ( $\alpha$ -kyseliny).
4. Zjištění odpovídajících nejvýznamnějších technolo-

gických znaků pro dávkování hořkých látek ve všech velkých pivovarech, např.:

— stupeň využití hořkých chmelových látek pro všechny druhy pív, obsah hořkých látek nejdůležitějších pív, pokles obsahu těchto látek.

5. Nový cenový systém, kde všechny ceny byly založeny na bázi hořkých látek.

6. Vypracování a použití programu elektronického zpracování dat k zjištění a rozdělení chmelových hořkých látek.

7. Plánování a bilancování všech chmelových produktů podle hořkých látek.

Ve schématu je uvedeno ohodnocení chmele a chmelových produktů, aplikace a zpracování (tab. 3).

Nakonec bych chtěl shrnout výhody postupu, který jsme zavedli v zemědělství, zpracování chmele i v pivovarství:

1. Pivovarská hodnota chmele, chmelového extraktu a chmelových peletů se posuzuje a označuje stejnými analytickými kritérii.

2. Cena chmele a jeho produktů se hodnotí jednotně podle analyticky zjištěného obsahu hořkých látek.

3. Chmel a jeho výrobky se dávkuje podle udaného obsahu hořkých látek s přihlédnutím k okamžitému provoznímu stupni využití chmelových hořkých látek a k požadovanému obsahu izohumulonů v pivě.

4. Hořkost piva se zkouší podstatně častěji. Tím se zamezí předávkování a poddávkování a zaručí efektivní využití chmelových hořkých látek.

5. Posouzení účinnosti procesů zpracování chmele — extrakce a peletování — lze provést s dobrými výsledky.

6. Je možno zjistit spotřebu hořkých látek v celém pivovarském průmyslu na základě znalosti veličin ovlivňujících jejich spotřebu v každém závodě.

Přeložila Dr. E. Melmuková-Šašecí

**Wilding K.: Hodnocení chmele a chmelových produktů podle analytických kritérií jako předpoklad efektivního využívání surovin v pivovarství.** Kvas. prům. 25, 1979, č. 8, s. 169—172.

Od roku 1979 byl v NDR zaveden obecně platný, vědecky podložený systém hodnocení hořkých látek, vhodný pro zemědělství, zpracování chmele i aplikaci v pivovarství. Cena chmele i chmelových produktů se jednotně hodnotí podle analyticky zjištěného obsahu hořkých látek. V pivovarství se chmel a chmelové produkty dávkuje podle obsahu hořkých látek s přihlédnutím k okamžitému provoznímu stupni využití hořkých látek a požadovanému obsahu izohumulonů v pivě.

**Вильдинг, К.: Оценка хмеля и хмелевых продуктов по аналитическим критериям — предпосылка эффективного использования сырья в пивоваренной промышленности.** Квас. прум. 25, 1979, № 8, стр. 169—172.

Начиная с 1979 г. в ГДР была введена обязывающая система оценки горьких веществ хмеля, базирующаяся на результатах новейших научных исследований. Простота метода оценки обеспечивает возможность его применения в сельском хозяйстве, на заводах обрабатывающих хмель и в пивоваренной промышленности. Стоимость хмеля и хмелевых продуктов зависит от аналитически установленного содержания горьких веществ. Пивоваренные заводы также дозируют хмель и хмелевые продукты в соответствии с содержанием горьких веществ, учитывая существующую степень их использования и требуемое содержание в пиве изогумулонов.



**Wilding K.: Evaluation of Hops and Hop Products by Applying Analytic Criteria Contributes to an Efficient Utilization of Raw Materials in Brewing Industry.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 8, pp. 169—172.

Starting from 1979 a generally binding system based on scientific research works has been introduced in German Democratic Republic for evaluating hop bitter substances. The method can be conveniently applied in agriculture, hop processing plants and brewing industry. The price of hops and hop products depends upon the content of bitter substances ascertained through analyses. In breweries hops and hop products are also dosed in accordance with the content of hop bitter substances, taking into account available utilization rate and required amount of isohumulons in beer.

**Wilding K.: Beurteilung des Hopfens und der Hopfenprodukte nach den analytischen Kriterien als Voraussetzung der effektiven Rohstoffausnützung in der Brauerei.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 8, S. 169—172.

Seit dem Jahr 1979 ist in der DDR ein allgemein gültiges, wissenschaftlich fundiertes System der Bewertung der Hopfenbitterstoffe eingeführt, das für die Landwirtschaft, die Verarbeitung des Hopfens sowie auch seine Applikation in der Brauerei geeignet ist. Der Preis des Hopfens und der Hopfenprodukte wird einheitlich nach dem analytisch ermittelten Bitterstoffgehalt bewertet. In den Brauereien werden der Hopfen und die Hopfenpräparate nach dem Bitterstoffgehalt dosiert, und zwar mit Hinsicht zu dem momentanen Grad der Bitterstoffausnützung im Betrieb und dem geforderten Isohumulongehalt im Bier.