

ODBORNÝ ČASOPIS PRO VÝROBU NÁPOJŮ A BIOCHEMICKÉ TECHNOLOGIE
VYDÁVÁJÍ PIVOVARY A SLADOVNY, státní podnik vědeckotechnických a obchodních služeb, Praha
SPOFA, s. p. a KOOSPOL, akciová společnost

Z výzkumu a praxe

Možnosti využití extruzní techniky v pivovarství

663.422

Doc. DrSc. HEINZ DÖBLER, Dr. Ing. MONIKA KITZING, Dipl. Ing. GÜNTHER HABERMANN, Humboldtova univerzita, Berlín

Klíčová slova: pivo, ječmen, slad, extruze, surogace

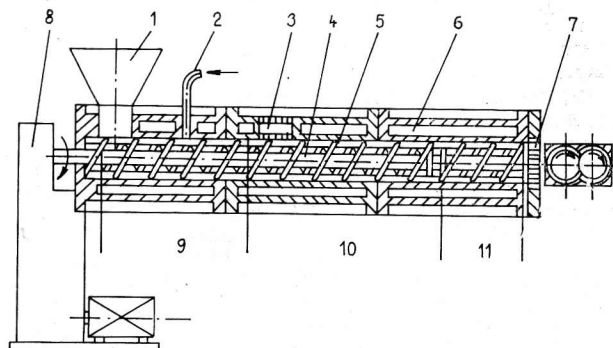
VÝVOJ EXTRUZNÍ TECHNIKY

Princip extruzní techniky byl použit již na začátku minulého století v hutním průmyslu pro výrobu těžkých trubek. Původně použitý diskontinuálně pracující tlačný stroj byl kolem roku 1880 nahrazen šnekovým extrudérem a v podstatě tehdy použitý princip je dosud používán při extruzi kaučuků a plastů. Od roku 1935 se rozšířilo použití extruzní techniky i pro kontinuální výrobu těstovin.

Podle konstrukčního provedení a vedení termodynamického procesu lze extrudéry rozdělit do různých skupin.

Podle počtu šneků se extrudéry rozlišují na jednošnekové a dvoušnekové. Extrudéry se skládají z těchto hlavních konstrukčních skupin (obr. 1):

- dávkovací zařízení pro přísun surovin,
- extruzní válec,
- šnek (šneky),
- chladicí a topná zóna,



Obr. 1. Dvoušnekový extrudér

1 — přísun suroviny, 2 — přísun vody, 3 — odvzdušnění, 4 — šnek, 5 — dvojitý válec, 6 — pouzdro, 7 — matrice, 8 — náhon, 9 — vstupní zóna, 10 — komprimační zóna, 11 — expanzní zóna.

- vytlačná hlava (matrice),
- náhonová jednotka (motor a převodovka).

Podle provozních parametrů (teplota, tlak apod.) rozlišujeme studenou, teplou a horkou extruzi (tab. 1).

Tabulka 1. Parametry extruzního procesu

	Jednotky	Studená extruze	Teplá extruze	Horká extruze
teplota	°C	20—75	70—120	130—250
hustota extrudátu	kg · m ⁻³	320—800	100—500	20—200
vlhkost vstupní suroviny	%	30—60	20—30	10—25
frekvence otáčení	min ⁻¹	15—80	40—120	80—250
tlak ve váleci	MPa	6—9	8—13	12—25
stlačení	1	1:1	až 3:1	3:1 až 5:1
střížné síly	—	malé	střední	vysoké
výrobky	—	těstoviny, žvýkačka, lékařské	polotovary text. krmivo	křupky, křehký chléb, instantní výrobky

POUŽITÍ EXTRUZNÍ TECHNIKY V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Zvláštní význam pro výrobu extrudovaných potravinářských výrobků má tzv. horká extruze, v literatuře označovaná zkratkou HTST = High temperature short time (vysoká teplota, krátký čas). Ta je používána např. pro výrobu křupek, řady instantních výrobků nebo texturovaných sójových proteinů, používaných jako náhrada masných výrobků.

Při extruzi se šnekem přiváděná surovina nebo polotovar dopravuje do vytápěného prostoru při postupné komprimaci (stlačování) výrobku. S tímto procesem spojený přívod tepelné a mechanické energie působí plasticitou deformaci zpracovávané suroviny. Disipací mechanické energie a přívodem tepla v prostoru válce, popř. též vstříkem páry se zvyšuje teplota v pracovním prostoru na hodnotu 130 až 250 °C. Protože uvnitř zpracovávané suroviny je větší tlak než hodnota příslušná rovnovážné křivce mezních stavů, netvoří se pára. Při průchodu vytlačovací hlavou (matricí) však náhle po-

klesne tlak a teplota, tím rázovitě vzniká vysoký vnitřní tlak vařící páry. Důsledkem náhlého poklesu tlaku a teploty na výstupu z matrice proběhne expanze a sušení zpracovávaného materiálu. Takto dochází ke změně původně tvárného materiálu v sušený výrobek s vysokým specifickým povrchem.

Z využitelných jednotkových operací probíhajících současně během extruze a jejich kombinace vyplývají pro aplikaci extruzního procesu následující výhody:

- nízká měrná (jednotková) spotřeba energie a malá náročnost na prostor,
- vysoká variabilita,
- vysoká produktivita,
- konstantní vysoká kvalita produktu,
- možnosti vývoje zcela nových potravin.

V literatuře je uváděna řada prací, zaměřených zejména na praktické využití extruze při zpracování surovin obsahujících škrob. Linko [1] popisuje v souvislosti s enzymovou hydrolýzou škrobu a chemickou modifikací škrobu extruder jako biochemický reaktor.

Variace a kombinace řady procesních parametrů umožňují, popř. způsobují průběh komplexních reakcí v prostoru šneku extruderu, takže posouzení vlivu pouze jediné proměnné na vlastnosti žádaného extrudovaného výrobku je jen velmi obtížné proveditelné.

Při extruzi ječmene tak například nastávají různé látkové a energetické přeměny:

- zmazovatění škrobu,
- denaturace bílkovin,
- tvorba produktů Maillardovy reakce,
- tvorba amyloso-lipidových komplexů.

Během extruze se narušuje struktura škrobových zrn na molekulární i mezimolekulární úrovni. Podle množství přivedené energie do procesu se mění podíl ve vodě nerozpustného škrobu v rozpustný, současně se stávají molekuly škrobu přístupné pro enzymové štěpení.

POUŽITÍ EXTRUZNÍ TECHNIKY PŘI VÝROBĚ SLADU A PIVA

Ve srovnání s množstvím publikací o použití extruzní techniky v ostatním potravinářském průmyslu, zejména pekárenském a cukrovinkářském oboru, existuje relativně malý podíl odborných prací týkajících se výroby piva nebo sladu.

Podle dostupných informací proběhla zatím extruze surovin, jejichž přehled je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2. Pivovarské suroviny schopné extruze

Materiál	Surogát, např. ječmen nebo ječný šrot	Zelený slad	Slad z valečky
1 vlhkost	12 až 16 %	40%	20%
2 obsah enzymů	slabě enzymový (pouze některé skupiny)	enzymový	silně enzymový
3 účel extruze	termická hydrolýza + Maillardovy reakce a) s cukrem b) bez cukru	náhrada hvozdní a Maillardových reakcí	úspora energie při hvozdní, Maillardovy reakce
4 druh extruze	HTST (vysoká teplota, krátká doba)	HTST	HTST
5 výsledek extruze	neenzymový výrobek sladového druhu	sladové výrobky, téměř bez enzymů	sladové výrobky bez enzymů

Z uvedeného přehledu lze soudit, že je možno formulovat alespoň tři účelové tematické okruhy:

- narušení struktur škrobu tak, aby se při následné enzymové reakci během rmutování dosáhlo maximální výtěžnosti extraktu,
- tvorba aromatických látek a barviv v takové koncentraci, která dosahuje, popř. přesahuje obdobné hodnoty speciálních sladů (karamelový slad apod.),
- snížení energetické náročnosti ve srovnání s klasickou výrobou.

Jashnova a Golikova [2] popisují použití extrudovaného

ječmene, rýže a kukuřice při výrobě piva. Tímto postupem se nahradilo 20, popř. 25 % z celkového množství sladu při vystírání. Surogovaná piva měla znatelně vyšší viskozitu, zvýšený obsah β -glukanů a polyfenolů. Laboratorní mladina měla rovněž delší dobu filtrace. Nižší hodnoty barvy lze patrně zdůvodnit teplotami v rozsahu 55 až 90 °C během extruzního procesu.

Pro Krügera et al. [3] byla relativně vysoká spotřeba energie při sladování (asi 2,1 GJ/t sladu) podnětem, aby sušení, resp. hvozdní nahradili extruzí. Podle mínění autorů proběhnou všechny podstatné změny s výjimkou Maillardových reakcí již v ječmenném zrně asi po 8 h valečkování (obsah vody asi 15 %).

Další sušení a následné hvozdní valečkování sladu slouží výhradně k tvorbě typických aromatických a barvicích látek. Proto je možno tento postup nahradit extruzí, probíhající při vysoké teplotě po poměrně krátkou dobu, neboť bylo zjištěno, že tímto procesem lze dosáhnout obdobného výsledku, tj. tvorby aromatických a barvicích látek, dochází však k inaktivaci enzymů. Z tabulek 3 a 4 je patrné porovnání N-heterocyklů.

Tabulka 3. Produkty Maillardovy reakce a fenoly [3]

Sloučeniny	Slad (80 až 100 °C)	Obsah (ppb)	Extrudát (180 °C)
1	2		3
1 2,6-Dimethylpyrazin	<10		880
2 2,5-Dimethylpyrazin	<10		790
3 2-Formylpyrrol	49		455
4 2-Acetylpyrrol	57		930
5 2-Acetylfuran	10		771
6 Furfurylalkohol	84		3 120
7 4-Vinylguajacol	91		955
8 Vanillin	550		10 000

Tabulka 4. N-heterocykly v karamelovém a barevném sladu (údaje v ppb) [4]

Sloučeniny	Karamelový slad	Barevný slad
1	2	3
1 Pyrazin	61	338
2 Thiazol	24	1 540
3 2-Methylpyrazin	397	38 260
4 2,6-Dimethylpyrazin	245	4 819
5 2,5-Dimethylpyrazin	219	1 954
6 2-Acetylpyrrol	2 305	6 553
7 Pyrrol	451	733
8 2-Acetylpyridin	44	850
9 2-Acetylthiazol	22	1 269
10 Indol	10	70

Porovnají-li se obsahy pyrazinů a pyrrolů světlého hvozdního sladu, barvicího a karamelového sladu s extrudovaným valečkováním sladem (teplota extruze 180 °C), je možno tyto seřadit do pořadí, počínaje světlým hvozdním sladem a konče barevným sladem. Kvantitativní složení těchto sloučenin lze ovlivnit změnou extruzního procesu.

Krüger et al. [3] provedli srovnání mladiny a pív připravených z valečkování a běžného sladu, dále ze směsi s extrudovaným valečkováním sladem. Při analýze nebyly stanoveny žádné podstatnější kvalitativní rozdíly. Stanovené výtěžnosti u extrudovaných surovin (teplota extruze 180 °C, relativně malé množství vložené energie) byly přibližně stejné jako u ostatních použitých sladů. Je nutno si uvědomit, že výtěžnost extraktu klesá s rostoucím podílem vložené energie do extruzního procesu, protože dochází k denaturaci bílkovin a k tvorbě inkluzních amylosolipidických sloučenin, které jsou enzymově těžko štěpitelné. Zmazovatění škrobu během extruzního procesu způsobuje zvýšení viskozity rmutů, čímž se následně snižuje účinnost amylolytických enzymů. Piva, vyrobená z extrudovaných surovin měla zřetelnou sladovou chuť, dále byla hodnocena jako „plná“.

Fors a Nordlöv [5] provedli srovnání pív, vyrobených ze 100 % sladu,

- 100 % zeleného sladu (vlhkost 11 %),
- 90 % zeleného sladu a 10 % extrudovaného zeleného sladu (teplota extruze 160 °C).

Analýza mladiny prokázala při aplikaci extrudované suroviny zvýšení barvy, hořkost se snížila o 30 %. Obsah aminodusíku a viskozita mladiny z extrudovaného surogátu byly oproti srovnávacímu vzorku nepatrně zvýšeny, avšak nižší než při použití 100 % zeleného sladu.

Výsledky analýz hotových piv prokázaly opět vyšší viskozitu a nižší obsah hořkých látek, obsah extraktu byl rovněž nižší (10,1 % místo 10,6 % popř. 10,7 %).

U těchto piv byly analyzovány též aromatické látky. Výsledky analýz z plynového chromatografu prokázaly 90 frakcí, z nichž řada byla pouze ve stopovém množství a na hmotovém spektrometru nemohla být identifikována. Mezi nimi byly též indikátory dusíkatých frakcí, alkylpyraziny. Jejich přítomnost v pivu lze prokázat, pivo dává charakteristickou vůni.

NÁPLŇ VÝZKUMNÉ PRÁCE

V zahraniční literatuře udávané cíle využití extruzní techniky pro přípravu surovin v pivovarství mají stejnou platnost i v NDR. Je to především způsobeno požadavkem snížit přetíženost sladoven a zejména krýt požadavky na výrobu speciálních sladů (to se týká i dalších oborů mimo pivovarství), nebo najít odpovídající surogáty.

Extruze při vyšší teplotě a krátké době zdržení zde nabízí možnosti využití proměnných parametrů, např. řízených reakcí neenzymového hnědnutí. Přitom je důležité zachovat charakteristické aroma sladu.

Toto aroma je výsledkem řady chemických reakcí, k nimž patří tepelné odbourání fenolkarbonových kyselin, enzymové nebo chemické štěpení tuků, karamelizace cukrů a Maillardovy reakce. Při sladování vznikají kromě karbonylových sloučenin různě substituované fenoly, kyslíkaté, dusíkaté a sirné sloučeniny, které výrazně ovlivňují tvorbu sladového arómatu, dále jen málo ovlivňují vůni hotového piva.

Většina karbonylových sloučenin se redukuje působením kvasnic na senzoryicky méně aktivní alkoholy, dále během chmelovaru většina lehce těkavých látek odchází s brýdovými parami.

Z literatury je též známo, že sladová chuť piva není způsobena pro slad typickými aldehydy a ketony, ale při hvozdění v důsledku Maillardových reakcí vzniklými kyslíkatými a dusíkatými heterocykly, které se během výroby piva téměř nemění. Proto bylo zvláště důležité vybrat ty komponenty sladového arómatu, které mají vliv na organoleptické vlastnosti hotového piva. Podle našeho názoru mohou právě pyraziny sloužit pro charakterizaci sladového arómatu.

Pro analytické posouzení složení arómatu přichází v úvahu jako použitelná zejména metoda kapilární plynové chromatografie, která je dále podle požadavku doplněna potřebnými detektory (např. FID, N-, S-selektivní apod.).

EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE

Pro experimentální práci byly stanoveny tyto rozhodující úkoly:

- na základě požadavků sladovnického a pivovarského oboru v NDR odvodit potřebu extrudovaných surogátů, jejich kvalitu a použitelnost,

- testování extrudérů vyrobených v NDR, vyhodnocení vlivu použití extrudovaných surovin na technologii výroby piva, analýza extrudovaných surovin, popř. vyhodnocení chuti piva při jejich použití, přezkoušení výsledků převzatých z literatury.

Účel práce

Z ekonomických důvodů nebyly uplatňovány meziprodukty při výrobě sladu, tj. zelený slad nebo z valečky, pozornost se zaměřila pouze na ječmen.

- Potřeba speciálních druhů sladu (barevný nebo karamelový slad) není možno v současné době krýt. Je

proto nutno se zaměřit na extrudované suroviny s vysokou koncentrací aromatických látek, které by mohly speciální slady nahradit.

- výrobu extrudovaných surovin je třeba provádět pouze na zařízeních vyráběných v NDR.

Dosažené výsledky

Orientační zkoušky byly provedeny na jednošnekovém extrudéru (laboratorní extrudér typ 20 DN, firma Brabender NSR). Jako vstupní surovina byl použit slad z valečky, zelený slad a sladovnický ječmen. Dosažené výsledky potvrdily literární údaje týkající se valečkovaného sladu a zeleného sladu.

Při dalších pracích byl použit sladovnický ječmen. Pozornost byla zaměřena na průběh Maillardových reakcí a jejich řízení s cílem ovlivnit tvorbu aromatických a barvicích látek. Proto byly během extruze přidávány různé látky (β -glukosa, melasa, surový řepný cukr apod.) a stanovován jejich vliv na kvalitu extrudované látky (extrudátu).

V NDR se vyrábí jednošnekový a dvoušnekový extrudér (VEB ERMAFA Karl-Marx-Stadt). Z provedených zkoušek se pro dosažení požadované kvality extrudované suroviny lépe osvědčil dvoušnekový, který pracuje s vysokými teplotami (220 °C) a krátkou dobou procesu. Změnou geometrie šneků se mohla ovlivňovat kvalita extrudátu.

Pro stanovení kvality extrudátu a výchozího sladovnického ječmene byly použity analytické metody (obsah vody, extraktu, barva apod.). Pro zkoušky byl použit slad surogovaný 50 % extrudátem. Pro stanovení arómatu extrudátu byla použita plynová chromatografie ve spojení s hmotovým spektrometrem.

Pro extrudáty byly změřeny následující hodnoty:

- obsah vody: 6 až 8 %, barva: 22 až 104 j. EBC, obsah extraktu: 74 až 76 % v sušině

Výsledky stanovení aromatických látek prokázaly jejich vyšší obsah u extrudátu než u testovaných karamelových sladů.

Výsledky naší práce potvrdily možnost použití extrudovaného ječmene jako surogátu při výrobě piva v těchto třech oblastech:

- jako náhrada karamelového sladu, pro zlepšení kvality piva jako náhrada surogace ječmenem, jako náhrada za slad s nízkým obsahem aromatických látek.

Extrudovaný ječmen je snadno technologicky zpracovatelný, lehce rozpustitelný ve vodě. Při větším množství surogovaného ječmene se sice prodlouží doba scezování, avšak tento proces lze technologickými opatřeními jinak zkrátit.

Obsah extraktu mladiny a výtěžnost varny vykazují stoupající tendenci. Viskozita mladiny a piva obdobně jako hodnota pH se při surogaci extrudovaným ječmenem neměnily. Barva mladiny a piva měly stoupající tendenci v závislosti na Maillardových reakcích probíhajících při extruzi. Barva piva vyrobeného z extrudovaného surogátu se neodlišovala od srovnávacího, připraveného z karamelového sladu.

Na základě degustací prokázala experimentální piva z extrudovaného ječmene lepší senzoryické vlastnosti než srovnávací, čistě sladové pivo.

Přeložil L. Chládek

Literatura

- [1] LINKO, P.: Getreide, Mehl, Brot, **36**, 1982, s. 326
- [2] JASHNOVA, A. - GOLIKOVA, A.: Ferment. i spirt. prom. 1984, s. 5
- [3] KRÜGER, E. et al.: Mschr. Brauwiss., **37**, 1984, s. 82
- [4] NARZISS, L. et al.: Mschr. Brauwiss., **38**, 1985, s. 128
- [5] FORS, S. M. - NORDLÖW, H.: J. Inst. Brew., **93**, 1987, s. 406

Lektoroval Ing. K. Bušta

Döbler, H. - Kitzing, M. - Habermann, G.: Možnosti využití extruzní techniky v pivovarství. Kvas. prům., **36**, 1990, č. 2, s. 33—36.

Podává se přehled vývoje extruzní techniky a možné její aplikace v pivovarství. Pro experimentální práce byl

použit jednošnekový extrudér firmy Brabender a dvoušnekový extrudér (výroba NDR). Pro extruzi se použil slad z valečky, zelený slad a ječmen. Pokusně připravená piva a mladiny vykazovaly vyšší viskozitu a delší dobu scezování. Optimální výsledky byly dosaženy při 50% surogaci extrudovanou surovinou s přidavkem dalších látek. Extruze se zdá být slibným procesem při částečné náhradě hvozďení.

Дэблер, Г. - Китцинг, М. - Хаберманн, Г.: Возможности использования экструзивного способа в пивоварении. Квас. прум., 36, 1990, № 2, стр. 33—36.

Статья дает обзор по развитию экструзивного способа и возможности его применения в пивоварении включая литературные ссылки и цитаты. Для экспериментальных работ был использован одношнековый экструдер ф-ы Брабендер и двухшнековый экструдер (производство ГДР). Для экструзии был применен солод, приготовленный для сушки, зеленый солод и ячмень. Экспериментально полученные пива и охмеленное сусло показывали более высокую вязкость и более продолжительное время сцеживания. Оптимальные результаты были достигнуты при 50 %-ной замене сырьем подвергшимся экструзии с добавкой некоторых других веществ. Экструзия кажется обещающим процессом при частичной замене сушки.

Döbler, H. - Kitzing, M. - Habermann, G.: Possible Application of Extrusion Technique in Brewing. Kvas. prüm., 36, 1990, No. 2, pp 33—36.

A review on the development of extrusion technique and its possible applications in brewing is made in the article. Experiments were performed with the one-screw extruder (Brabender) and with the two-screw extruder (made in GDR). For extrusion the green malt and barley were used. Malts and beers prepared showed higher viscosity and longer time-period for the straining. The optimum results were achieved with 50 % of surrogation by extruded substrate with the addition of other materials. The extrusion proper seems to be a suitable process partially replacing kilning.

Döbler, H. - Kitzing, M. - Habermann, G.: Möglichkeiten der Ausnützung der Extrusionstechnik in der Brauerei. Kvas. prüm., 36, 1990, Nr. 2, S. 33—36.

Der Artikel bringt eine Übersicht der Entwicklung der Extrusionstechnik und befaßt sich mit der Möglichkeit ihrer Applikation in der Brauerei, und zwar aufgrund von Literatur-Angaben sowie auch eigener Versuche. Zu der experimentalen Arbeit wurde der Ein-Schnecke-Extruder der Firma Brabender und ein in der DDR hergestellter Zwei-Schnecken-Extruder angewandt. Zur Extrusion wurde Malz von der Schwelke, Grünmalz und Gerste genommen. Die Versuchsbiere und Versuchswürzen wiesen eine höhere Viskosität und eine verlängerte Läuterung auf. Die optimalen Ergebnisse wurden bei einer 50-%-Surrogation durch extrudierte Rohstoffe bei Zugabe weiterer Stoffe erzielt. Die Extrusion kann als ein versprechender Weg zu einem teilweisen Ersatz des Darrens angesehen werden.

Biotechnologické vlastnosti kvasiniek izolovaných pre potreby sekundárnej fermentácie vína

663.12 663.252.4'

5. časť. Aplikácia izolovaných kvasiniek v prevádzke

Doc. Ing. FEDOR MALÍK, CSc., Ing. ANDREA KUKÁŇOVÁ, prom. chem. VIOLA BUCHTOVÁ, Ing. ŠTEFAN KRÁSNY, Chemickotechnologická fakulta SVŠT Bratislava

Ing. JOSEF KRÁPEK, Moravské vinařské závody, s. p., Bzenec

Kľúčové slová: aminokyseliny, analýza, sekundárna fermentácia, šumivé vína, tirážna zmes, vlnne kvasinky

Komplexný obraz charakterizácie technologicky významných kmeňov vínnych kvasiniek, izolovaných na princípe autoselekčného efektu z juhomoravskej vinohradníckej oblasti, dopĺňa táto časť príspevku. Zaoberá sa aplikáciou kmeňa *Saccharomyces cerevisiae* 6C v procese výroby šumivého vína. Založenie, úspešný priebeh a dôsledné vyhodnotenie prevádzkových pokusov v Moravských vinárskych závodoch, š.p., závod Bzenec je tak vyvrcholením experimentálnej práce, ktorá dokladá účelnosť prepojenia aplikovaného výskumu a výrobnéj praxe.

5.1 METODICKÁ ČASŤ

5.1.1 Použité mikroorganizmy

Použitý kmeň *S. cerevisiae* 6C potvrdil v priebehu charakterizácie izolovaných vínnych kvasiniek výrazné alkoholrezistentné vlastnosti [1]. Kmeň charakterizujú navyše uspokojivé biochemické a genetické vlastnosti [2, 3].

Referenčný kmeň *S. cerevisiae* LW 185-25 bol k dispozícii vo forme preparátu aktívnych suchých vínnych kvasiniek (ASVK) zn. Hefix 2000 (fa. Erbslöh Geisenheim/Rh.). Charakterizovala ho sušina 86,1 % hmotn., celkový počet buniek $2,61 \cdot 10^{10} \text{ g}^{-1}$ a vitalita v čase aplikácie $5,7 \cdot 10^9 \text{ g}^{-1}$.

5.1.2 Použité média a zariadenia

Propagácia kmeňa *S. cerevisiae* 6C prebiehala v hroznovom mušte upravenom na 215 g.l^{-1} redukujúcich sacharidov a pH 3,4, ktorý bol desulfítovaný a priživený

$1,5 \text{ g.l}^{-1} (\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ a $1,5 \text{ g.l}^{-1} (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ pred sterilizáciou a $0,05 \text{ g.l}^{-1}$ Ca-pantotenu a $0,02 \text{ g.l}^{-1}$ biotínu po sterilizácii.

Biomasa experimentálneho kmeňa sa pripravila v dvoch po sebe nasledujúcich „batch“ fermentáciách (miešanie, aerácia) na poloautomatickom laboratórnom fermentačnom zariadení (užitočný objem 30 l). Po zahutnení a premytí sme získali 3180 ml kvasničného mlieka o koncentrácii buniek $2,96 \cdot 10^9 \text{ ml}^{-1}$. Pripravené inokulum obsahujúce celkovo $9,41 \cdot 10^{12}$ buniek, sme použili na zakvasenie tirážnej zmesi.

Preparát ASVK Hefix 2000 bol rehydratovaný 30 minút v 10-násobnom množstve 30°C teplej vody a dávkovaný v množstve 20 g.l^{-1} tirážnej zmesi.

Tirážna zmes, pripravená z odrudových vín Rizling vlašský, Veltlínske zelené a tirážneho likéru mala nasledovné charakteristiky: cukor $24,1 \text{ g.l}^{-1}$, SO_2 voľný $30,3 \text{ mg.l}^{-1}$ a SO_2 celkový $112,2 \text{ mg.l}^{-1}$.

Kvasná zmes (tirážna zmes + inokulum) o objeme $2 \times 1800 \text{ l}$ bola premiešaná v oceľovom tanku, stočená do fľaš, uzavretá zátkou a oceľovouagrafou. Ďalší sled klasickej výroby šumivého vína využíval technologické zariadenia bzeneckej výroby šumivého vína [4].

5.1.3 Analytické metódy

Pre potreby sledovania priebehu sekundárnej fermentácie vína i procesu tvorby a zrenia šumivého vína sa využívali nasledovné analytické metódy. Redukujúce cukry sa stanovovali podľa Schoorla, alkohol oxidimetricky, titrovateľné kyseliny acidometrickou titráciou, prchavé kyseliny titráciou roztokom KOH, voľný a celkový oxid siričitý sa stanovoval titračnou jodometrickou me-