

Úvodní slovo

Ocitáme se na prahu 21. století uprostřed 2. industriální revoluce. Naše země prošla desetiletým obdobím transformace „socialistického“ centrálně plánovaného hospodářství. Dostali jsme tuto šanci a bylo pouze na nás, jak ji využijeme. Výsledky některých průmyslových odvětví ukazují, že očekávání bylo možná nad síly a zkušenosti tehdejších manažerů, kterým bylo vedení firem svěřeno.

Přestože jsme o tom všichni mluvili, málokdo si uměl představit, co to znamená sloužit zákazníkovi, co to znamená mít svoji existenci závislou na prodeji a nikoli na výrobě na sklad. První překvapení nastalo, když naše zboží nebylo jediné na trhu, žádná všemocná ruka neplánovala odbytí a naopak dokonce naši východní sousedé poznali, že si za peníze mohou koupit, co chtějí a ne to, co jim kdo nařídí.

Ocitáme se v období skepse a rozčarování. Skepse na straně bohaté západní Evropy, kdy si mnoho tamních lidí uvědomuje, že ty nejlepší časy už pominuly – Evropa výrazně ztrácí za Spojenými státy. Rozčarování na straně chudší východní Evropy, že zadarmo už nebude nic a za peníze všechno. A mít peníze, znamená mít práci a mít práci, znamená přinášet přidanou hodnotu firmě.

Jak jsem se již zmínil, ocitáme se uprostřed 2. industriální revoluce. Pro toto období platí také jedna definice. Jediná konstanta je změna. Tato změna musí vést k lepšímu. Osobně v tomto přístupu vidím obrovskou šanci pro naše lidi. Mnohokrát jsme dokázali, že naši odborníci vynikají svými schopnostmi, pracovitostí a pružným přístupem, zvláště je-li dán dostatečný prostor pro tvořivost.

Se změnami, vyvolávanými příchodem nových převratných technologií ve všech oborech lidské činnosti, se dnes potýkají všechna průmyslová odvětví na světě a všechny firmy. Je na nás, abychom se do tohoto úchvatného procesu dokázali zapojit jako právoplatní Evropané. Chce to jen odvalu, sebevědomí, píli a samozřejmě trochu štěstí.

Jiří Michal

předseda představenstva
a generální ředitel Lěčiva a.s.

Praktické využití pokroků v chemii přírodních chmelových látek

Počátky exaktního zkoumání chemie chmele se datují z konce minulého století, kdy byla objevena kyselá povaha etherického extraktu chmele. Skutečné pokroky v objasnění chemického složení této nenahraditelné přírodní suroviny využíváné při výrobě jednoho z nejtradičnějších a nejrozšířenějších nápojů v historii lidské populace, byly odstartovány v období před a záhy po 2. světové válce. Teprve výrazné zdokonalení separačních a analytických technik včetně instrumentálního vybavení laboratoří zaměřených na výzkum přírodních látek umožnily objasnit chemismus chmelových látek v průběhu pivovarského procesu. Ačkoliv zásadní poznatky v této oblasti byly objasněny v německých, belgických a anglických laboratořích, nemalou měrou přispěli k poznání chemické podstaty chmelových látek i čeští vědci, zejména ve 40. až 60. letech. Výzkum chemie chmelových látek v naší zemi byl podložen tradiční vysokou úrovní produkce nejkvalitnějších chmelových odrůd ve světovém měřítku.

Chmel (*Humulus lupulus*) se používá k výrobě piva od nepaměti. Objasnění chemické struktury nejdůležitějších složek chmele ukázalo na zásadní význam dvou skupin přírodních látek. První tvoří látky pryskyřičného charakteru, zvané chmelové pryskyřice, a druhou těkavé látky terpenického charakteru. V chmelových pryskyřicích byla postupně objasněna struktura několika desítek chemických individuů, z nichž ty, jež jsou dnes nazývány α -hořké kyseliny, jsou původcem hořké chuti piva. Terpenoidní látky chmele jsou na druhé straně tvůrci typického chmelového aroma, které z části ovlivňují i aroma piva. Přesná struktura humulonů, o empirickém vzorci $C_{21}H_{30}O_6$, nejdůležitější složky α -hořkých kyselin, byla určena kombinací chemických, spektrometrických a chirooptických technik jako $(-)(6R)$ -2-(3-methylbutanoyl)-4,6-bis(3-methylbutenyl)-3,5,6-trihydroxycyklohexa-2,4-dienon. V přírodních α -hořkých kyselinách se vyskytuje v heterogenní směsi s dalšími dvěma až pěti analogy, lišícími se postranním acylovým řetězcem na 2. uhlíku cyklohexadienonového jádra. Humulon a jeho analogy podléhají v průběhu pivovarského procesu chemickým přeměnám, z nichž převažuje izomerace šestiuhlíkatého cyklického jádra na pětiuhlíkaté cyklopentenonové jádro za současného prodloužení postranního řetězce na 4. uhlíku, nazývaných iso- α -hořké kyseliny. Teprve tyto látky jsou nositeli hořké chuti piva. Z jejich struktury je zřejmá značná chemická nestabilita i omezená rozpustnost ve vodném prostředí, což má za následek relativně nízké využití cenné přírodní suroviny, které při tradiční pivovarské technologii nepřesahuje zpravidla 30 %. Druhou nejpočetněji zastoupenou složkou chmelových pryskyřic jsou β -hořké kyseliny, lišící se od α -hořkých kyselin přítomností dalšího postranního isopentenylového řetězce a tím i absencí hydroxylové skupiny na 4. uhlíku jádra. Tento rozdíl ve struktuře má za následek mnohem nižší rozpustnost β -hořkých kyselin ve vodném prostředí a tím i jejich téměř řádově nižší i odlišné uplatnění v pivovarském procesu.

Skutečnost nízké efektivity využití hořkých kyselin i jejich značná nestabilita i částečná nestabilita izomeračních produktů, spolu se všeobecnou transformací zastaralých technologií v moderní technologii, s racionálním využíváním surovin, zasahuje od 80. let i do vysoce tradiční průmyslové sféry, jakou vždy bylo pivovarování. Poznatky výzkumných laboratoří zaměřené na účinnou izomeraci, zvýšení chemické stability i zlepšení rozpustnosti v mírně kyselém vodném prostředí vedly v posledních letech k průmyslové produkci chemicky upravených chmelových výrobků, jež se z komerčního hlediska zpravidla rozdělují na výrobky izomerované, redukované a hydrogenované, dostupné na trhu ve formě extraktů i relativně čistých směsí upravených hořkých kyselin více či méně rozpustných ve vodě a aplikovatelných v různých stádiích technologie.

Izomerované chmelové výrobky obsahují převážně iso- α -hořké kyseliny a zahrnují izomerované granulované chmele připravované tepelnou úpravou jemně rozemletého chmele po přidávku 10 % katalyzátoru oxidu hořečnatého a izomerované extrakty získávané z přírodního chmele superkritickou či subkritickou extrakcí oxidem uhličitým a následnou izomerací α -hořkých kyselin v mírně alkalickém prostředí za katalýzy dvojmocnými kovy. Nejčistší formu představují reextrakcí získávané draselné či hořečnaté sole iso- α -hořkých kyselin do-

konale rozpustné v pivo. Účinnost využití těchto výrobků v pivovarském procesu je výrazně vyšší než u přírodního chmele.

Redukované a hydrogenované chmelové výrobky obsahují produkty různého stupně redukce či hydrogenace molekul iso- α -hořkých kyselin. Redukuje se karbonylová skupina v postranním isohexenylovém řetězci a redukují se dvojně vazby v postranních isopentenylových řetězcích. Nejčastěji jsou na trhu tetrahydro- a hexahydro-iso- α -hořké kyseliny, opět v různých stupních čistoty. Kromě vysokého stupně využití umožňují tyto výrobky chránit pivo před vznikem vedlejších nepříjemných příchutí po expiraci na světle, mají intenzivnější hořkost, zřetelně zlepšují pěnivost piva, jejich nevýhodou však je jiný charakter hořkosti a tudíž změna chuťového profilu konečného výrobku.

Aplikace chemicky upravených chmelových výrobků v pivovarské výrobě je v některých státech legislativně omezena, přesto se jejich výroba a nabídka neustále rozšiřuje, i když v některých tradičních pivovarských zemích jen velmi opatrně, či zatím ne. Zkušenosti s jejich uplatněním jsou proto zatím sbírány zejména ze zámoří. Obavy ze zániku tradičního chmelářství následkem lavinovitěho rozšíření chemicky upravených

chmelových výrobků jsou dosud neopodstatněné. Jednak proto, že výroba takovýchto produktů vychází z chmelových pryskyřic získávaných z přírodního chmele, jednak proto, že tyto výrobky zahrnují jen jednu z obou nejdůležitějších skupin přírodních složek chmele. V chemii chmelových silic, zahrnujících převážně monoterpenické a sekviterpenické uhlovodíky a produkty jejich oxidačních přeměn, byly sice též učiněny značné pokroky, ale jejich praktické využití je limitováno dosud omezenými znalostmi o jejich konkrétní roli v utváření aroma piva. Hlavním důvodem je přílišná složitost směsi přírodních chmelových silic, v nichž bylo dosud identifikováno několik set chemických individuů. V časovém horizontu nejbližších let lze proto předpokládat trvajících potřebu produkce kvalitních chmelových odrůd s jemným aroma na jedné straně a s vysokým obsahem α -hořkých kyselin na druhé straně. Nové poznatky v chemii chmelových látek budou stále více rozšiřovat sortiment chmelových výrobků a umožňovat sládkům vývoj stále nových druhů piv specifických vlastností podle měnících se požadavků mnohdy nevyzpytatelného trhu.

Jaroslav Čepička

Časopis Chemické listy již tradičně věnuje červencové číslo chemickému průmyslu a průmyslově orientovanému výzkumu. Shodou okolností právě v této době slaví své sedmdesáté narozeniny chemický technolog světového formátu, vysokoškolský učitel, který významným způsobem ovlivnil náš i slovenský chemický průmysl, prof. Ing. Josef Pašek, DrSc. z Ústavu organické technologie VŠCHT v Praze.

Redakční kruh s potěšením uvítal, že náplň červencového čísla zajistili především spolupracovníci a bývalí žáci prof. Paška. Rádi bychom jim proto za jejich příspěvky poděkovali a zároveň se tak prostřednictvím časopisu připojili k početným gratulantům.

Za Ústav organické technologie
prof. Ing. Libor Červený, DrSc.

Za redakční kruh Chemických listů
prof. RNDr. Bohumil Kratochvíl, CSc.