

Senzorická analýza pív

Toto číslo Kvasného průmyslu vychází právě v době, kdy se rozbíhá první ročník nové soutěže pív, pořádané ve spolupráci Českého svazu pivovarů a sladoven a Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského. Není proto náhodou, že otázky spojené se senzorickou analýzou jsme vybrali za ústřední téma. Připravili jsme pro Vás několik příspěvků, zabývajících se provázaností technologie a senzorického profilu piva, organizací soutěží pív a některými praktickými otázkami, souvisejícími s degustací, které – jak doufáme – mohou být užitečnou pomocí pro naše pivovary. Všechny články připravili pracovníci VÚPS, kteří mají mnohaletou zkušenost s pořádáním degustačních zkoušek, organizací soutěží i výzkumnými pracemi zaměřenými na senzorický profil piva českého typu. Redakce přivítá Vaše ohlasy, ať už ve formě příspěvků z Vaší praxe, či polemické.

VLIV POUŽITÉHO ZPŮSOBU KVAŠENÍ NA ZMĚNY ANALYTICKÉHO A SENZORICKÉHO PROFILU PIVA

Ing. PAVEL ČEJKA, CSc., Ing. JIŘÍ ČULÍK, CSc., Mgr. TOMÁŠ HORÁK, RNDr. MARIE JURKOVÁ, CSc., Ing. VLADIMÍR KELLNER, CSc.

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Pivovarský ústav Praha

Klíčová slova: pivo, kvašení, senzorický profil, analytika, statistika

1 ÚVOD

Během posledních let značná část našich pivovarů intenzifikovala výrobu piva a nahradila klasický systém kvašení kvašením ve velkoobjemových nádobách. Některé pivovary tyto změny uskutečňují nyní a na některé teprve čekají. Vzniká otázka, jak tato změna ovlivnila nebo ovlivní senzorický profil piva. Je v našich podmínkách přechod od klasické výroby na CKT velkým rizikem, nebo jsou změny jen málo postřehnutelné? Co ovlivní více kvalitu piva: použitý způsob kvašení (tj. klasický vs. intenzifikovaný postup) nebo podmínky kvašení (použitý kvasničný kmen, teplota atd.)?

Cílem naší práce bylo studium vlivu použitého kvasničního kmene na analytický a senzorický profil piva v závislosti na technologickém postupu kvašení. Podrobně bylo zkoumáno, jak velký dopad na konečnou kvalitu piva měl nebo má použitý kmen na jedné straně a použitý způsob kvašení na straně druhé.

Řešení tohoto problému je vzhledem k technické náročnosti obtížné. Lze jej zkoumat ve čtvrtprovozním nebo poloprovozním měřítku, čímž lze zaručit totožnou kvalitu surovin, neměnnost varního postupu a co největší omezení variability při kvašení (nasazení stejného kvasničního kmene za stejných technologických podmínek). Závěry těchto výzkumů však jsou poněkud limitovány, neboť nemohou brát v úvahu vlastnosti velkoobjemových nádob (hydrostatický tlak, teplotní profily, proudění apod.). Na druhé straně výzkum pouze v provozním měřítku má rovněž svá úskalí, neboť nelze zajistit zcela konstantní podmínky výroby.

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

2.1 Schéma provedených pokusů

První, stěžejní část práce byla řešena formou poloprovozních várek. Bylo uskutečněno celkem dvacet várek, a to ve čtyřech sériích po pěti várkách. Jednotlivé série se od sebe lišily použitým kvasničným kmenem:

1. série: č. 95 (VÚPS), W 34 Weihenstephan), v praxi označovaný „W 95“
2. série: č. 7 (VÚPS), v praxi označovaný „Plzeň H“,
3. série: č. 2 (VÚPS), v praxi označovaný „Budvar H“,
4. série: č. 96 (VÚPS), v praxi označovaný „W 96“

Stručná charakteristika jednotlivých kmenů podle VÚPS:

- č. 95 – hlubokoprokvašující, sedimentační skupina dobrá, tvoří nižší množství diacetylu a vyšší množství vyšších alkoholů;
- č. 7 – středně prokvašující, sedimentační skupina dobrá, tvoří střední až vyšší množství diacetylu a nižší množství vyšších alkoholů;
- č. 2 – středně až hluboko prokvašující, sedimentační skupina velmi dobrá až dobrá, tvoří střední až nižší množství diacetylu a vyšší množství vyšších alkoholů;
- č. 96 – hluboko prokvašující, sedimentační skupina velmi dobrá, tvoří nižší množství di-

acetylu a střední až vyšší množství vyšších alkoholů.

V každé sérii bylo provedeno pět várek, a to studeným klasickým způsobem spilka-sklep, teplým klasickým způsobem spilka-sklep, studeným jednofázovým postupem v cylindrických tancích (CKT), teplým jednofázovým postupem v CKT a dvoufázovým postupem CKT-sklep. Pro jednotlivé várky bylo použito provozní mladiny, takže v každé sérii byla zaručena identická mladina. Pokus byl naplánován tak, aby byly vyčerpány všechny možné kombinace.

Označení poloprovozních várek je uvedeno v tab. 1.

Ve druhé části byly porovnávány dvě skupiny provozních pív vyrobených stejnou technologií v CKT za použití dvou odlišných kvasničných kmenů (č. 95 a 7). Celkem bylo provedeno šest várek v každé sérii.

Označení provozních várek je uvedeno v tab. 2.

2.2 Technologie poloprovozních várek

2.2.1 Použitá mladina

Vzhledem k tomu, že cílem práce bylo sledovat rozdíly v kvasné části technologického procesu, vycházelo se u jednotlivých várek z hotové mladiny. Za účelem zachování co nejobjektivnějších podmínek by bylo ideální

Tab. 2 Označení provozních várek:

Označení	Kmen	Várka
7a	kmen 7	várka č. 1
7b	kmen 7	várka č. 2
7c	kmen 7	várka č. 3
7d	kmen 7	várka č. 4
7e	kmen 7	várka č. 5
7f	kmen 7	várka č. 6
95a	kmen 95	várka č. 1
95b	kmen 95	várka č. 2
95c	kmen 95	várka č. 3
95d	kmen 95	várka č. 4
95e	kmen 95	várka č. 5
95f	kmen 95	várka č. 6

Tab. 1 Označení poloprovozních várek

Označení	Kmen	Technologie
SK95	kmen95	studený klasický postup
TK95	kmen 95	teplý klasický postup
SJ95	kmen 95	studený jednofázový postup
TJ95	kmen 95	teplý jednofázový postup
D95	kmen 95	dvoufázový postup
SK7	kmen 7	studený klasický postup
TK7	kmen 7	teplý klasický postup
SJ7	kmen 7	studený jednofázový postup
TJ7	kmen 7	teplý jednofázový postup
D7	kmen 7	dvoufázový postup
SK2	kmen 2	studený klasický postup
TK2	kmen 2	teplý klasický postup
SJ2	kmen 2	studený jednofázový postup
TJ2	kmen 2	teplý jednofázový postup
D2	kmen 2	dvoufázový postup
SK96	kmen 96	studený klasický postup
TK96	kmen 96	teplý klasický postup
SJ96	kmen 96	studený jednofázový postup
TJ96	kmen 96	teplý jednofázový postup
D96	kmen 96	dvoufázový postup

použit identickou mladinu pro všechny pokusy. To ale bylo v praxi neuskutečnitelné, a proto byla použita identická mladina pouze pro jednotlivé série (tedy série pěti várek z kvašené jedním kvasničným kmenem). Jednalo se o provozní mladinu z pivovaru Braník s původním extraktem kolem 11,5 %.

V mladínách byl stanoven obsah aminodusíku, který kolísal mezi 258 až 284 mg/l.

2.2.2 Kvasné kádě

Použité kvasné kádě měly plnicí objem 10 hl, provzdušnění činilo 6 mg O₂/l mladiny, zákvasná dávka činila 12 až 14 mil. buněk/ml. Při studeném způsobu kvašení byla zákvasná teplota 6 °C, maximální teplota dosahovala 10 °C. Teplému vedení odpovídaly teploty 8 °C a 14 °C.

2.2.3 Ležácké tanky

Ležácké tanky měly plnicí objem 2 hl, doba ležení byla 30 dní, teplota ležení cca 3 °C, hradiční tlak 90 – 110 kPa.

2.2.4 Cylindrokónické tanky

Kvašení probíhalo ve třech cylindrokónických tancích, jejich jmenovitý objem je 12 hl, plnicí objem 10 až 11 hl. Tanky mají automatickou regulaci teplot, mladina byla provzdušňována na cca 7 mg O₂/l, zákvasná dávka činila 15 až 18 mil. buněk/ml. Zákvasné teploty byly tytéž jako při klasickém způsobu; při studeném vedení dosahovala maximální teplota kvašení 10 °C, při teplém 16 °C. Při dvoufázovém postupu bylo hlavní kvašení v CKT vedeno studeným způsobem.

2.2.5 Průběh kvašení jednotlivých várek a stáčení piva

Kvasnice č. 95 a 96 byly napropagovány v PVS Braník jako nová generace, kmeny č. 7 a 2 byly odebrány v příslušných pivovarech po 1. nasazení.

Odstřel kvasnic, doba zrání a následné chlazení bylo prováděno na základě aktuálně zjišťovaného zdánlivého extraktu a obsahu diacetylu. Přitom bylo postupováno tak, aby piva před filtrací v dané sérii byla přibližně stejně prokvašena. Po filtraci byla piva stočena s co nejvyšším obsahem vzduchu (stáčecí buben i jednotlivé lahve byly předplněny oxidem uhličitým).

2.3 Technologie provozních várek

Bylo provedeno celkem 12 provozních várek, šest dvojic po dvou várkách. Vždy byly naplněny dva CKT šesti po sobě jdoucími várkami, aby byla zajištěna minimální difference v kvalitě sladu. První CKT byl zakvašen kmenem č. 95 a druhý kmenem č. 7. Zákvasná dávka a hladina vzdušnění byla jednotná pro oba zkoušené kmeny.

Základní parametry kvašení byly následující:
Objem CKT (plnicí):
1 800 hl
Zákvasná teplota:
8 až 9 °C
Maximální teplota: 13 °C
Odstřel kvasnic:
7. až 8. den
Zrání: cca 2 dny v závislosti na obsahu diacetylu
Chlazení na 1 °C:
2 dny

2.4 Analytické hodnocení pív

2.4.1 Fyzikálně-chemické analýzy pív

Analytické rozborby byly provedeny podle Analytiky EBC [1] a podle Pivovarsko-sladařské analytiky [2]. Alkohol a původní extrakt mladiny byl stanoven destilační metodou [2], hustota byla stanovena pomocí automatického analyzátoru Anton Paar DMA 55. Barva byla změřena spektrofotometricky na přístroji Specord M 40, oxid siřičitý metodou destilačně-titrační podle EBC [1].

Senzoricky aktivní látky byly stanoveny, s ohledem na značnou různorodost jejich fyzikálně-chemických vlastností, následujícími metodami:

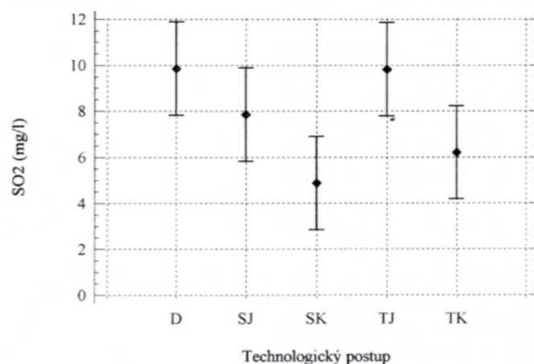
- Acetaldehyd, estery a alkoholy s nižším bodem varu (tj. včetně butyrátu ethylatého a 2-methylpropanolu) byly stanoveny plynovou chromatografií pomocí headspace analýzy (popis je uveden v práci [3]).
- Alkoholy a estery s vyššími body varu byly stanoveny po destilaci vzorku piva s vodní párou (popis je uveden v práci [3]).
- Dimethylsulfid byl stanoven headspace metodou s následnou detekcí pomocí plameňofotometrického detektoru [4].
- Vyšší aromatické alkoholy, tj. guajakol, 2-fenylethanol, tyrosol a tryptofol, byly stanoveny po extrakci na pevné fázi metodou kapilární plynové chromatografie [5].
- Vicinální diketony diacetyl a pentandion byly stanoveny headspace metodou a kapilární plynovou chromatografií s využitím detektoru elektronového zachytu [6].

2.4.2 Dosažené výsledky

U každého piva byl proveden podrobný analytický a senzorický rozbor. Kromě základních analytických parametrů byla provedena analýza dalších látek (vyšší alkoholy, estery, mastné kyseliny, vicinální diketony), charakterizujících kvalitu finálního výrobku. Vzhledem k tomu, že výsledkem analytického i senzorického hodnocení jsou tabulky, obsahující řádově stovky čísel, nejsou v této publikaci uvedeny, neboť by se neúměrně zvýšil rozsah článku, a jsou k dispozici u autorů publikace.

2.5 Senzorické hodnocení pív

Po senzorické stránce byly u pív hodnoceny základní senzorické parametry (plnost, říz, hořkost, dozrání, hořkosti, trpkost, sladkost, kyselost) včetně velmi podrobného hodnocení cizích vůní a chutí. Rozsáhlý soubor výsledků je rovněž k dispozici u autorů zprávy.



Obr. 1 Aritmetické průměry obsahu oxidu siřičitého podle úrovně faktoru „technologický postup“ (ANOVA – 95% hladina pravděpodobnosti, Tukey HSD)

3 DISKUSE VÝSLEDKŮ

3.1 Modelový příklad zpracování výsledků

Jediným způsobem, jak se ve stovkách výsledků získaných během výzkumu orientovat, je použití podrobného statistického zpracování. Jednotlivé matematicko-statistické metody byly vybírány tak, aby co nejlépe charakterizovaly daný problém. Byly použity tyto metody: Studentův t-test, analýza rozptylu, z vícerozměrných metod faktorová analýza a shluková analýza [7, 8, 9].

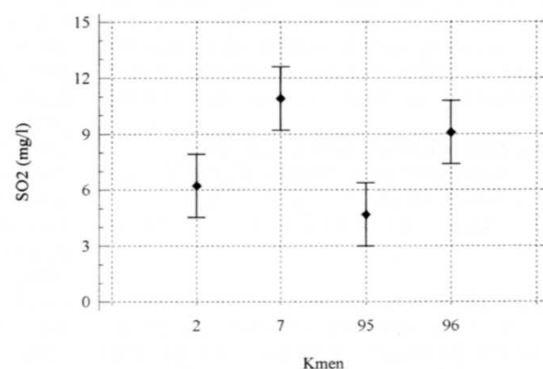
V první fázi byly zpracovány výsledky dvoufaktorovou analýzou rozptylu s pevnými efekty. Tato metoda byla zvolena z toho důvodu, aby se prokázalo, zda jednotlivé rozdíly v daných parametrech jsou statisticky významné či nikoli. Při dvoufaktorové analýze rozptylu se provádějí experimenty na různých úrovních dvou faktorů, v našem případě to byl kvasničný kmen a zvolený technologický postup. Jako modelový příklad je zde uveden výpočet dvoufaktorové analýzy rozptylu obsahu oxidu siřičitého.

Výsledky obsahu oxidu siřičitého byly přepsány do vhodné formy (tab. 3).

Tab. 3 Výsledky obsahu oxidu siřičitého v pokusných poloproduktových pivech

Technologie (faktor B)	Kmen (faktor A)			
	95	7	2	96
SK	1,4	8,5	5,2	4,4
TK	1,9	8,8	5,4	5,7
SJ	4,7	10,8	6,3	9,6
TJ	5,4	15,0	7,8	11,1
D	7,0	11,4	6,4	14,6

Na první pohled vypadá tabulka poněkud neuspořádaně a nelze z ní prakticky nic vyčíst. Podrobněji-li ji ovšem analýze rozptylu, dojdeme k následujícím výsledkům: k výpočtu byla zvolena 95% hladina pravděpodobnosti a Tukeyho metoda vícenásobného porovnání. Z výsledků analýzy rozptylu vyplynulo, že pro faktor „kvasničný kmen“ existují statisticky významné rozdíly v tvorbě SO₂ mezi kmeny č. 2 a 7, č. 7 a 95 a č. 95 a 96, zatímco pro ostatní kombinace jsou rozdíly statisticky nevýznamné. Pro faktor „použitý technologický postup“ existují statisticky významné rozdíly mezi studeným klasickým postupem a dvoufázovým postupem a mezi studeným klasickým a teplým jednofázovým postupem. Tato skutečnost je znázorněna graficky na obr. 1 a 2.



Obr. 2 Aritmetické průměry obsahu oxidu siřičitého podle úrovně faktoru „použitý kmen kvašení“ (ANOVA – 95% hladina pravděpodobnosti, Tukey HSD)

Tab. 4 Statistické rozdíly v obsahu těkavých látek způsobené vlivem použitého kvasničného kmene nebo technologie:

Látka	Kmen	Technologie
Acetaldehyd	0	0
Dimethylsulfid	96 7 95 2	0
Mravenčan ethylnatý	96 7 95 2	0
Octan propylnatý	96 95 2 7	0
Octan ethylnatý	96 7 95 2	ST TJ D SK TK
Octan isobutylnatý	0	0
Propanol	96 7 95 2	SJ D TJ SK TK
Octan isoamylatý	7 95 2 96	ST TJ D SK TK
2-methylbutanol	96 7 95 2	D SJ SK TJ TK
Máseľnan ethylnatý	0	0
Isobutanol	96 95 7 2	SJ D SK TJ TK
Butanol	0	0
Karponan ethylnatý	0	0
Mléčnan ethylnatý	0	0
Kaprylan ethylnatý	0	SJ SK TJ TK D
Ethylhexanol	7 2 96 95	0
Octan fenylatý	7 95 96 2	0
Kaprinan ethylnatý	96 7 95 2	SJ TK SK D TJ
Furfurylalkohol	96 7 95 2	0
Octan fenylethylnatý	7 95 96 2	SJ TJ SK D TK
Lauran ethylnatý	95 7 2 96	0
Kyselina ethylhexanová	95 96 7 2	0
Myristan ethylnatý	95 7 2 96	0
Palmitan ethylnatý	0	0
2-fenylethanol	7 95 96 2	SK SJ D TK TJ
Tyrosol	0	0
Tryptofol	0	0
Diacetyl	0	SK D TK TJ SJ
Pentandion	95 96 7 2	D TK SK TJ SJ

Pro lepší názornost je možné výsledek vyjádřit následujícím způsobem:

95 2 96 7 a SK TK SJ TJ D

Jednotlivá označení jsou srovnána podle stoupajícího aritmetického průměru obsahu dané látky, přičemž platí, že mezi znaky podtrženými jednou čarou neexistuje statisticky významný rozdíl, zatímco mezi znaky nepodtrženými jednou čarou tento rozdíl existuje.

Statistický rozbor vlivu použitého kvasničného kmene a technologického postupu pro oxid siřičitý byl aplikován na všechny stanovené analytické parametry (tab. 4). Bylo zjištěno, že jednotlivé parametry lze rozlišit do čtyř skupin. V první skupině jsou ty, které nebyly ovlivněny ani technologickým postupem, ani kmenem, ve druhé skupině ty, které jsou ovlivněny pouze kmenem, ve třetí ovlivněné pouze technologickým postupem a ve čtvrté ovlivněné oběma faktory.

3.2 Stručné zhodnocení významu některých vybraných parametrů

V dalším textu je provedeno zhodnocení některých analytických a senzorických parametrů.

3.2.1 Oxid siřičitý

Je patrné, že nejméně oxidu siřičitého produkoval kmen č. 95 a rovněž nejméně se ho tvořilo při studeném klasickém postupu.

3.2.2 Vicinální diketony

V porovnání s deklarovanými vlastnostmi

jednotlivých kmenů se nepodařilo nalézt rozdíl v obsahu diacetylů poloprovozních piv v závislosti na použitém kmeni. Pokud jde o technologii, tam je podle očekávání rozdíl jasný: nejméně diacetylů bylo obsaženo v pivech vyrobených studeným klasickým způsobem a dvoufázovým postupem, nejvíce v obou jednofázových postupech. Je ale třeba si uvědomit, že obsah diacetylů v jednofázovém postupu lze technologicky ovlivnit a jeho konečná hladina je výsledkem kompromisu mezi jakostí piva a výrobními náklady. Obsah pentandionu byl rovněž nejvyšší v obou jednofázových postupech, ale byl též statisticky prokazatelně nejvyšší v pivech vyrobených s použitím kmene č. 2.

3.2.3 Estery

V obsahu jednotlivých esterů se od ostatních nejvíce odlišuje kmen č. 2, který jich tvořil nejvyšší množství. To lze odvodit i z vypočítané sumy esterů. Nelze přehlédnout, že nižší hodnoty byly zaznamenány u intenzifikovaných způsobů. To se projeví ve vyšším poměru alkoholu/estery u tohoto způsobu kvašení (viz dále).

3.2.4 Nižší a vyšší alkoholy

Rovněž pro alkoholy platí, že jich nejvíce bylo tvořeno kmenem č. 2. Tento jev potvrzuje i vypočítaná suma alkoholů, kde kmen č. 2 se statisticky odlišuje od ostatních. Dále se potvrdilo, že vznik velké části alkoholů podporuje vyšší teplota.

Jako příklad typického aromatického alkoholu lze uvést 2-fenylethanol, kterého nejméně tvořil kmen č. 7 a prokazatelně měla na jeho vznik vliv vyšší teplota kvašení.

3.2.5 Poměr alkoholy-estery

Poměr alkoholy/estery lze považovat za jeden z prokázaných ukazatelů rozdílů mezi klasickým a intenzifikovaným kvašením. To se projevilo i v této sérii, neboť hlubokopokvašující kmeny č. 95 a 96 měly tendenci k nižšímu poměru alkoholy/estery než kmeny č. 7 a 2. Naše pozorování z poslední doby ovšem ponekud zpochybňují význam poměru alkoholy/estery, diskuse této skutečnosti však není součástí tohoto příspěvku.

Aby bylo možné celkově posoudit profil těkavých látek jednotlivých piv, byla za tímto účelem provedena faktorová analýza dat (3 faktory, rotace varimax). Výsledkem je bodový graf v pseudotrojměrném prostoru (obr. 3), z kterého je patrné, že nevznikly jasné shluky, ale oblasti navzájem se překrývající. Lze říci, že určitá příbuznost se prokázala spíše mezi jednotlivými kmeny než technologiemi. Piva vyrobená s kmenem č. 95 se přibližně nalézají vlevo dole, s kmenem č. 7 vlevo uprostřed, s kmenem č. 2 vpravo nahoře (ta jsou nejvíce odlišná, čímž se potvrdily dřívější závěry) a piva s kmenem č. 96 vlevo nahoře. Určitou podobnost lze ale vystopovat i pro některé technologie, např. piva vyrobená studeným klasickým způsobem s kmeny č. 96, 7 a 2 se nalézají velmi blízko sebe (uprostřed) a kmen č. 95 uprostřed

dole. Rovněž piva vyrobená studenými jednofázovými postupy se nalézají blízko sebe (vlevo uprostřed). Příbuznost analytického složení piv v rámci jednotlivých kvasničných kmenů ještě více potvrzuje shluková analýza (viz dendrogram na obr. 4).

Analytický profil piv vyrobených dvoufázovým způsobem se nijak výrazně neprojevil svou odlišností jak od klasického, tak od jednofázového způsobu kvašení. Oproti jednofázovému postupu měla piva vyrobená dvoufázovým způsobem méně diacetylů.

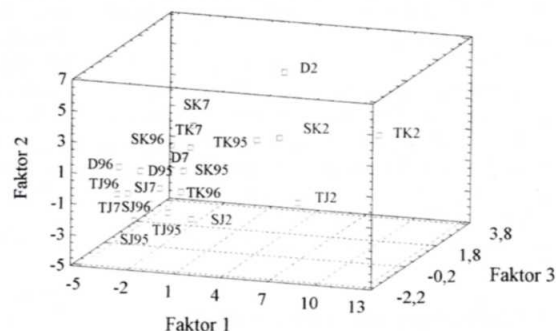
Celkově lze shrnout, že obsah těkavých látek je ovlivněn jak kvasničným kmenem, tak technologickým procesem.

3.3 Stručné zhodnocení výsledků senzorické analýzy

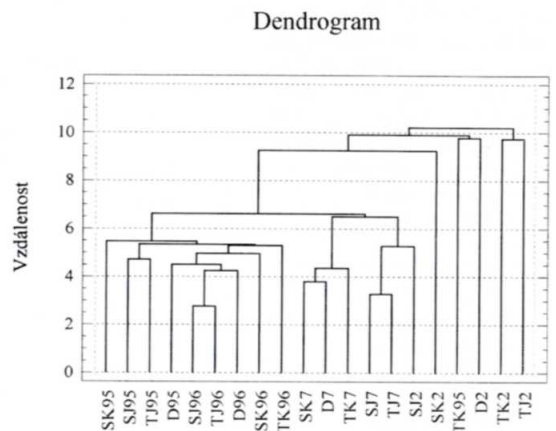
Podobný postup jako pro analytické parametry byl aplikován i pro zpracování hodnot senzorické analýzy.

Podle očekávání byla nejlépe jako celek hodnocena piva vyrobená studeným klasickým postupem. Tato piva nebyla statisticky odlišná od piv vyrobených studeným jednofázovým způsobem a dvoufázovým způsobem, ale byla odlišná od teplého klasického postupu a teplého jednofázového postupu. Též se podle očekávání projevily nárust některých cizích vůní a chutí s vyšší teplotou kvašení (oxidační, parfémová, po rozpouštědlech a autolyzační). Naopak kvasničná vůně a chuť (velmi slabá může být žádoucí) se vyskytla více u piv ze studených kvašení.

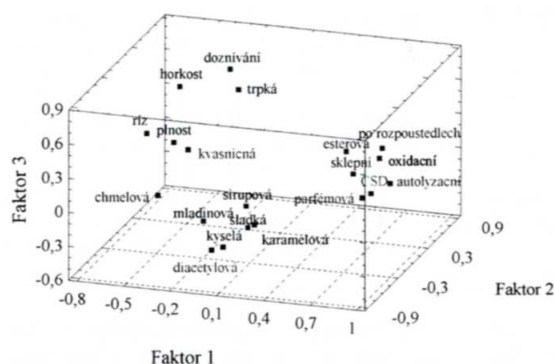
Tyto poznatky názorně ukazují faktorová analýza senzorických dat (3 faktory, rotace varimax). Velmi názorný je graf komponentních vah senzorických parametrů (obr. 5), ve kte-



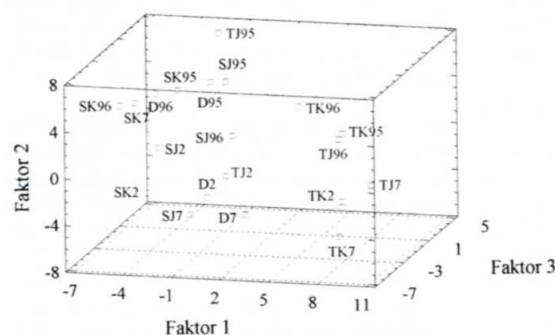
Obr. 3 Faktorová analýza – bodový diagram analytických parametrů poloprovozních piv



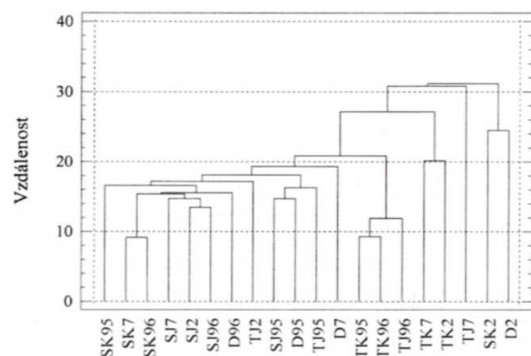
Obr. 4 Shluková analýza – dendrogram analytických parametrů poloprovozních piv



Obr. 5 Faktorová analýza – graf faktorových vah sensorických parametrů poloprovozních piv



Obr. 6 Faktorová analýza – bodový diagram sensorických „skóre“ poloprovozních piv



Obr. 7 Shluková analýza – dendrogram sensorických „skóre“ poloprovozních piv

rém jsou jasně oddělené cizí chutě a vůně včetně celkového subjektivního dojmu (CSD, vpravo), vůně a chutě typu sladké (vpředu uprostřed dole) a plnost, říz, hořkost, dozrání a trpkost (vlevo vzadu nahore). Bodový trojrozměrný graf sensorických skóre ukazuje (obr. 6), že na jeho pravé straně se nalézají spíše piva vyrobená o vyšší teplotě, která obsahují více cizích chutí a vůní. Oba grafy je možno představit si překryté na sobě. Piva vyrobená při nižší teplotě včetně piv z dvoufázového postupu leží v levé polovině grafu, a to vzhledem k jejich nižšímu obsahu cizích vůní a chutí. V dolní části grafu se nacházejí piva s převládající sladkou složkou v chuti a vlevo nahore piva s dobrým řízem a vyšší hořkostí. Tyto výsledky rovněž podporuje shluková analýza – viz dendrogram na obr. 7.

3.4 Hodnocení provozních várek

Cílem provozních várek bylo ověřit některé poznatky získané v polo-provozním měřítu v provozních podmínkách. Bylo provedeno celkem 12 várek, a to po šesti s použitím kmenů č. 95 a 7. I když na rozdíl od poloprovozních várek bylo v provozu obtížnější zajistit jednotné podmínky vedení jednotlivých pokusů, potvrdily se některé výsledky z poloprovozních várek, a to bez ohledu na odlišné složení mladiny. Například byl potvrzen statisticky nižší obsah oxidu siřičitého v případě kmene č. 95 a naopak vyšší obsah 3-methylbutylacetátu (octanu isoamylatého), ethylhexanolu a 2-fenylethanolu u tohoto kmene.

Na obr. 8 je znázorněna faktorová analýza (3 faktory, rotace varimax) analytického profilu provozních piv. Jsou patrné dva shluky, z čehož vyplývá, že analyticky se dají obě piva vyrobená s použitím různých kmenů jednoznačně odlišit. Podobný závěr přinesla i shluková analýza (obr. 9).

Piva z provozních várek byla rovněž hodnocena po sensorické stránce, a to hlavně pomocí trojúhelníkových testů, jejichž cílem bylo nalézt sensorické rozdíly mezi pivvy vyrobenými s použitím odlišného kmene. Celkově lze shrnout, že mezi pivvy nebyly zjištěny statistické rozdíly, které by opravňovaly k prohlášení, zda jeden z použitých kmenů je ze sensorického hlediska pro praktické využití lepší.

Prokázalo se opět, že rozdíly zjištěné mezi pivvy analyticky lze často obtížně potvrdit sensorickou analýzou.

4 ZÁVĚRY

Ze souboru poznatků provedené práce vyplynuly následující závěry:

1. V podstatě byla zjištěna shoda mezi deklarovanými a skutečnými charakteristikami jednotlivých kvasničných kmenů, pokud jde o hloubku prokvašení a tvorbu těkavých látek. Nebyl však zjištěn statisticky významný rozdíl ve tvorbě diacetylů mezi použitými kmeny.
2. Nejvíce se od ostatních kmenů odlišoval kmen č. 2, který tvořil prokazatelně více esterů a vyšších alkoholů.
3. Byl potvrzen vliv teploty kvašení na in-

tenzitu tvorby některých alkoholů, naopak nebyla prokázána tato závislost pro estery.

4. Vysokoprokvašující kmeny č. 95 a 96 jeví tendenci k nižšímu poměru alkoholu/estery než kmeny č. 7 a 2. Nejpriznivější poměr alkoholu/estery při jednofázovém kvašení vykázal kmen č. 96. Naopak nejnepriznivější poměr byl zjištěn u kmene č. 2. Tyto poznatky je třeba v další části hlouběji prověřit.

5. 2-Fenylethanol, aromatický alkohol, je muž je v poslední době věnována značná pozornost, nejméně tvořil kmen č. 7 a prokazatelně byla jeho tvorba podporována vyšší teplotou kvašení.

6. Obsah pentandionu byl nejvyšší v pivech vyrobených s použitím kmene č. 2 a v pivech z obou jednofázových postupů.

7. Méně oxidu siřičitého, důležitého z hlediska sensorické stability, tvořily kmeny č. 95 a 7 oproti kmenům č. 2 a 96. Paradoxně nejméně oxidu siřičitého vznikalo při klasickém způsobu kvašení.

8. Určitou podobnost v obsahu těkavých látek v pivu lze spíše nalézt mezi kvasničnými kmeny, než použitými technologiemi, oba faktory se ale navzájem překrývají.

9. Sensorické zkoušky piv potvrdily jako nejlepší studený klasický způsob kvašení, o něco hůře byl hodnocen studený jednofázový postup, rozdíl ale nebyl statisticky významný. Vyšší teplota kvašení se nepříznivě projevila na sensorických vlastnostech piv vyrobených oběma technologiemi.

10. I po sensorické stránce se nejvíce od ostatních lišila piva vyrobená s použitím kmene č. 2.

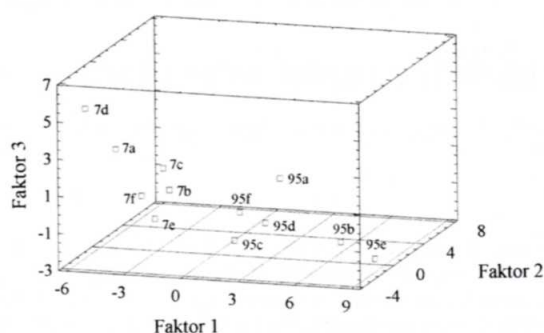
11. Dvoufázový způsob výroby piva nepřinesl žádné výrazné výhody v analytickém i sensorickém profilu piva oproti jednofázovému. V některých analytických a sensorických parametrech se piva vyrobená dvoufázovým způsobem více podobala pivům vyrobeným klasickým postupem a někdy více pivům vyrobeným jednofázovou technologií. Kladně lze hodnotit nižší obsah diacetylů u dvoufázového způsobu proti jednofázovému.

12. Volbou kvasničného kmene a použité technologie (klasický způsob, intenzifikované kvašení, různá teplota) lze regulovat analytické a sensorické parametry finálního výrobku.

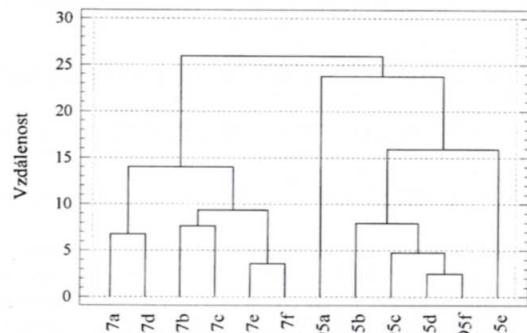
13. Bylo potvrzeno, že rozdíly mezi pivvy zjištěné analyticky lze často obtížně potvrdit sensorickou analýzou.

Literatura

- [1] Analytica EBC, EBC Analysis Committee-Nürnberg, Carl, Getränke-Fachverl., 1998



Obr. 8 Faktorová analýza – bodový diagram analytických parametrů provozních piv



Obr. 9 Shluková analýza – dendrogram analytických parametrů provozních piv

- [2] BASAŘOVÁ, G. et al.: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta Praha, 1994
- [3] ČUŘÍN, J.: Objektivizace senzorického hodnocení jakosti piva. Výzkumná zpráva VÚPS Praha, 1973
- [4] ČULÍK, J. et al.: Kvasny Prum. 37, 1991, s. 329
- [5] FIGALLA, K.: Vypracování vhodného analytického postupu pro stanovení senzoričsky aktivních alkoholů tyrosolu a tryptofolu a studium úlohy kvasničného kmene

- při jejich tvorbě. Diplomová práce VŠCHT Praha, 1996
- [6] KELLNER, V. et al.: Výzkum cizorodých látek – analytické metody. Výzkumná zpráva VÚPS Praha, 1996
- [7] ANDĚL, J.: Matematická statistika, SNTL Praha, 1985
- [8] MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. PLUS Praha, 1994

- [9] HEBÁK, P., HUSTOPECKÝ, J.: Vícerozměrné statistické metody s aplikacemi. SNTL/ALFA, 1987

Zpracováno podle přednášky na 2. mezinárodní pivovarské a sladařské konferenci v Bratislavě 3.–5. 5. 2000.

Lektorovala

Prof. Ing. Gabriela Basařová, DrSc.
Do redakce došlo 17. 8. 2000

Čejka, P. – Čulík, J. – Horák, T. – Jurková, M. – Kellner, V.: Vliv použitého způsobu kvašení na změny analytického a senzorického profilu piva. Kvasny prum. 47, 2001, č. 2, s. 30–34.

Cílem práce bylo studium vlivu použitého kvasničného kmene v závislosti na technologickém postupu na analytický a senzorický profil piva. Byla uskutečněna série poloproduktových várek, které se od sebe lišily použitým kvasničným kmenem (byly použity kmeny č. 95, 7, 2 a 96) v kombinaci se studeným klasickým způsobem spílka-sklep, teplým klasickým způsobem spílka-sklep, studeným jednofázovým postupem v CKT, teplým jednofázovým postupem v CKT a dvofázovým postupem CKT-sklep. Práce byla doplněna provozní zkouškou, ve které byly porovnány dvě skupiny provozních piv vyrobených v CKT za použití dvou odlišných kvasničných kmenů (č. 95 a 7). Výsledky byly zpracovány pomocí statistických metod (analýzou rozptylu, faktorovou a shlukovou analýzou).

V práci je podrobně dokumentováno, které faktory ovlivňují příslušné analytické nebo senzorické parametry. Volbou kvasničného kmene a použité technologie (klasický způsob, intenzifikované kvašení, různá teplota) lze regulovat analytické a senzorické parametry finálního výrobku.

Čejka, P. – Čulík, J. – Horák, T. – Jurková, M. – Kellner, V.: Influence of Utilized Fermentation Method on Change of Analytic and Sensoric Beer Profile. Kvasny prum. 47, 2001, No. 2, p. 30–34.

The aim of the work was to study the influence of the used yeast strain on the analytic and sensoric profile of beer in dependence of the technologic method. A serie of pilot-plant brews was carried out where every brew differed in compliance with the employed yeast strain (the strains Nos. 95, 7, 2, and 96 were utilized) in combination with the cold classical system fermenting plant-cellar, warm classical system fermenting plant-cellar, cold single-phase system in

cylindro-conical fermenter, warm single-phase system in cylindro-conical fermenter, and two-phase system cylindro-conical fermenter-cellar. The study was completed by a production test where two groups of plant beers, produced in cylindro-conical fermenter and using two different yeast strains (Nos. 95, and 7), were compared. The results were processed by statistic methods (analysis of variance, factor analysis, and cluster analysis). The work presents a detailed documentation on factors that influence the respective analytic or sensoric parameters. The selection of the yeast strain and of the employed technology (classical system, intensified fermentation, different temperature) may regulate the analytic and sensoric parameters of the final product.

Čejka, P. – Čulík, J. – Horák, T. – Jurková, M. – Kellner, V.: Einfluss des angewandten Gärungsverfahrens auf die Änderungen des analytischen und sensorischen Profils des Bieres. Kvasny Prum. 47, 2001, Nr. 2, S. 30–34.

Ziel der Arbeit war das Studium des Einflusses des benützten Hefestammes in Abhängigkeit von dem technologischen Verfahren auf das analytische und sensorische Profil des Bieres. Es wurde eine Serie von Kleinbetriebsbuden realisiert, die sich voneinander durch den applizierten Hefestamm (es wurden die Stämme Nr. 95, 7, 2 und 96 angewandt) unterscheideten, und zwar in Kombination mit folgenden technologischen Varianten: klassisches kaltes Verfahren; Gärkeller – Lagerkeller, warmes klassisches Verfahren Gärkeller – Lagerkeller, kaltes Einphase-Verfahren in ZKT und Zweiphasen-Verfahren in ZKT – Lagerkeller. Die Arbeit wurde durch einen Betriebsversuch ergänzt, in dem zwei Gruppen von Betriebsbieren verglichen wurden, die in ZKT mit zwei verschiedenen Hefestämmen (Nr. 95 und 7) hergestellt wurden. Die Ergebnisse wurden mittels statistischer Methoden (Streuungs-, Faktor- und Ballungsanalyse) verarbeitet.

Die Arbeit dokumentiert ausführlich, welche Faktoren die betreffende analytische oder sensorische Parameter beeinflussen. Durch die Auswahl des Hefestammes und der angewandten Technologie (klassisches Verfahren, intensifizierte Technologie, verschiedene Temperaturen) können die analytischen und sensorischen Parameter des finalen Erzeugnisses reguliert werden.

Чейка, П. – Чулик, Й. – Горак, Т. – Юркова, М. – Келлнер, В.: Влияние использованного процесса брожения на изменение аналитических и сенсорических свойств пива. Kvasny Prum. 47, 2000, No. 2, стр. 30–34.

Целью работы являлось изучение влияния использованного дрожжевого штамма в зависимости от технологического процесса на аналитический и сенсорический профиль пива. Была проведена серия варок в ползаводских условиях, которые взаимно отличались использованным дрожжевым штаммом (номера штаммов 95, 7, 2 и 96) с применением классического холодного процесса брожения – подвала, теплого классического процесса брожения – подвала, холодного однофазного процесса в ЦКТ и теплого однофазного процесса в ЦКТ и двухфазного процесса ЦКТ-подвал. Работа была дополнена проверкой в производственных условиях, при которой сравнивались две группы пива приготовленных в ЦКТ при использовании двух разных дрожжевых штаммов (номера 95 и 7). Результаты были обработаны при помощи статистических методов (дисперсионный анализ, анализ образования прулл, факторовый анализ). В работе подробно оговариваются факторы, влияющие на соответствующие аналитические или сенсорические параметры. Выбором дрожжевого штамма и технологического процесса (классический процесс, ускоренное брожение, разная температура) можно регулировать аналитические и сенсорические параметры готового продукта.