

Extraktionsschritt neun polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH): Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(a,i)pyren, Dibenz(a,h)pyren und sieben Indikationskongenere polychlorierter Biphenyle (PCB) – der Kongenere Nummer 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, zu bestimmen. Das Bestimmungsverfahren umfasst die Beschreibung der Extraktion und die Nachreinigung des gewonnenen Extraktes mittels der Methode der Gel-Permeationschromatographie mit Ausnützung des Gels auf der Basis des Polymers von Styrendivinylbenzen (Bio-Beads SX-3). So wird ein Extrakt von genügender Reinheit für die Bestimmung von PAH und auch PCB gewonnen. Die Endbestimmung von PAH wurde mittels der Methode der Hochwirkungs-Flüssigkeitschromatographie durchgeführt, die PCB-

Bestimmung durch Gaschromatographie bei Applikation der Detektors des Elektroneneinfangs. Alle Analyte können in Mikrogrammengen mit einer relativen mittleren Abweichung < 25 % bestimmt werden.

Die Arbeit enthält Charakteristiken der Methoden für alle zu bestimmenden Substanzen und auch Beispiele von Chromatogrammen.

Горак, Т. – Юркова, М. – Чулик, Й. – Чейка, П. – Келлер, В.: Использование пермеативной гелевой хроматографии для определения органических полутантов в солодорастильном ячмене. Kvasny Prum. 48, 2002, No. 3, стр. 58–61.

Byl разработан метод, позволяющий в рамках одного шага экстрагирования определить девять полициклических ароматических углеводородов (ПАУ): бензо(а)антрацен, хризен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, бензо(а)пирен, дибензо(а,х)антрацен, индено(1,2,3-сд)пирен, дибензо(а,и)пирен, дибензо(а,х)пирен и семь индикаторных

конгенеров полихлорированных дифенилов (PCB): конгенеры номеров 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 – в растительных матрицах, именно в ячмене и в солоде. Последовательность определения включает описание процесса экстрагирования и повторной очистки полученного экстракта при помощи метода гелевой пермеативной хроматографии с использованием геля на базе полимера стиренди-винилбензола (Bio-Beads SX-3).

Этим образом получается экстракт достаточной чистоты для определения как ПАУ, так и PCB. Окончательное определение ПАУ было проведено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, определение PCB методом газовой хроматографии с использованием детектора электронного захвата. Все аналиты можно определить в количествах микрограммов с относительным стандартным отклонением 25 %.

В работе приводятся характеристики метода для всех определяемых веществ и показательные хроматограммы.

VÝVOJ TEORIE A PRAXE KVAŠENÍ A DOKVAŠOVÁNÍ PIVA

DEVELOPMENT OF THEORY AND PRACTICE IN FERMENTATION AND SECONDARY FERMENTATION OF BEER

GABRIELA BASAŘOVÁ, Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, Vysoká škola chemickotechnologická, Technická 5, 166 28 Praha 6

Klíčová slova: pivo, kvasinky, kvašení, dokvašování

Key words: beer, yeasts, fermentation, secondary fermentation

OBDOBÍ OD DÁVNOSTI AŽ PO 19. STOLETÍ

Ve starých dobách neznali naši předkové existenci mikroorganismů, a tudíž i kvasinek, a jejich účast v alkoholovém kvašení. Kvašení piva se provádělo spontánně a sbírala se po prokvašení na hladinu vyplavená i u dna sedimentovaná „hmota“, u které zjistili, že je potřebná pro přeměnu mladiny na pivo. „Hmotu“ vyplavenou k hladině používali po proprání pro další várky svrchně kvašeného piva, které i na území dnešního našeho státu převládalo do 19. století. Se sedimentovaným podílem vyráběli méně rozšířený druh piva, podle současné terminologie označovaný jako spodně kvašené.

V 16. století v roce 1585 vyšla v latině kniha pojednávající o technologii sladu a piva. Byla to zřejmě první odborná kniha tohoto druhu na světě. Napsal ji profesor pražské univerzity, významný přírodovědec, astronom, geodet a osobní lékař císaře Rudolfa II. Tadeáš Hájek z Hájku (1525–1600) [1, 2]. Pro proces kvašení odvodil jakousi mechanickou teorii. Svrchní kvasnice popsal jako vzdušnou hmotu vynášenou k hladině, tu část kvasnic, která sedimentovala, jako hmotu zemitou a hrubou. Mladinu označil vlastnostmi těžká a vodnatá. Přeměnu mladiny na pivo vysvětlil pohybem těchto hmot, které na sebe nárazely, vznikalo teplo a jeho vlivem se tvořila pěna. Vzdušná hmotu prudkým zmitáním třísnila vodnatou hmotu čili mladinu na nejmenší částice, a ta tím získala vlastnosti piva.

V roce 1590 byl v Nizozemsku sestrojen mikroskop, který zdokonalil v roce 1650 A. Leeuwenhoek (1632–1723) a v roce 1680 poprvé ohlásil v pivu nález kulovitých živých částic. Jednalo se zřejmě o kvasinky, ale jeho zjištění nebylo bráno v úvahu.

Historicky významné bylo oznámení A. L. Lavoisiera z roku 1785, že kvašení je rozklad cukru na ethanol a oxid uhličitý, a následně J. L. Gay-Lussacem (1778–1850) v roce 1810 formulovaná rovnice ethanolového kvašení, platná dodnes.

POZNÁNÍ BIOLOGICKÉ PODSTATY KVAŠENÍ A PŘECHOD NA VÝROBU SPODNĚ KVAŠENÝCH PIV V 19. STOLETÍ

V druhé polovině 19. století začala v tradičních pivovarských zemích v Evropě převládat výroba spodně kvašených ležáků, zvláště po úspěšném nástupu piva z Čech z Měšťanského pivovaru, založeného v Plzni v roce 1842.

Poznatky o významu mikroorganismů v alkoholovém kvašení se začaly v 19. století rychle rozvíjet [3, 4]. Prvním vědcem, který v roce 1837 vyslovil předpoklad o možné účasti živých mikroorganismů – kvasinek – v alkoholovém kvašení, byl Cagniard de La-
tour.

V roce 1839 T. Schwann (1810–1882) vyvinul hypotézu o závislosti růstu kvasnic na přítomnosti cukrů, které jsou pro ně živinou, a popřel při výrobě vína a hnilobných procesech potřebu kyslíku. Náзор o účasti mikroorganismů při kvašení zamítali významní chemici, např. J. Liebig či F. Wöhler v Německu nebo J. Berzelius ve Švédsku, kteří prohlašovali, že alkohol se tvoří z cukrů čistě chemickou cestou, v níž mají pouze mrtvé rozkládající se kvasinky určitou účast.

Spory vyřešil v roce 1857 francouzský vědec L. Pasteur (1822–1895). Prokázal, že kvašení je výsledkem biologického procesu metabolismu kvasinek [5]. V roce 1875 potvrdil schopnost kvasinek žít za nepřístupu vzduchu, čili anaerobní proces kvašení.

Základní význam měl experimentální důkaz bezbuněčného kvašení, který provedl v roce 1897 E. Buchner, a zahájil tím éru výzkumu významu enzymových reakcí při kvašení [10].

Následovala perioda objevů enzymatických reakcí až po glykolytickou cestu Emden-Meyerhof-Parnase a následně cykly. I počátky vědomostí o enzymech jsou spjaty s poznatky o lihovém kvašení. Vůbec první enzym získal A. Payen a J. Persoz v roce 1833 z naklíčeného ječmene a dal mu název diastasa (tj. amylasa).

Dokonalé vědecké zhodnocení kvasných procesů a jejich praktický význam ve výrobě piva, vína, kvasného ethanolu, pekařského droždí a octa provedl profesor pražské techniky C. J. N. Balling (1805–1868) [6].

ZAVEDENÍ ČISTÝCH KULTUR KVASINEK PŘI VÝROBĚ PIVA V 19. STOLETÍ

Metodu izolace čistých kultur vypracoval nejdříve pro bakterie, následně pro kvasinky, v Dánsku v Carlsbergských laboratořích v roce 1881 E. Ch. Hansen (1842–1909). Čisté kultury zkoušel poprvé v pivovaru Carlsberg v roce 1883 [7]. Pivovary na území dnešní České republiky v té době již přešly na výrobu pouze spodně kvašených piv a velmi rychle zavedly propagaci a používání čistých kultur v praxi [8].

Do doby zavedení čistých kultur označil v roce 1837 berlínský botanik J. F. Meyen kvasinky názvem *Saccharomyces* (podle řečtiny: sacharos – cukr, mykes – houba), později *Saccharomyces cerevisiae* (cerevisiae – latinský název piva). Spodní kvasinky, které zavedl v roce 1845 v pivovaru Carlsberg Hansen, byly později na jeho počest nazvány *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen.

V roce 1831 označila Stelling-Dekkerová kmen svrchních kvasinek původem z Anglie, který rovněž vypěstoval Hansen, jako *Saccharomyces cerevisiae* l. Hansen. Toto druhové rozlišení spodních a svrchních kvasinek používají pivovarníci dodnes, i když v poslední taxonomické studii Lodderové z roku 1970 van der Walt *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen jako samostatný druh neuvádí, a považuje jej za synonymum *Saccharomyces uvarum* [30].

POZNÁNÍ KONTAMINACE PIVOVARSKÉHO PROCESU

S rozvíjejícími se znalostmi o existenci mikroorganismů byly postupně shromažďovány i poznatky o infekčních mikroorganismech pivovarského procesu. Např. bakterie octového kvašení popsal jako *Mycoderma aceti* v roce 1876 L. Pasteur a věnoval jim své studie kromě divokých kvasinek i H. Brown. Pasteur rovněž studoval infekční mikroorganismy piva tvořící čtyřlenné kulovité útvary. Nazval je *Ferment No.7*. V roce 1879 je Hansen přejmenoval na Sarciny, mikroorganismy, které po dlouhá léta byly postrachem sládků, protože jejich pomnožení znamenalo ztrátu kvality piva. V roce 1884 Balcke zjistil jejich příslušnost k pravým mléčným bakteriím rodu *Pediococcus* [10]. V každém případě **poznání příčin infekce kvasných procesů přineslo na počátku 20. století rychlý vývoj metod její likvidace, především uplatnění Pasteurem vypracované tepelné ošetření výrobků nazvané podle tohoto autora pasteurizací.**

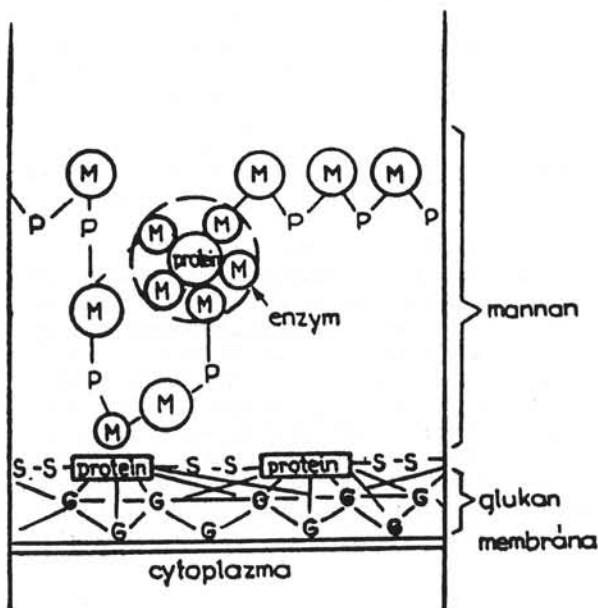
POZNÁNÍ METABOLISMU, GENETICKÝCH VLASTNOSTÍ U KVASINEK A ZAVEDENÍ VELKOOBJEMOVÝCH NÁDOB V PRAXI BYLY TYPICKÉ ASPEKTY NA ÚSEKU KVAŠENÍ PIVA VE 20. STOLETÍ

Velmi důležitým krokem k řízení a optimalizaci kvasných procesů ve výrobě piva byl rozvoj poznatků především o metabolismu hlavních živin pivovarských kvasinek, tj. cukrů a dusíkatých látek. Studie o zkvašování cukrů a absorpci aminokyselin umožnil rychlý vývoj moderních separačních a identifikačních metod v 50. letech 20. století. Byly to hlavně chromatografické a elektroforetické techniky. Tyto metody byly vypracovány již za 2. světové války v souvislosti s konstrukcí první atomové bomby [10].

V pivovarství použili poprvé papírovou chromatografii pro stanovení aminokyselin v roce 1950 E. Sandegreen a L. Ljungdahl. Teprve technika chromatografie na iontoměničích, publikovaná v roce 1951 H. Moorem, a její další vývoj přinesl možnost kvantitativního stanovení jednotlivých aminokyselin v pivovarských materiálech.

METABOLISMUS SACHARIDŮ

Cukry, jako hlavní živina kvasinek, které tvoří asi 90 % extraktu mladiny, byly známy již na přelomu 18. a 19. století. Závislost pořadí zkvasitelnosti cukrů na vlastnostech kvasničného kmene uvedl S. R. Griffin v roce 1970 [11]. Práce G. G. Stewarda a spolupracovníků z roku 1986 [12, 13] potvrdily jako hlavní limitující faktor počátku využívání maltosy mladiny kvasinkami pokles hladiny glukosy.



Obr. 1 Schéma struktury buněčné stěny kvasinek (Lampen 1968, ref. 41)

M – mannan, G – glukán, P – fosfát, S – síra

Buněčnou stěnou (obr. 1) je nejdříve usku-
tečňován transport glukosy a fruktosy po-
mocí přenašečů usnadněnou difuzí. Stejným
způsobem je vnášena sacharosa, která je
nejdříve štěpena invertasou lokalizovanou
v buněčné stěně na jednoduché sacharidy.
Transport hlavního cukru mladiny maltosy
a maltotriosy vyžaduje kromě přenašeče
i energetický potenciál. Enzymy transport-
ního systému maltosy nejsou trvale v kva-
sinkách zabudovány a musejí být nejdříve in-
dukovány. Přitom indukce permeas maltosy
a maltotriosy je závislá nejen na celkovém
množství cukrů v mladíně, ale hlavně na po-
měru glukosy a maltosy. Velké množství glu-
kosy v mladíně může způsobit inhibici trans-
portního systému maltosy až do doby, kdy
je ukončen růst kvasnic a kdy dusíkaté látky
se stávají limitujícím faktorem růstu. Tím se
stane, že se nemůže vytvořit dostatečné
množství enzymů pro transport a hydrolyzu
maltosy. **Nadměrně vysoká koncentrace
glukosy v mladíně může nastat při výrobě
mladiny s vysokou náhradou sladu sa-
charosou, kdy po rychlém rozkvašení do-
jde k zastavení kvasného procesu. Do ur-
čité míry se může obdobný problém
projevit i při dlouhodobém napouštění
CKT mladinou se stálým přísunem glu-
kosy a fruktosy při diferencovaném dáv-
kování kvasnic.**

METABOLISMUS DUSÍKATÝCH LÁTEK

Kvasinky potřebují ke svému růstu a me-
tabolismu kromě energie, kterou získávají od-
bouráváním sacharidů, ještě dusíkaté látky
a některé růstové faktory. Z celkového množ-
ství extraktu obsahuje mladina v průměru 5 %
dusíkatých látek, ve kterých jsou zastoupeny
bílkoviny, peptidy, aminy, aminokyseliny, malé
množství purinů a vitaminů. Z hlediska po-
třeby kvasinek jsou nejdůležitější aminokyse-
liny, které začal podrobněji studovat na po-
čátku 20. století H. Brown [14]. Jejich využití
kvasinkami probíhá v určitém pořadí a je ne-
závislé na podmínkách kvašení. Podle pořadí
v rychlosti a míře absorpce rozdělil T. Yoshida
[15] aminokyseliny do devíti, M. Jonesová a J.
S. Pierce [16] a další autoři do čtyř, U. Palm-
quist a T. Äyräpää [17] a D. R. Maule et al. [18]

do tří skupin. Z podmínek při vý-
robě českého piva s kmeny pou-
žívanými v praxi rozdělila G. Ba-
sařová [19] aminokyseliny do
dvou klasifikačních systémů.
V prvním systému byly aminoky-
seliny zařazeny do osmi skupin
a jedné podskupiny podle množ-
ství v původní mladíně, rychlosti
a míry absorpce při kvašení. Ve
druhém systému jsou čtyři hlavní
skupiny a jedna podskupina. Stě-
žejním ukazatelem při hodnocení
byla rychlost, rozsah absorpce
a přítomnost exogenních amino-
kyselin při tvorbě bílkovin. Společ-
ným výsledkem těchto uvedených
prací bylo zjištění, že **kvasinky
jsou schopné využívat další
aminokyseliny mladiny až po
praktickém vyčerpání přede-
vším aminokyselin první sku-
piny threoninu a serinu, přiče-
mž míra potřebného snížení
hladiny těchto aminokyselin
stejně jako celková absorpce
aminokyselin je u jednotlivých
kmenů odlišná. Dále se potv-**

**dilo, že v mladínách z různého složení
pání jsou aminokyseliny zastoupeny vždy
v určitém poměru.**

Dokud nejsou kvasinky schopny využívat
aminokyseliny mladiny dalších skupin, syn-
tetizují je ve vlastním metabolismu. Syntéza
větvených aminokyselin leucinu a valinu zna-
mená hromadění intermediátu 2-acetolaktá-
tátu, u aminokyselin isoleucinu 2-acetobuty-
rátu. Část intermediátů je přeměněna na
příslušnou aminokyselinu, část je exkretová-
vána do kvasičí média a neenzymovou
cestou se mění na vicinální diketony diacetyl
a 2,3-pentadion. K tvorbě uvedených senzo-
ricky nežádoucích vicinálních diketonů do-
chází nejen při dříve poznaném pomnožení
mléčných bakterií, ale i podle poznatků z roku
1960 [10] jsou produkty běžného metabo-
lismu kvasinek. **K nadměrné tvorbě vicinál-
ních diketonů, především diacetylů, kte-
rou nejsou kvasinky schopny následně
zredukovat na přiměřenou hladinu (do
0,2 mg/l), dochází především při dlouho-
dobém plnění cylindrických tanků
mladinou. Proto je nutné provést naplnění
tanku nejlépe do 12, nejdéle do 20 hodin**

MOLEKULÁRNÍ GENETIKA A GENOVÉ INŽENÝRSTVÍ V PIVOVARSTVÍ

Okolo roku 1930 otevřel výzkum dánského
vědce O. Winge možnost křížením získávat
kmeny kvasnic vhodné pro určitou provozní
výrobu. Společně s významným odborníkem
na proteiny, kterým byl vedoucí chemického
oddělení Carlsbergských laboratoří Lind-
strom-Lang, započali při studiu kvasinek vy-
užívat v roce 1930 novou vědní disciplínu, mo-
lekulární genetiku. Velké možnosti přinesly
techniky genového inženýrství, speciálně pří-
prava rekombinantních DNA, která byla po-
prvé využita u kvasnic v roce 1978 a od té
doby byla tímto způsobem připravena řada
kmenů pivovarských kvasinek s „vloženými“
novými vlastnostmi, např. kmeny zkvašující
dextriny, produkující β-glukanasy pro zlepšení
filtrovatelnosti piva, s aktivitou 2-acetolaktat-
dekarboxylasy zajišťující přeměnu prekurzoru
diacetylů 2-acetolaktátu přímo na acetoin aj.
[10] (tab. 1.)

Tab. 2 Požadavky na základní kritéria mladiny

pH		5,1 max.5,6
Viskozita	mPa.s	do 1,7
Obsah kalů	mg/l	do 40
Redukční kapacita (spektrofotometricky)		nad 50
Celkové sacharidy	% E	nad 90
Maltosa	% E	57 – 67
β-Glukany	mg/l	do 110
Rozpuštěné dusíkaté látky	mg/l	600 – 1200
Varem koagulovatelný dusík	mg/l	pod 22
Aminodusík (metoda TNBS)	mg/l	dříve 10% mladiny 130–180 12% mladiny 220–250 dnes 10% mladiny do 130 12% mladiny do 200
Rozpuštěný kyslík	mg/l	dříve až 10 dnes 5–7
Polyfenoly	mg/l	100–150
Anthokyanogeny	mg/l	60–100
Minerální látky	% E	1–2
Ca důležitý pro stimulaci sedimentace kvasnic, K, Zn, Mg podpora aktivity enzymů kvasinek Zn důležitý pro pomnožení kvasinek a průběh kvašení, optimálně nad 12 mg/l		

K prvním potravinářským produktům připraveným s modifikovanými kmeny kvasnic patří piva s nízkým obsahem cukrů (light beer) průmyslově rozšířená ve Velké Británii [9, 10].

POŽADAVKY NA KVALITU MLADINY

Vývoj požadavků na složení mladiny úzce souvisel s rozvojem analytických metod od konce 19. století, které postupně umožňovaly výzkum významu jednotlivých sloučenin a fyzikálních kritérií mladiny v procesu kvašení a v kvalitě piva. Až do poloviny 20. století se u mladiny stanovoval pouze extrakt, zcukření, poměr cukrů k necukrům, pH, obsah hořkých látek, obsah dusíkatých látek a jejich základních frakcí.

Velké zvýšení požadavků na vlastnosti mladiny přineslo zavádění kontinuálního kvašení, poprvé ověřované v roce 1950 na Novém Zélandu, dále v některých pivovarech v Kanadě, USA a ve Velké Británii, ale hlavně následná éra cylindrických tanků (dále CKT). Od roku 1960, kdy byly v pivovaru Asahi v Japonsku poprvé realizovány velkoobjemové kvasné tanky, tato technologie našla postupně široké uplatnění a potlačila zájem o další realizace v praxi málo úspěšných kontinuálních postupů [10].

Základním předpokladem pro plynulý průběh kvašení především v CKT bylo kromě vysokého obsahu zkvasitelných cukrů a aminokyselin dokonalé provzdušnění mladiny, nízký obsah viskózních látek typu β-glukanů, nízký obsah kalů a snížení hodnoty pH.

Přibližně od roku 1970 započal intenzivní výzkum zvýšení senzorické stability piva,

vzhledem k uplatňování nároků konzumentů nejen na čerstvou chuť po celou dobu garance. Výsledkem poznatků byly určité změny v požadavcích na hodnoty některých kritérií sladu (nižší proteolytické rozluštění sladu na várky, např. Kolbachovo číslo pod 41) a vlastností mladiny (tab. 2).

Přehled komponent staré chuti, reakce jejich vzniku a technologické úpravy k oddálení stárnutí chuti stočeného piva byly již i českými autory vícekrát publikovány [např. 25, 26, 27, 28, 29].

Snížení hodnot pH mladiny k hranici 5,1, zajišťované v řadě pivovarů biologickým okyselováním rmutů, je přínosné pro enzymové reakce a snížení oxidačních reakcí ve varně [22], ale snižuje tvorbu přirozeného antioxidantu při kvašení, kterým je oxid siřičitý. Mohlo by také urych-

lovat i reakce volných radikálů, a tím podporovat tvorbu staré chuti v stočeném pivu [23]. Při snížení asi o 0,3 pH uplatňovaném v praxi Currie et al. [24] uvedené negativní vlivy vyšší kyselosti mladiny popírají.

Hlavními komponentami staré chuti piva jsou karbonylové sloučeniny, především degradační produkty aminokyselin [20, 25]. Proto se dnes snížil požadavek na proteolytické rozluštění sladů a obsah aminodusíku v mladině.

Změnil se i názor na míru provzdušnění mladiny preferovaný v počátcích zavádění CKT. Vzduch by měl být dáván až do dostatečně zchlazené mladiny, a to pouze v množství potřebném pro pomnožení kvasnic a jen po dobu zakvašování [31]. Provzdušňování zakvašené mladiny a flotace nezakvašené mladiny snižuje její antioxidační vlastnosti a podporuje tvorbu prekurzorů a komponent staré chuti [32].

Optimální hladina viskózních látek typu β-glukanů, které negativně ovlivňují scezování sladin a filtrovatelnost piva, závisí na míře cytolytického rozluštění sladů. Lze ji zlepšit prodlevou při 42 °C v počátcích varního procesu, což zvyšuje aktivitu cytolytických enzymů. Prodlevu na počátku varního procesu při 42 °C nelze doporučit při zpracování více proteolyticky rozluštěných sladů, protože při této teplotě se podporuje kromě aktivity cytolytických enzymů i účinnost proteolytických enzymů a stoupá dále hladina aminokyselin, což není pro stabilitu chuti piva žádoucí.

Přehled optimálních hodnot základních kritérií mladiny je uveden v tab. 2.

proces však zvyšuje přístup vzdušného kyslíku do díla a podporuje oxidační reakce za horka zvyšující tvorbu komponent staré chuti piva. Tyto látky sice při chmelovaru částečně vytékají a jsou degradovány v průběhu kvasného procesu, ale více či méně přetrvávají v roztoku, další (či jejich prekurzory) však vznikají a mohou přejít až do hotového piva. Odstranění hrubých i jemných kalů je však nutné v optimální míře zajistit, protože kaly podporují tvorbu komponent staré chuti piva v dalších výrobních fázích [20].

V současnosti se proto pro praxi doporučuje napouštět varní nádoby spodem, omezit intenzitu varu (a tím i pohybu rmutů) a chmelovaru na míru potřebnou k optimálnímu vyloučení kalů a docilení přiměřené hodnoty odparu, zbytečně však neprodlovat chmelovar (nejdéle 90 minut), ale i scezování a hlavně neprodlovat prodlevu mladiny ve vířivé kádi. Někteří autoři navrhuji, aby se od mletí sladu proces přípravy mladiny prováděl v inertní atmosféře [20].

VÝVOJ POŽADAVKŮ NA VLASTNOSTI PIVOVARSKÝCH KVASINEK V SOUČASNOSTI SE ZMĚNAMI PODMÍNEK KVAŠENÍ

Zájem o bližší posuzování kvasnic započal v 19. století se zaváděním čistých kultur v praxi, kdy si jednotlivé pivovary začaly vybírat nejvhodnější kmeny pro svá piva. Z kontrolních metod se používalo hlavně mikroskopické posouzení, stanovení mrtvých buněk vybarvovacími metodami, kvasná schopnost, podle které se kmeny spodních kvasinek dělily na nízké-, středně- a hlubokopokvašující, a přítomnost kontaminujících mikroorganismů.

Největší rozvoj v posuzování a v požadavcích na kvasnice nastal v období zavádění CKT v 60. letech 20. století a prohlubuje se od 70. let v souvislosti s intenzivním výzkumem k zajišťování senzorické stability piva.

Základním předpokladem pro optimalizaci kvašení v CKT kromě kvasné schopnosti a mikrobiální čistoty kvasinek je dobrý fyziologický stav a enzymová aktivita diacetylreduktasy, která zajišťuje odbourání při kvašení vzniklého diacetylů na minimální hodnotu. Předpokládánou zvýšenou hladinu vicinálních diketonů v pivech z CKT se podařilo technologickými úpravami většiny pivovarů vyřešit [20].

Vlastnosti kmene kvasnic jsou odpovědné vedle kvality surovin a technologických podmínek za tvorbu vedlejších metabolitů, hlavně vyšších alkoholů, esterů mastných kyselin a sirných sloučenin, které utvářejí základní senzorický profil piva [32]. Řadě pivovarů se nepodařilo v pivech zajistit po přechodu z tradičních malých kvasných nádob na CKT stejný poměr především vyšších alkoholů k esterům. Z tradiční výroby mají piva hodnoty do 5 až 7, ale z CKT se místně zvýšily až nad 12. Výrazná převaha vyšších alkoholů nad estery přináší zhoršení senzorické kvality, což se průkazně projevuje především u hluboce prokvašených a méně chmelových pív, a není to v zásadě problém českých výrobků ani z CKT.

Během kvašení produkují kvasinky oxid siřičitý, který vzniká jako meziprodukt metabolismu kvasinek syntetizujícího sirné aminokyseliny ze síranů. Oxid siřičitý je přirozeným antioxidantem piva a působí i jako lapač volných radikálů, což příznivě ovlivňuje senzo-

Tab. 1 Příklady geneticky modifikovaných pivovarských kvasinek [10]

Vnesené geny	Účinnost	Dárce
Glukoamylasa	Vyšší prokvašení	<i>Schwanniomyces sp.</i> <i>Saccharomyces diastaticus</i> <i>Aspergillus niger</i>
α-Amylasy	Vyšší prokvašení	<i>Bacillus subtilis</i>
β-Amylasy	Filtrovatelnost	<i>Bacillus subtilis</i>
α-Acetolaktatdekarboxylasy	Prevence tvorby diacetylů	<i>Trichoderma reesei</i> <i>Enterobacter aerogenes</i> <i>Klebsiella terrigena</i>
Flokulace	Indukce flokulace	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Zymocin	Rezistence proti divokým kvasinkám	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

V SOUČASNOSTI DOPORUČOVANÉ ÚPRAVY VARNÍHO PROCESU

Intenzivní považování rmutů a chmelovaru bylo dlouho považováno za pozitivní prvek pro zajištění kvality piva, především pro intenzivní vyloučení hrubých kalů, a tím i lepší podmínky kvašení, ale především pro kolonizaci stability piva. Takový

rickou stabilitu piva. Kromě toho je schopen tvořit s aldehydy organolepticky neutrální komplexy, a tím je deaktivovat. Podrobnou literární rešerši o tvorbě, reakcích a významu oxidu siřičitého v pivu zpracoval např. Janoušek [27].

Na základě současných poznatků je zájem o kmeny kvasnic se zvýšenou produkcí oxidu siřičitého, která je rozdílná u různých kmenů, roste s koncentrací mladiny, vyšší hodnotou pH, s nižší koncentrací nenasycených lipidů a kyslíku v mladině. Názory na vliv teploty a dávky násadních kvasnic jsou v jednotlivých odborných publikacích rozdílné.

Kmeny kvasnic používané v českých pivovarech zajišťují vesměs optimálně zvýšené hladiny oxidu siřičitého v pivu 6–10 mg/l. Nejvyšší produkce byla zjištěna u kmene č. 2 podle sbírky VÚPS [34, 35]. Nadměrná množství oxidu siřičitého naopak mohou senzitivní vlastnosti piv zhoršovat, a kromě toho vyvolávají podezření o úpravě piva touto sloučeninou, což je v mnoha zemích včetně v ČR zakázáno. Ve většině států Evropské unie se povoluje obsah nejvýše do 20 mg/l piva, v Belgii a Nizozemí 10 mg/l, v USA 25 mg/l, ale od obsahu 10 mg/l musí být hodnota oxidu siřičitého uvedena na obalu.

Další nově preferovanou vlastností kvasničných kmenů je zvýšená aktivita enzymů, které redukují karbonyly přítomné v mladině, a tím příznivě ovlivňují senzitivní stabilitu piva [36]. Degradaci karbonylů kvasinkami umožňuje jejich enzymatický aparát, z něhož se této redukce zúčastní alkoholdehydrogenasa, aldo-ketoreduktasa a zřejmě i aldehyddehydrogenasa. U českých kmenů č. 2, č. 7 a č. 95 (podle sbírky VÚPS) studoval aktivitu aldoreduktasy specifické pro degradaci 3-methylbutanalů a pentanalů Veselý et al. [37]. Zjistil vyšší aktivitu u kmene č. 2 v porovnání s kmeny č. 7 a č. 95.

Flokulace a sedimentace kvasnic jsou dalšími důležitými, doposud plně neobjasněnými vlastnostmi kvasnic, které jsou především závislé na genetických předpokladech jednotlivých kmenů, na složení mladiny, teplotě a tlaku při kvašení. Je známo, že krupičkovité kmeny flokulují a sedimentují lépe než kmeny práškovité. Již v roce 1951 R. S. V. Thorne [38] uvedl, že flokulace je kontrolována jedním až třemi geny. Kobayashi et al. [39] publikovali v roce 1995 inhibici tzv. FLO genů kvasnic různým působením jednotlivých cukrů v médiu, která je rovněž závislá na genetických vlastnostech kmenů. Flokulační schopnost úzce souvisí se stářím buněk, dynamikou látkové výměny a se změnami mannan-glukanové vrstvy buněčných stěn. Na začátku kvašení se obsah mannanu snižuje, v bodě minima dochází k počátku flokulace a v průběhu růstové fáze hladina mannanu opět stoupá [40]. Je běžně známo, že flokulaci stimulují bivalentní ionty, především vápník, které se specificky fixují na buněčné stěny, ale i řada dalších sloučenin [41]. U špatně flokulujících kmenů je vápník vázán méně pevně než u flokulujících. Proto se předpokládá, že stěžejní význam má stereospecifický způsob vazby, a nikoli množství adsorbovaných iontů [42].

Pro praxi je důležité, aby použitý kvasničný kmen vykazoval dobrou flokulační schopnost, na které závisí pevnost konzistence sedimentu, ale aby započala až ve správnou dobu, tj. aby nedocházelo k flokulaci předčasně, protože se s ní snižuje

přístupnost povrchu kvasničných buněk, zhoršuje se kvasná schopnost, a tím i prokvašení, a další metabolická a enzymová činnost kvasinek.

ZÁKLADNÍ TECHNOLOGIE PODMÍNKY KVAŠENÍ A DOKVAŠOVÁNÍ OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU PIVA

Hlavními regulačními prvky kvašení jsou teplota, doba a tlak. Kvašení při vyšších teplotách urychluje tento proces, ale obecně se považuje za zhoršující prvek kvality piva vzhledem ke zvýšené tvorbě vedlejších metabolitů včetně nežádoucích aromatických látek. Nemusí k tomu docházet v případě výborného fyziologického stavu použitého kmene kvasnic, který současně zajišťuje i jejich větší redukci.

Kvašení za zvýšeného tlaku inhibuje růst kvasnic, je naopak vhodné při aplikaci vyšších teplot, ale jen do hodnot 0,1 MPa. Nad touto hodnotou se snižuje absorpce aminokyselin kvasinkami, nad hodnotou 0,2 MPa dochází k značnému hromadění diacetylů.

Dalším regulačním prvkem je násadní dávka kvasnic. V tradičních podmínkách kvašení v menších objemech se běžně dává 0,5 l hustých kvasnic na hl mladiny, což odpovídá asi $15 \cdot 10^6$ buněk v ml. U CKT je nutné zajistit dávkování vyšší, podle počtu buněk v průměru $20 \cdot 10^6$ až $22 \cdot 10^6$ buněk na ml. Vyšší dávka kvasnic částečně potlačuje tvorbu vedlejších metabolitů, zajišťuje vyšší redukci karbonylů. Neovlivní však výdělek kvasnic. Pokud se kvasnice včas neodědí, může začít na konci kvašení nebo na počátku dokvašování autolýza kvasnic zhoršující senzitivitu piva. U tradiční výroby lze sbírané kvasnice z jedné šarže opakovaně použít v průměru šestkrát. Z CKT sbírané kvasnice se doporučuje použít nejvýše po třetím nasazení. Běžně i tyto kvasnice vykazují velmi příznivý mikroskopický obraz, ale jejich fyziologické funkce se rychleji zhoršují v souvislosti s počtem nasazení v porovnání s kvasnicemi z tradičního kvašení.

U CKT tanků je nutné sedimentující kvasnice průběžně z tanku „odstřelovat“ do protitlaku, protože jinak je nebezpečí jejich zvýšené autolýzy působením značného hydrostatického tlaku v kónusu.

Prodlužování doby zakvašování, o kterém již byla zmínka a ke kterému může docházet především při plnění CKT, zvyšuje hlavně tvorbu vicinálních diketonů a snižuje tvorbu esterů.

V průběhu kvašení nesmí docházet vlivem špatně seřazené regulace chlazení, zvláště u jednotlivých zón v CKT, ke kolísání teplot, protože to negativně ovlivňuje nejen plynulost metabolismu kvasinek, ale i intenzitu konvekce, která podpoří zpětné rozpouštění oxidovaných sloučenin vynesných do deky, která se neodstraňuje, a zhoršuje se tak chuťové vlastnosti piva, především intenzita a charakter hořkosti.

Fáze dokvašování a zrání piva má za úkol zajistit vysrážení v roztoku nestálých kalických látek, nasycení piva oxidem uhličitým a vytvoření vhodné rovnováhy v zastoupení sloučenin důležitých pro buket piva. Na vyloučení kalických látek příznivě působí pokles teplot při ochlazování sudovaného piva na teplotu dokvašování, která by se měla pohybovat kolem 0 °C (pokud se nepoužívají různé speciální varianty kvašení a dokvašování).

Míra tvorby oxidu uhličitého závisí na zbytkovém obsahu zkvasitelného extraktu a množství kvasnic v sudovaném pivu. Rozpouštění a fixace oxidu uhličitého na polypeptidické sloučeniny pak ovlivňuje pěnivost piva i její stabilitu. Vyšší koncentrace vícevalentních kovových iontů v pivu, především železa, ruší fixaci CO₂ na dusíkaté molekuly a v pivu se hromadí jeho plynná fáze. To má za následek tvorbu technologického přepěňování (gushingu), který se projevuje vypěněním piva po otevření lahve.

K nejzákladnějším podmínkám vedení procesu dokvašování patří zabránění styku piva s kyslíkem, které by mělo být dodrženo až po uzavření tohoto nápoje do příslušného obalu [20].

ZÁVĚR

Technologie a technická realizace kvašení a dokvašování prodělaly stejně jako ostatní úseky výroby piva od doby počátků přípravy tohoto nápoje v minulých stoletích značné změny, a dospěly k plně automatizovaným a výpočetní technikou řízeným procesům. Tento vývoj jednoznačně umožnil postupně získávané vědecké a výzkumné poznatky, které neustále prohlubovaly znalost procesů probíhajících při výrobě piva. Stále však zůstává řada nedorozumění a problematik, které zajisté budou v následujících obdobích osvětleny a přispějí k další modernizaci pivovarské výroby. Bezesporu opět hlavní úlohu v tomto pokroku sehraje přínos vědeckého bádání a jeho realizace v praxi.

Literatura

- [1] HÁJEK Z HÁJKU, T.: De cerevisia eiusque conficiendi ratione, natura, viribus et facultatibus opusculum, A. Wecheli, Frankfurt 1585
- [2] BASAŘOVÁ, G.: Přínos Tadeáše Hájků z Hájků českému a světovému pivovarovství. In: Vědecká osobnost 16. století Tadeáš Hájek z Hájků, Práce z dějin techniky a přírodních věd, ČAV, Praha 2000, s. 79
- [3] RAINBOW, C.: J. Inst. Brew. 85, 1997, s. 9
- [4] STEWARD, G., RUSSEL, I.: J. Inst. Brew. 92, 1986, s. 537
- [5] PASTEUR, L.: Etudes sur la Bière, Gauthier-Villars Imprimeur Libraire, Successeur Mallet-Bachelier, Paris 1876
- [6] BALLING, C. J. N.: Die Gärungschemie wissenschaftlich begründet und ihrer Anwendung auf die Bierbrauerei, Hefeferzeugung, Weinherstellung und Essigfabrikation praktisch dargestellt, Verlag Galveschen, Verhandlung F. Kemsy, Prag, 1845–1847 (4 svazky), 3. vydání 1865
- [7] HANSEN, E. Ch.: Untersuchungen aus der Praxis der Gärungsindustrie, Verlag Oldenborg, München, Leipzig, 1888
- [8] BASAŘOVÁ, G., HLAVÁČEK, I.: České pivo, Nuga, Praha, 1. vydání 1998, 2. vydání 1999
- [9] KNOWLES, J. K. C., TUBB, R. S.: EBC, Monograph XII, Symposium on Brewer's yeast, Helsinki, 1980, s. 169
- [10] ENARI, T. M.: One hundred years of brewing research, J. Inst. Brew. 1995, Centennial edition
- [11] GRIFFIN, S. R.: J. Inst. Brew., 76, 1970, s. 41
- [12] STEWARD, G., RUSSEL, I.: J. Inst. Brew. 92, 1986, s. 537
- [13] STEWARD, G., RUSSEL, I.: EBC, Monograph, XII, Symposium on

- Brewer's yeast, Helsinki 1986, s. 53
- [14] PIERCE, J. S.: J. Inst. Brew. **93**, 1987, s. 378
- [15] YOSHIDA, T.: Rept. Res. Lab. Kirin Brew. Co Ltd., No. 11, 1968, s. 78
- [16] JONES, M., PIERCE, J. S.: J. Inst. Brew. **70**, 1964, s. 307
- [17] PALMQUIST, U., ÄYRÄPÄÄ, T.: J. Inst. Brew. **75**, 1969, s. 181
- [18] MAULE, D. R. et al.: J. Inst. Brew. **72**, 1966, s. 488
- [19] BASAŘOVÁ, G.: J. Inst. Brew. **27**, 1974, s. 244
- [20] BASAŘOVÁ, G., JANOUŠEK, J.: Kvasny Prum. **46**, 2000, s. 314
- [21] WAINWRIGHT, T. J.: J. Inst. Brew. **79**, 1973, s. 451
- [22] NARZISS, L. et al.: Mschr. Brauwissenschaft **52**, 1999, s. 192
- [23] KANEDA, H., TASHIMOTO, M., TAMAKI, T.: J. Inst. Brew. **103**, 1997, s. 21
- [24] CURRIE, B. R. et al.: Proc. 21th Inst. Brew. (Aust. N.Z. Sect.), 1990, s. 117
- [25] BASAŘOVÁ, G. et al.: Mschr. Brauwissenschaft **52**, 1999, s. 112
- [26] BASAŘOVÁ, G., JANOUŠEK, J.: Kvasny Prum. **47**, 2001, s. 202 a **47**, 2001, s. 280
- [27] JANOUŠEK, J.: Studium faktorů senzorycké stability piva, Disertační práce PhD., VŠCHT, Praha 2000
- [28] ŠAVEL, J., ZDVIHALOVÁ, D.: Proc. Eur. Brew. Conv. 27th, Cannes, 1999, s. 267
- [29] VESELÝ, P., BOHÁČ, J., BASAŘOVÁ, G.: Kvasny Prum. **47**, 2001, s. 276
- [30] LODDER, J.: The Yeasts. A taxonomic study, North-Holland Publishing Company, Amsterdam – London 1970
- [31] BAMFORTH, C. W.: Brauwelt Int. **17**, 1999, s. 98
- [32] FORSTER, C., BACK, W.: Proc. Eur. Brew. Conv. 27th, Cannes 1999, s. 727
- [33] MASSCHELEIN, C. A.: EBC Monograph XII., Symposium on Brewer's Yeast, Helsinki, 1986, s. 2
- [34] BASAŘOVÁ, G. et al.: Kvasny Prum. **43**, 1997, s. 164
- [35] BLÁHA, M., VESELÝ, P., BASAŘOVÁ, G.: Vliv kmene kvasnic na tvorbu oxidu siřičitého při pivovarském kvašení, 19. Pivovarsko sladařské dny, 25.–26. října, Brno, 2001 (poster). Kvasny Prum. **46**, 2000, příloha s. 15
- [36] DEBOURG, A. et al.: Proc. Eur. Brew. Conv. 24th, Oslo, 1993, s. 437
- [37] VESELÝ, P., BLÁHA, M., BASAŘOVÁ, G.: Faktory ovlivňující 3-methylbutanal reduktasovou aktivitu kvasnic během kvašení, 19. Pivovarsko-sladařské dny, 25.–26. říjen, Brno 2001 (poster). Kvasny Prum. **46**, 2000, příloha s. 12
- [38] THORNE, R. S. V.: C.R. Trav. Lab. Carlsberg, Sér. Physikl. **25**, 1951, s. 101
- [39] KOBAYASHI, O., HAIASHI, N., SONE, H.: Proc. Eur. Brew. Conv. 25th Brussels, 1995, s. 361
- [40] ALOUN, K.: Zhodnocení metod výběru posouzení a zavádění nových kmenů pivovarských kvasinek do praxe, Disertační práce CSc., VŠCHT, Praha 1990
- [41] BENDOŮVÁ, O., KAHLER, M.: Pivovarské kvasinky, SNTL, Praha 1981, s. 20
- [42] STEWARD, G., RUSSEL, I., GARRISON, I. F.: J. Inst. Brew. **81**, 1975, s. 248

*Zpracováno na základě přednášky ze zasedání Pracovní komise pro legislativu a systémy řízení 28.–29. 11. 2001 v Poličce.
Do redakce došlo 17. 1. 2002*

Basařová, G.: Vývoj teorie a praxe kvašení a dokvašování piva. Kvasny Prum. **48**, 2002, č. 3, s. 61–66.

Teorie kvasného procesu piva prodělala dlouhý vývoj od mechanického výkladu přes vysvětlování na základě pouze chemických reakcí až po poznání biologického anaerobního procesu kvašení za účasti pivovarských kvasinek a významu enzymových reakcí v 19. století. Následovala izolace a zavádění čistých kultur kvasinek v praxi pivovarů a poznatky o infekčních mikroorganismech v pivovarské výrobě.

Poznání metabolismu kvasinek a jeho mechanismů v 50. letech 20. století umožnil rychlý vývoj moderních laboratorních technik, především chromatografických a elektroforetických.

Výzkum transportu cukrů do buňky a jejich postupného zkvašování v 80. letech upřesnil požadavky na složení mladiny a umožnil optimalizaci kvasného procesu především při zavádění CKT. Osvětlil inhibiční působení hladiny glukosy v médiu na zkvašování maltosy. Poznání postupné absorpce aminokyselin mladiny pivovarskými kvasinkami pomohlo např. vysvětlit zvýšenou tvorbu vicinálních diketonů při dlouhodobém napouštění CKT a optimalizovat tento úsek výroby.

V 80. letech minulého století se začalo v pivovarství uplatňovat genové inženýrství, jehož výsledkem jsou nejen nové odrůdy ječmene, ale i kmeny kvasnic s novými vnesenými vlastnostmi.

Vývoj poznání významu fyzikálně-chemických a biochemických vlastností mladiny a geneticky kódovaných metabolických schopností kvasinek postupně rozšiřoval počet sledovaných kritérií. Byly prohlubovány znalosti o geneticky kódovaných vlastnostech jednotlivých kvasničných kmenů a jejich významu na průběh technologie a kvality piva. Výsledky výzkumu upřesňovaly kritéria mladiny, kvasinek i technologických postupů, zvláště od 60. let minulého století v souvislosti s rozvojem realizace velkoobjemových nádob pro kvašení a dokvašování v praxi a od 70. let se zvyšujícími se požadavky na senzoryckou stabilitu piva. Postupně poznávání

reakcí tvorby komponent staré chuti piva mělo vliv na změnu některých dříve požadovaných hodnot u sladu a mladiny.

Rovněž nové poznatky o fyzikálně-chemických a biochemických procesech na úseku dokvašování a zrání piva pomohly optimalizovat tento úsek výroby a přispět k zvýšení a vyrovnaní kvality piva.

Basařová, G.: Development of Theory and Practice in Fermentation and Secondary Fermentation of Beer. Kvasny Prum. **48**, 2002, No. 3, p. 61–66.

The theory of the beer fermentation process experienced a long development, in the 19th century, from the mechanical interpretation through the explanation on the basis of simply chemical reactions down to the understanding of the biological anaerobic process of fermentation with participation of brewer's yeast and to the importance of enzyme reactions. Then, the measures were followed by isolation and introduction of pure yeast cultures in the production process in breweries and by findings regarding infectious microorganisms in the brewing process.

In the nineteen fifties, the cognition of the yeast metabolism and of its mechanisms provided for fast development of modern laboratory techniques, mainly of the chromatographic and electrophoretic ones.

In the nineteen eighties, the research of transport of saccharides into cell and of their gradual attenuation gave precision to the demands on composition of hopped wort and enabled to optimize the fermenting process, above all in insertion of CKT. Equally, the research clarified the inhibitive action of the glucose level in the medium for attenuation of maltose. The knowledge of the gradual absorption of aminoacids in hopped wort by brewer's yeasts helped e.g. to explain the increased formation of vicinal diketones during the long-term soaking of CKT and to optimize this production sector.

In the same period of nineteen eighties, the gene engineering started to win through in the brewing industry as well bringing results not only in new barley varieties but even in

yeast strains with new introduced properties.

The development in discovery of importance of the physicochemical and biochemical properties of hopped wort and of the genetically coded metabolic abilities of yeast has broadened gradually the number of followed-up criteria. The sciences were intensified as regards the genetically coded properties of the individual yeast strains and of their influence on the technology course and on the quality of beer. The research results specified the criteria of hopped wort, yeast and technologic processes, particularly since the nineteen sixties, in connection with development in realization in practice of the high-volume vessels for fermentation and secondary fermentation and, in the nineteen seventies, due to the increasing claims for sensory stability of beer. The gradual cognition of the reactions in formation of components of the old taste of beer affected the change of some previously required values of malt and hopped wort.

Also, new findings on physicochemical and biochemical processes in secondary fermentation and ageing of beer helped to optimize this production sector and to improve and equalize the quality of beer.

Basařová, G.: Entwicklung der Theorie und Praxis der Gärung und Nachgärung des Bieres. Kvasny Prum. **48**, 2002, Nr. 3, S. 61–66.

Die Theorie des Gärprozesses bei Bier absolvierte eine lange Entwicklung von der mechanischen Deutung über die Erklärung aufgrund von nur chemischen Reaktionen bis zu der Erkenntnis des biologischen anaeroben Gärprozesses bei Beteiligung der Bierhefen und der Bedeutung der Enzymreaktionen im 19. Jahrhundert. Nachfolgend kam die Isolierung der Hefereinkulturen und ihre Einführung in die Praxis der Brauereien sowie auch die Erkenntnisse über Infektionsmikroorganismen in der Bierherstellung.

Die Erforschung des Hefemetabolismus und seiner Mechanismen in den 50. Jahren des 20. Jahrhunderts ermöglichte eine schnelle Entwicklung moderner Laboratoriu-

mstechniken, vor allem im Bereich der chromatographie und Elektrophorese.

Das Studium des Transports der Zucker in die Zelle und ihrer graduellen Vergärung in den 80. Jahren führte zur Präzisierung der Anforderungen an die Zusammensetzung der Würze und ermöglichte die Optimalisierung des Gärprozesses insbesondere bei der Einführung von zylindronischen Tanks. Es wurde die Inhibitionswirkung des Glukoseniveaus auf die Vergärung der Maltose ergründet. Die Erkenntnisse über der schrittweise Absorption der Aminosäuren der Würze durch die Brauereihafen halfen bei der Erklärung der gesteigerten Produktion der vinalen Diketone bei der langdauernden Befüllung der ZKT und dadurch auch bei der Optimierung dieses Betriebsabschnittes.

In den 80. Jahren kamen in der Brauindustrie die Methoden des Gen-Engineering zum Durchsatz. Als Ergebnisse können nicht nur neue Braugerstensorten, sondern auch Hefestämme mit neuen Eigenschaften angeführt werden.

Die Entwicklung der Erkenntnisse über die Bedeutung der physikochemischen und biochemischen Eigenschaften der Würze und der genetisch kodierten metabolischen Eigenschaften der Hefen erweiterten nach und nach die Reihe der verfolgten Kriterien. Tiefere Erkenntnisse wurden gewonnen über die genetisch kodierten Eigenschaften der einzelnen Hefestämme und ihren Einfluss auf den Verlauf der technologischen Prozesse und auf die Bierqualität. Die Forschungsergebnisse führten zu einer Präzisierung der Kriterien der Würze, der Hefen und der technologischen Prozesse, insb. seit den 60. Jah-

ren des 20. Jahrhunderts im Zusammenhang mit der Realisation der Gärung und Nachgärung in Grossgefäßen und seit dem 70. Jahren auch als Reaktion auf die erhöhten Forderungen an die sensorische Stabilität des Bieres. Die fortschreitenden Erkenntnisse über die Bildung der Komponenten des Altgeschmacks beim Bier hatte Änderungen in den bei Malz und Würze früher geforderten Werten zur Folge.

Auch die neuen Erkenntnisse über die physikochemische und biochemische Prozesse auf dem Gebiet der Reifung und Nachgärung des Bieres halfen bei der Optimalisierung dieses Produktionsabschnittes und auch bei der Erhöhung und Standardisierung der Bierqualität.

Басаржова, Г.: Развитие теории и практики брожения и дображивания пива. Kvasny Prum. 48, 2002, No. 3, стр. 61–66.

Теория процесса брожения произошла долгим развитием – с механического объяснения на основе только химических реакций по познание биологического анаэробного процесса брожения при участии пивных дрожжей и значения энзиматических реакций в 19-ом веке. После того наступили изоляция и введение инфекционных микроорганизмов при производстве пива.

Познание метаболизма дрожжей и его механизма в 50-ых годах 19-го века позволило быстрое развитие современных лабораторных техник, прежде всего хроматографических и электрофоретических.

Исследование передачи сахаров в ячейку и их постепенное сбраживание в 80-ых годах уточнило требование на содержание неохмеленного сусла и позволило оптимизацию процесса брожения

прежде всего при введении цилиндрико-конических танков (ЦКТ). Исследования объяснили ингибирующее влияние глюкозы в среде на сбраживание мальтозы. Познание постепенного абсорбирования аминокислот неохмеленного сусла пивными дрожжами помогло напр. объяснению повышенного образования вицинальных дикетонных при продолжительном наполнении ЦКТ и способствовало оптимизации этой части производства.

В 80-ых годах прошлого века была в пивоварении введена генная техника, в результате чего возникли не только новые сорта ячменя, но и штаммы дрожжей с ново нанесенными свойствами.

Развитие познания значения физико-химических и биохимических свойств сусла и генетически кодированных метаболических свойств постепенно расширяло количество исследуемых критериев. Были углублены знания о генетически кодированных свойствах отдельных дрожжевых штаммов и их значение для технологического процесса и качества пива.

Результаты исследований способствовали уточнению критериев охмеленного сусла, дрожжей и технологических процессов, особенно с 60-ых годов прошлого века в связи с развитием реализации больших танков для брожения и дображивания на практике и с 70-ых годов с нарастающими требованиями на сенсорическую стабильность пива. Постепенное познание реакций образования компонентов старого привкуса повлияло на изменение некоторых раньше требуемых свойств солода и охмеленного сусла.

Также новые знания о физико-химических и биохимических процессах в течение дображивания и созревания пива способствовали оптимизации этой части производства и содействовали повышению уравнивания качества пива.

10. ročník Zlatého poháru PIVEX

Po dvouleté odmlce způsobené přechodem veletrhu PIVEX na dvouletý cyklus se vrací i tradiční doprovodná soutěž piv **Zlatý pohár PIVEX, pivo roku 2002**. Tato soutěž je spojená s veletrhem od samého počátku jeho existence, a v průběhu let prošla zájmovým vývojem, který neškodí si letmo připomenout. První tři ročníky až do roku 1994 byl Zlatý pohár jednorázovou akcí s nízkým počtem přihlášených vzorků a nepříliš sofistikovanými pravidly, pokud jde o metodu hodnocení, výběr degustátorů a vypisované kategorie. K zásadnímu přelomu došlo ve čtvrtém ročníku, kdy se k původním organizátorům (BVV, a.s. a SNIP & Co., reklamní společnost s.r.o.) připojil ještě Český svaz pivovarů a sladařský s cílem založit tradici jedné oficiální celostátní soutěže piv. Pravidla byla od základu změněna – soutěž se stala dvoukolovou, byl vypracován unikátní (a poměrně komplikovaný) postup hodnocení vzorků a členy hodnotitelské komise mohli nadále být pouze odborníci z pivovarů a nezávislí degustátoři nominovaní VÚPS. Soutěž si postupně získala vysoké renomé, což se projevilo v počtu přihlášených vzorků i vyhlášených kategorií: od roku 1997 se soutěžilo ve čtyřech kategoriích a počet vzorků pravidelně překračoval stovku (rekordem byl 8. ročník v roce 1999, kdy soutěžilo 110 piv). Po devátém ročníku došlo k další změně: veletrh PIVEX přešel z roční na dvouletou periodu, a protože pivovarská obec si již zvykla na každoroční oficiální soutěž, Český svaz pi-

vovarů a sladařů spolu s VÚPS daly vzniknout soutěži nové, která se počíná prvním rokem nového tisíciletí má stát každoroční přehlídkou českého piva. Počet organizátorů Zlatého poháru se tak opět snížil na původní dvojici, která – i nadále ve spolupráci s VÚPS – připravila 10. ročník soutěže. Pravidla zůstala zachována beze změn, došlo pouze k poklesu kategorií na dvě a samozřejmě i k určitému snížení počtu soutěžících piv.

Jak tedy jubilejní 10. ročník Zlatého poháru proběhl? Vyhlášeny byly dvě kategorie: světlé ležáky a světlá výčepní piva. V obou soutěžil shodný počet vzorků (21). Obě kola proběhla na neutrální půdě – hostitelem byl Sladařský ústav VÚPS a.s. v Brně.

V kategorii *světých ležáků* bylo pořadí následující:

1. Krušovice Imperial (Královský pivovar Krušovice, a.s.)
2. Litovel Premium (Pivovar Litovel, a.s.)
3. Břežňák Velké Březno (Drinks Union, a.s.).

Vítězství krušovického piva v nejstarší (a nejpřestížnější) kategorii je od roku 1995 vůbec prvním (toto pivo je poprvé i na stupních vítězů), stejně jako 2. místo litovelského piva. Bronzový Břežňák ze severu Čech je naproti tomu ex-vítězem minulého ročníku 2000.

V kategorii *světých výčepních piv* bylo pořadí na stupních vítězů takovéto:

1. Starobrnno (Starobrnno, a.s.)

2. Zubr Classic (Zubr, a.s., Přerov)

3. Velkopopovický Kozel (Pivovar Velké Popovice a.s.).

Pivovar z moravské metropole již v minulosti několik ocenění získal, v kategorii výčepních piv se však od roku 1995 objevil „na bedně“ poprvé. Minulý dvojnásobný medailista, pivovar Zubr, si po prvním a třetím místu z roku 2000 doplnil svou kolekci ještě o druhou příčku. Velkopopovický Kozel je na stupních vítězů této kategorie vůbec poprvé (v minulosti bodoval se svým tmavým pivem).

Novinkou jubilejního 10. ročníku Zlatého poháru PIVEX je udělení zvláštních ocenění – certifikátů kvality – pro piva, která sice nezískala některou z hlavních cen, nicméně v obou kolech si udržela standardní vyrovnanou kvalitu a umístila se do 10. místa. Mezi *světými ležáky* byla tato piva dvě: Holba Premium (Pivovar Holba, a.s. Hanušovice), Přímátor (Pivovar Náchod, a.s.).

V kategorii *světých výčepních piv* je z pochopitelných důvodů obtížnější udržet vyrovnanost produkce (piva jsou degustována až po třech týdnech od stočení, což je u některých značek již na hranici deklarované trvanlivosti). Kritéria pro udělení certifikátu splnilo pivo Braník (Pražské Pivovary, a.s.).

Jubilejní 10. ročník soutěže Zlatý pohár PIVEX, pivo roku 2002 je tedy za námi, ceny jsou rozdány a za dva roky má nejen soutěž, ale i veletrh PIVEX samotný vstoupit do druhé dekády své existence.