

## Z výzkumu a praxe

# ZKUŠENOSTI S NOVĚ VYBUDOVANÝM PROVOZEM GRANULACE CHMELE DRUŽSTVA CHMELAŘSTVÍ ŽATEC

Ing. ZDENĚK ŠAUER

**Klíčová slova:** chmel, granulace, zpracování, analytická kontrola

Několikaměsíční provoz granulace žateckého chmele v nově vybudovaném podniku družstva Chmelařství v Žatci dal možnost zhodnotit prvou polovinu výrobní kampaně jak z hlediska technologického, tak i hospodářského. Nová kampaň byla zahájena výrobou typu 90 a o několik týdnů později typu 45.

### ZPRACOVÁNÍ CHMELE NA TYP 90

Chmelové granule s označením „90“ jsou definovány jako dosušený, rozemletý a po předchozím odstranění nežádoucích nečistot granulovaný chmel. Vyrobené granule jsou plněny do obalů pod ochranným plynem.

Do výroby přichází chmel v originálním balení přímo od pěstitele. Přestože se zpracovává výhradně jedna odrůda — žatecký červeňák — jsou jednotlivé partie homogenizovány v silu o kapacitě 7,5 t. Pro usnadnění průběhu zpracování je nutno snížit obsah vody ve chmelu z původních 11 až 12 % na 7 až 8 %. Sušicí proces probíhá průběžně na sušárně vybavené sklopnými liskami, za přebytku vzduchu o teplotě cca 45 °C. Usušený chmel je pneumaticky dopraven do kladívkového mlýna a rozemlet na prášek, který svým složením umožňuje šetrný proces granulace. Do této výrobní fáze prošel chmel dvakrát oddělovačem nečistot a třikrát elektromagnetem.

Prášek se dopravuje do dvou míchacích sil, kde probíhá další homogenizace. Největší pozornost je věnována granulaci. Exaktní přívod materiálu ke speciálně přizpůsobenému a seřizenému granulátoru umožňuje lisování za nízkých teplot neovlivňujících jakost výrobku. Poměrně lehce komprimované granule se rychle zchladí na teplotu okolního vzduchu a získají dostatečnou tvrdost a odolnost pro dopravu do dvou zásobních sil.

Plnění probíhá pod ochranným plynem do plastových sáčků o hmotnosti max. 20 kg nebo do kartonů 100 až 150 kg. Kartony se sáčky jsou automaticky potištěny, opáskovány, uloženy robotem na paletu, paleta opáskována a ovinuta smršťovací fólií.

### ZPRACOVÁNÍ CHMELE NA TYP 45

Granule s označením „45“ nebo také koncen-

trované či obohacené granule jsou všeobecně definovány jako produkt dosušený, zbavený cizích příměsí, při —35 °C rozemletý a koncentrovaný mechanickým oddělením částic hlávky prostých hořkých látek. Výsledný produkt představuje 75 až 45 % původní hmotnosti do procesu vstupujícího chmele.

Výroba typu 45 je napojena na linku 90. Usušený chmel se rozdělovací klapkou odvádí pneumatickou cestou nejdříve do vstupní komory chladírny, kde je předchlazen a odtud dopraven do systému koncentračního zařízení umístěného v prostoru s teplotou kolem —35 °C. Stupeň koncentrace lze řídit několika způsoby a dosáhnout hmotnostního výtěžku v rozsahu 45 až 75 %. Získané produkty — jemný prášek — koncentrát — a hrubý prášek — odpad — jsou přiváděny do váhového systému, kterým se přes počítač nastaví žádoucí výtěžek. Odpad je granulován na vlastním lisu a skladován k odvozu. Koncentrovaný prášek je rozdělovací klapkou přiveden do míchacích sil linky 90 a na ní dále zpracován a zabalen.

### ŘÍZENÍ A KONTROLA VÝROBY

Výrobní proces obou typů je od začátku až do konce plně automatizován. Kontrolu přebírá počítač. Uvádí momentální teploty sušicího procesu, granulace a chlazení granulí. Na „požádání“ lze průběh těchto teplot znázornit a vytisknout graficky, např. pro zpracování zakázkové partie či časový průběh ranní či odpolední směny. Stejně lze dokumentovat místo poruchy a délku jejího trvání. Váhový systém umožňuje sledovat na monitoru hodinový výkon zpracovaného chmele a výkon granulátoru. I průběh těchto důležitých údajů je možno zobrazit graficky.

Jelikož vedoucí směny je převážně v provozu, je v případě poruchy informován na několika místech zobrazovacím textem o příčině a místě poruchy a může tak okamžitě reagovat, aniž by vyhledal velin. Proces řízení je značně usnadněn tím, že pro zpracování přichází v úvahu jen jediná odrůda, u které se projevují jen nepatrné kvalitativní odchylky. Praxe ukázala, že nejvíce požadovaný stupeň koncentrace se pohybuje mezi 6,0 až 6,5 % hmot. konduktometrické hodnoty (KH).

## CHLADICÍ ZAŘÍZENÍ

Hluboce zchlazený prostor na teplotu  $-35^{\circ}\text{C}$ , ve kterém probíhá proces koncentrace, je centrálním místem výroby typu 45. Chladicí zařízení je vybaveno dvěma kompresory o výkonu 300 kW. Jako chladicí médium slouží amoniak. Chladírna o celkové výšce 14,5 m je postavena ze samostatných sendvičových panelů s polyuretanovým jádrem. Vchod do chladírny je chráněn mezivstupním turniketem. Třetí kompresor udržuje chladicí teplotu při několikadenním pracovním klidu na hranici cca  $-10^{\circ}\text{C}$ .

## PLNICÍ A BALICÍ LINKA

Plnicí zařízení je založeno na principu zhotovení 5 až 20 kg sáčků z plošné několikavrstevné alufólie. Jako ochranný plyn se používá směs  $\text{CO}_2$  a  $\text{N}_2$ . Pracovní proces je řízen vlastním počítačem se zobrazením průběhu jednotlivých operací stroje, umožňujícím poruchu okamžitě lokalizovat. Kromě fóliových sáčků lze toto zařízení použít k plnění 100 kg až 150 kg kartónů.

Balicí linka dává řadu možností uspokojit přání zákazníka, jako jsou — Ink — Jet — kódování, opáskování kartonů, vhodné uložení kartonů robotem na paletu, opáskování palety a ovinutí smršťovací fólií. I tato linka má vlastní řízení mikroprocesorem.

## ANALYTICKÁ KONTROLA

Nové laboratorní místnosti jsou rozděleny podle pracovních úkonů na přípravu i mletí vzorků a na chemický rozbor. Běžně se stanovuje obsah vody podle MEBAK (Středoevropská pivovarská analytická komise) 5.1.4 a EBC 6.2 pro chmel a chmelový prášek, konduktometrické hodnoty podle EBC — toluen 7.3.2 (toluen + methanol) a podle EBC 7.3.4 — MEBAK 5.1.5.1 (modifikovaná Wöllmerova metoda ether + methanol) pro stanovení  $\alpha$ -hořkých kyselin.

Laboratoř analyzuje vzorky chmele dodané do ústředního skladu krátce před zpracováním a kontrolní vzorky odebrané v různých stadiích výroby. Dále se stanoví obsah zbytkového kyslíku v sáčcích a kartonech a sypné hmotnosti produktu. Ostatní rozborů nesouvisející přímo s kontrolou provozu, ale umožňující hlouběji zhodnotit proces výroby obou produktů a poskytnout informace pro praktické použití v pivovarském provozu, provádí VÚCH Žatec.

## HOSPODÁRNOST PROVOZU

Výroba obou produktů probíhá zatím ve dvou osmihodinových směnách, pro další třetí směnu se zajišťuje potřebný personál. Automatizovaný průběh výrobního procesu je sledován vedoucím směny, kterému podléhají pracovníci u podávání chmele, plnění a balení. Závod má vlastní zámeč-

nickou a elektronickou dílnu s odborným obsazením. Výkon na jednoho směnového pracovníka se pohybuje kolem 1,75 t zpracovaného chmele za směnu.

Zaběhnutý provoz a množství analytických stanovení KH umožnily posoudit použité technologie zpracování na obsah hořkých látek. Jejich bilance je ovlivněna jednak hmotnými ztrátami a dále ztrátami zaviněnými oxidačními procesy.

Hmotné ztráty vznikají převážně odstraněním těžších částic ze chmelu a odlučováním kovových předmětů. Pohybují se v rozsahu 0,5 až 1,5 %, a to jak u typu 90, tak i 45. Jejich odstraněním se zvyšuje kvalitativní hodnota produktu pro pivovarský proces. Rovněž ztráty způsobené odsušením chmele, v rozsahu 3 až 5 %, usnadňují další výrobní postup a potlačují proces stárnutí produktu během uskladnění.

Hmotnostní výtěžky se pohybují mezi 94 až 96 %. Tento úbytek prakticky neovlivňuje KH.

### Příklad:

Vstupní chmel: 10 000 kg v původních žocích  
3,5 % hmot. KH (jako  $\alpha$ -hořká kyselina)  
11,0 % obsah  $\text{H}_2\text{O}$

Hmotné ztráty: a) cizí příměsi 0,8 % ..... 80 kg  
b) prach atd. 0,6 % ..... 60 kg  
c) sušení 3,0 % ..... 296 kg

Chmel do výrobního procesu:

9 860 kg, 3,5 % hmot. KH .... 345 kg  $\alpha$ -kyselin

Získáno produktu:

9 564 kg, 3,6 % hmot. KH .... 344 kg  $\alpha$ -kyselin

Hmotnostní výtěžek: 96,9 %

KH výtěžek: 99,7 %

Při výrobě typu 45 vykazují dosavadní údaje pro zpracování ročníku 93 nejvíce požadovanou koncentraci v rozsahu 6,0 až 6,5 % hmot. KH při hmotnostních výtěžcích 45 až 60 % a výtěžku KH 94 až 96 %.

### Příklad:

Vstupní chmel: jako u typu 90, jen intenzivnějším sušením se zvyšují hmotné ztráty cca o 1 %

Chmel do výrobního procesu koncentrace:

9 466 kg, 3,5 % hmot. KH ... 331,3 kg  $\alpha$ -kyselin

Získáno produktu:

5 300 kg, 6,0 % hmot. KH ... 318,0 kg  $\alpha$ -kyselin

Hmotnostní výtěžek: 56,0 % (stupeň koncentrace)

KH výtěžek: 96,0 %

KH výtěžek je ovlivněn řadou činitelů, z nichž nejdůležitější je dodržování stabilní teploty v chladírně, stejnoměrné zatížení strojů na separaci lupulinu a dokonale homogenizovaný chmel prostý cizích příměsí.

## NĚKTERÉ ANALYTICKÉ VÝSLEDKY A VYUŽITÍ TYPU 45

Výroba typu 45 žateckého chmele poskytuje pi-

ovovníkům přednosti, které postrádají při použití hlávkového chmele či granulí typu 90. V první řadě je to téměř zdvojnásobení obsahu hořkých látek a silic, které jsou převážně obsaženy v lupulinu. Odstraněním balastního podílu hlávky — listenové a větévkové hmoty — snižuje se naproti tomu obsah tříslovin. Tato skutečnost se projevuje rovněž na podstatném snížení obsahu dusičnanů a reziduí postřikových ochranných látek. Zatížení mladiny dusičnany 5 mg až 30 mg/l u chmele či typu 90 se redukuje dávkováním typu 45 na pouhé 2 mg až 12 mg/l.

Chmel jakožto přírodní produkt je značně inhomogenní a ztěžuje dávkování ve varně, má-li se dosáhnout stejné hořkosti piva. Toto platí i pro typ 90, který svým složením odpovídá hlávkovému chmelu. Standardizace  $\alpha$ -hořkých kyselin typu 45 odstraňuje tento nedostatek a umožňuje definované konstantní dávkování po celý rok.

Ve srovnání s typem 90 má jemnější prášek typu 45 značně větší povrchovou plochu, která usnadňuje a urychluje isomeraci hořkých látek při chmelovaru a umožňuje dobré využití i při poslední dávce, nebo při dávce do vířivé kádě. Typ 45 se podílí na snížení obsahu hrubých kalů a napomáhá tak funkci vířivé kádě.

V tab. 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty frakcí hořkých látek podle Wöllmerovy metody z několika zpracovaných partií typu 90 a 45. Jako vstupní produkt byl použit vždy chmel ze stejné oblasti a se stejnou KH. Údaje dokládají šetrný průběh zpracování obou typů.

Srovnání analytických stanovení  $\alpha$ -hořkých kyselin podle metod EBC, MEBAK a HPLC (tab. 2) dává pohled na rozdílnost dosažených výsledků.

Tab. 1. Jakostní znaky chmele a z něho vyrobených produktů

	KH (% hmot.)	Veškeré pryskyřice (% hmot.)	$\beta$ -podíl (% hmot.)	Měkké pryskyřice (% hmot.)	Tvrde pryskyřice (% hmot.)	Podíl $\alpha:\beta$
chmel*	3,4	11,3	5,2	8,6	2,7	1:1,52
typ 90**	3,5	12,3	6,3	9,8	2,5	1:1,80
typ 45***	6,1	17,9	9,2	15,3	2,7	1:1,50

\* Průměrná hodnota chmele zpracovaného ve dnech 13. 1. — 19. 1. 94

\*\* Průměrné hodnoty výroby 13. 1. 94

\*\*\* Průměrné hodnoty výroby 19. 1. 94

Tab. 2. Srovnání KH podle EBC, MEBAK a  $\alpha$  hořkých kyselin pomocí HPLC

	Vzorek 1 (% hmot.)	Vzorek 2 (% hmot.)	Vzorek 3 (% hmot.)	Průměrná hodnota (% hmot.)	Výtěžek (% rel.)
EBC	3,4	3,1	4,1	3,53	100 %
MEBAK	3,5	3,3	4,3	3,70	104,81 %
HPLC	3,1	2,8	3,9	3,26	92,35 %

Důvod lze hledat v tom, že metody EBC i MEBAK zachycují tzv. nespecifické, zatímco HPLC pouze specifické  $\alpha$ -hořké kyseliny. Tento problém pochopitelně zaměstnává řadu analytiků, dát pivovarníkovi jasné stanovisko, která z těchto metod je pro praxi dávkování nejvhodnější, tzn. která se nejvíce přibližuje podmínkám chmelovaru. Prof. Weyh ve své obsáhlé práci „Dávkování chmele podle analýzy“ zjistil, že KH — MEBAK a KH — EBC poskytují srovnatelné měřítko pro dávkování, je však nutné se vždy orientovat jen podle jedné z těchto metod.

Jako třetí nejdůležitější složka pivovarských cenných látek chmele jsou třísloviny, všeobecně udávané jako polyfenoly. I když pro vysrážení bílkovin nemají takový význam jako sladové třísloviny, podílejí se na tvorbě chuti piva a koloidní stabilitě. V současné době je chmelovým tříslovinám přikládána, zvláště u chmelových odrůd s vysokým obsahem hořkých látek, podřadná úloha. Jelikož se nacházejí v první řadě v hlávkových listenech, větévkách a jen ve velmi nízké koncentraci v lupulinu, redukuje se jejich obsah u typu 45 podle stupně koncentrace v průměru o 50 %. Je proto možné tímto produktem do určité míry regulovat dávkování tříslovin a přizpůsobit ho žadaným technologickým podmínkám.

## USKLADNĚNÍ GRANULÍ

Velkou předností plnění granulí do fóliových sáčků či kartónů pod ochranným plynem je snížení oxidačních reakcí během uskladnění na minimum. Změny  $\alpha$ -hořkých kyselin během skladování závisí na obsahu zbytkového kyslíku v balení, na skladovací teplotě a balicím materiálu.

**Vliv teploty:** pro skladovací dobu jednoho roku se doporučuje teplota 15 až 20 °C, má-li se dodržet pivovarská hodnota. Pro tříleté a další skladování pak teplota −5 až −10 °C. Pro uchování tzv. měrné hodnoty, tj.  $\alpha$ -hořkých kyselin, je třeba v prvním roce skladovat při teplotě blízké 0 °C, pro delší skladování −5 až −10 °C.

**Obsah vody:** vlhkost v rozsahu 6 až 8 % neovlivňuje pivovarskou i měrnou hodnotu.

**Jakost fólií:** dokonalá vzduchotěsnost několika vrstevných alu-fóliových sáčků a dokonalý uzávěr

Tab. 3. Analogy hořkých kyselin pomocí HPLC

Popis vzorku	$\alpha$ -kys. (% hmot.)	$\beta$ -kys. (% hmot.)	kohumulon (% z $\alpha$ -kys.)	kolupulon (% z $\beta$ -kys.)
hlávky 19. 1.	3,1	4,0	26,8	42,2
granule 19. 1.	6,1	7,4	27,9	42,4
hlávky 20. 1.	3,1	3,9	26,6	43,8
granule 20. 1.	5,9	6,8	26,3	44,7
hlávky 24. 1.	3,3	4,0	27,3	40,9
granule 24. 1.	5,6	6,4	27,3	49,0

Kontrolní vzorky z výroby typu 45, hodnoty jsou vyjádřeny v sušině.

jsou prvořadou podmínkou. Nespoteřovaný produkt otevřeného balení je třeba týž den dále použít, jinak uskladnit při teplotě blízké  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Ideálním řešením je standardizované plnění sáčků na obsahové látky, odpovídající požadavku konkrétních várek. Pro větší pivovary pak auto-

matizované dávkování z kartonového obalu, kterým se z jednoho místa mechanicky či pneumaticky dopraví jednotlivé dávky granulí do příslušných pánví.

*Lektoroval Ing. Jan Kubiček  
Do redakce došlo 15. 4. 1994*

**Šauer, Z.: Zkušenosti s nově vybudovaným provozem granulace chmele družstva Chmelařství Žatec.** Kvas. prům., 40, 1994, č. 9, s. 262—266.

První výsledky několikaměsíčního provozu výroby granulí typu 90 a 45 podniku Chmelařství, družstvo Žatec umožnily posoudit jeho technické zařízení, technologické postupy a bilance zpracování.

Strojní vybavení, umístěné v architektonicky moderně a účelně postavené budově, umožňuje svou koncepcí zpracovat chmel nejnovějšími technologickými postupy s minimálním obsazením pracovních sil. Kapacita závodu odpovídá současným podmínkám a počítá se stoupající tendencí u typu 45. Analytická kontrola sledující bilanci hořkých látek poukazuje na šetrný průběh zpracování chmele během výrobního procesu obou produktů. Hmotnostní výtěžek typu 45, udávající stupeň koncentrace, dosahuje při nejvíce žádané KH 6,0 až 6,5 % hmot. v hotovém produktu 45 až 55 % a KH výtěžek 94 až 96 %. Zdůrazněna je důležitost dokonalého uskladnění pro plné zachování pivovarské hodnoty granulí a ekologicky příznivé plnění do kartonů umožňující automatické dávkování ve varně.

**Šauer, Z.: Practical Experience with New-built Hop Pelletization Plant of Cooperative Chmelařství Žatec.** Kvas. prům., 40, 1994, No. 9, pp. 262—266.

First results from several months' lasting production operation of pellets, the type 90 and 45 (firm Chmelařství, cooperative Žatec), enabled the judgement of technical equipment, technological procedures and process balance.

Machinery equipment, located in an architectonically modern and effectively constructed building, enables through its concept hop treatment by the latest technological procedures under minimal occupation of labour. The working capacity corresponds to contemporary conditions and it is reckoned with an increasing tendency with the type 45. Analytical control tracking bitter substances balance points to a considerate course of hop treatment in the course of production process of both products. Mass yield of the type 45, informing about the degree of concentration, reaches at the most required conductometric value (C.V.) 6 up to 6,5% Wt. in a final product 45

up to 55% and C.V. yield 94 up to 96%. There are given reasons for the importance of perfect storage for full preservation of pellet brewery value and ecologically favourable putting into cartons, making an automatic dosage in brewhouse possible.

**Šauer, Z.: Erfahrungen mit dem neuen Hopfen-Granulat-Betrieb der Genossenschaft Chmelařství Saaz.** Kvas. prům., 40, 1994, Nr. 9, S. 262—266.

Die ersten Ergebnisse der betrieblichen Erzeugung von Hopfengranulat Typ 90 und 45 binnen einiger Monate im Unternehmen Chmelařství, Genossenschaft, Saaz, ermöglichten die Auswertung der technischen Einrichtungen, der technologischen Verfahren und der Bilanz der Hopfenverarbeitung.

Die in einem architektonisch modernen und zweckmäßigen Gebäude installierte Maschinenausstattung ermöglicht in ihrer Konzeption die Verarbeitung des Hopfens aufgrund neuester technologischer Verfahren und mit einem minimalen Aufwand von Arbeitskräften. Die Kapazität des Betriebes entspricht den gegenwärtigen Bedingungen, wobei mit einer steigenden Tendenz bei dem Typ 45 gerechnet wird. Die die Bitterstoffbilanz verfolgende analytische Kontrolle zeugt von einem schonenden Verlauf der Hopfenverarbeitung im Produktionsprozeß beider Erzeugnisse. Die Masseausbeute bei dem Typ 45, die den Konzentrationsgrad angibt, erreicht bei dem meistgeforderten KW 6,0 bis 6,5 M.% in dem Fertigprodukt 45 bis 55 % und in der KW-Ausbeute 94 bis 96 %. Die Ergebnisse der Auswertungen bestätigen die Bedeutung einer perfekten Lagerung für die Erhaltung des vollen Brauwerts im Hopfengranulat und auch die Vorteile der ökologisch positiven Verpackung in Kartons, welche eine automatische Dosierung im Sudhaus ermöglichen.

**Шауер, З. Опыт ново-построенного производства грануляции хмеля кооператива Хмелеводство Жатец.** Квас. прум., 40, 1994, № 9, стр. 262—266.

Первые результаты несколькомесячной эксплуатации производства гранул типа 90 и 45 предприятия Хмелеводство, кооператив Жатец, дали возможность обсудить ее техни-

ческое оборудование, технологические приемы и балансы переработки.

Машинное оборудование, помещенное в архитектурносовременном и целесообразно построенном здании, своей концепцией позволяет перерабатывать хмель новейшими технологическими методами с минимальным приложением рабочей силы. Производительность завода соответствует современным условиям, и учитывается и повышающаяся тенденция для типа 45. Аналитический контроль, исследующий баланс горьких веществ

показывает бережный ход переработки хмеля в продолжение производственного процесса обоих продуктов. Массовый выход типа 45, приводящий степень концентрации, достигает при наиболее требуемой КГ 6,0 по 6,5 % вес. в готовом продукте 45—55 % и КГ выход представляет 94—96 %. Обоснована важность совершенного хранения в целях полного сохранения пивоваренной ценности гранул, и экологически благоприятное наполнение в картоны, позволяющие автоматическую дозировку в варочном отделении.