

ceno mléko plnotučné trvanlivé, a to jak v preferenční pořadové zkoušce, tak v příjemnosti chuti. Výsledky senzorického hodnocení podpořily i závěry dotazníkového šetření, ve kterém z deseti nabízených kritérií určujících výběr konzumních mlék patřily chuť, tučnost a trvanlivost k těm rozhodujícím.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 028/2019/Z).

Seznam literatury

- CARDOSO H.B., WIERENGA P.A., GRUPPEN H., SCHOLS H.A. (2019): Maillard induced aggregation of individual milk proteins and interactions involved. *Food Chemistry*, 276, 652–661.
- ČCN 2015-12-22-0104, 2015. Mléko trvanlivé. Praha: Potravinářská komora ČR.
- ČCN 2015-12-22-0106, 2015. Mléko čerstvé. Praha: Potravinářská komora ČR.
- ČCN 2016-03-18-0127, 2016. Syrové kravské mléko. Praha: Potravinářská komora ČR.
- ČSN EN ISO 5495, 2009. Senzorická analýza – Metodologie – Párová porovnávací zkouška. Praha: Český normalizační institut.
- ČSN ISO 8587, 2007. Senzorická analýza – Metodologie – Pořadová zkouška. Praha: Český normalizační institut.
- ČSN EN ISO 8589, 2008. Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště. Praha: Český normalizační institut.
- DEETH H.C., LEWIS M.J. (2017): High temperature processing of milk and milk products. Wiley & Sons Ltd., ISBN 9781118460467.
- HASOŇOVÁ L., SAMKOVÁ E., VOČADLOVÁ K., STRAKOVÁ K. (2018): Od Pasteura zpět? Aneb tepelné ošetření mléka a jeho význam. *Výživa a potraviny*, 5, 114–117.
- IWATSUKI K., MIZOTA Y., SUMI M., SOTOYAMA K., TOMITA M. (1999): Effect of pasteurization and UHT processing conditions on the sensory characteristics of milk. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 46, 535–542.
- JIN S., YUAN R., ZHANG Y., JIN X. (2019): Chinese consumers' preferences for attributes of fresh milk: a best-worst approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 4286.
- KARIM R., SEN T., HASAN M. (2018): Consumer behaviour in purchasing of dairy products in Bangladesh. *Journal of Jessore University of Science and Technology*, 03, 79–88.
- KOPÁČEK J. (2021): Situace na trhu s mlékem. *Mlékařské listy – Zpravodaj*, 184, III–VI.
- KRŮČKOVÁ L. (2012): Senzorické hodnocení konzumních mlék v závislosti na technologii výroby. [Diplomová práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. 53 s.
- OUPADISSAKOON G., CHAMBERS D. H., CHAMBERS E. (2009): Comparison of the sensory properties of ultra-high-temperature (UHT) milk from different countries. *Journal of Sensory Studies*, 24, 427–440.
- PARA G., ULGER I., KALIBER M. (2018): A research on the determination of the consumption habits of milk among the students in Erciyes University. *Igdir University Journal of the Institute of Science and Technology*, 8, 329–339.
- RITOTA M., GABRIELLA M., COSTANZO D., MATTERA M., MANZI P. (2017): New trends for the evaluation of heat treatments of milk. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2017, 1864832.
- RUEGG P.L. (2006): The role of hygiene in efficient milking. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 18, 285–293.
- VALERO E., VILLAMIEL M., MIRALLES B., SANZ J., MARTÍNEZ-CASTRO I. (2001): Changes in flavour and volatile components during storage of whole and skimmed UHT milk. *Food Chemistry*, 72, 51–58.

Korespondující autor:

doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.,
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Zemědělská fakulta, Studentská 809,
370 05 České Budějovice, e-mail: samkova@zf.jcu.cz

Přijato do tisku: 31. 8. 2021

Lektorováno: 29. 9. 2021

KVASY S PŘEVAHOU MLÉČNÉHO KVAŠENÍ PRO BEZLEPKOVOU VÝŽIVU

Pavel Skřivan¹, Marcela Sluková¹, Michaela Sadílková¹, Šárka Horáčková²

¹ Ústav sacharidů a cereálií, VŠCHT Praha

² Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT Praha

Sourdoughs with a predominance of lactic fermentation for gluten-free nutrition

Souhrn

Kvasy kombinující procesy etanolového a mléčného kvašení mají při výrobě chleba a pečiva velmi dlouhou tradici. Ve střední, severní a východní Evropě se jedná zejména o kvasy na bázi žitné mouky, původně vedené spontánně z přirozené mikroflóry žitných mouk. Takové kvasy kombinují etanolové kvašení významné produkci CO₂ s mléčným kvašením. V moderních průmyslových podmínkách se často využívá startovacích kultur s převahou bakterií mléčného kvašení a etanolové kvašení je zajištěno posleze přidávkem droždí do chlebového těsta. Pro účely bezlepkové výživy byly testovány kvasy na bázi pohankové a čirokové mouky. Kvasy byly iniciovány pomocí bezlepkové rýžové startovací kultury a také byly vedeny spontánně. Průběh fermentace byl posuzován pomocí stanovení titrační kyselosti a pH a organolepticky. Na základě výsledků byly vybrány postupy vedení kvasů, které budou dále zkoumány a optimalizovány pro aplikaci v pekárnách.

Klíčová slova: bakterie mléčného kvašení, mouka, pohanka, čirok, bezlepková výživa

Summary

Sourdoughs combining the processes of ethanol and lactic acid fermentations have had a very long tradition in the production of bread and bakery products. In Central, Northern and Eastern Europe, these are mainly sourdoughs based on rye flour, originally conducted spontaneously from the natural microflora of rye flours. Such sourdoughs combine ethanol fermentation with sig-

nificant CO₂ production with lactic acid fermentation. In modern industrial conditions, starter cultures with a predominance of lactic acid bacteria are often used, and ethanol fermentation is ensured later by the addition of yeasts to the bread dough. Sourdoughs based on buckwheat and sorghum flour was tested for gluten-free nutrition. The sourdoughs were initiated with a gluten-free rice starter culture and were also spontaneously conducted. The fermentation process was assessed by determining the titratable acidity and pH and by sensory evaluation. Based on the results, sourdough processing procedures were selected, which will be further investigated and optimized for application in bakeries.

Keywords: lactic acid bacteria, flour, buckwheat, sorghum, gluten-free nutrition

Úvod

Fermentační technologie s použitím spontánních kultur mléčných bakterií mají při výrobě chleba dlouhou tradici. Ve střední a severní Evropě se využívala přirozená mikroflóra žitných mouk, která sestává jak z kultur mléčných bakterií (zejména homo- i heterofermentativních druhů rodu *Lactobacillus*), dále jen BMK, tak z kultur kvasinek (zejména rod *Saccharomyces*). Díky této směsné populaci ve spontánních žitných kvasech probíhá současně mléčné i etanolové kvašení, jejichž produkty jsou jak kyseliny mléčná, octová a další minoritní látky, tak dostatek kvasného plynu CO₂ pro nakypření chleba. Vyvést spontánní kvas z pšeničné mouky je složitější než ze žitných mouk relativně bohatších na přirozenou mikroflóru požadovaného složení (Hui a kol., 2004; De Vuyst a kol., 2016).

Převedení výroby kvasů do průmyslových dimenzí, které proběhlo v průběhu minulého století s rozvojem velkovýroby chleba a pečiva, se ubíralo zpočátku snahou o vytvoření podmínek pro spontánní vedení kvasů. To se v Německu, Rakousku a stejně tak u nás dařilo v případě žitných kvasů velmi úspěšně. Spontánně vedené kvasy s produkcí kyselin i kvasného plynu (tj. se směsnou mikroflórou BMK i kvasinek) jsou však relativně mírně kyselé (titrační kyselost TTA se pohybuje zpravidla v rozmezí 100 – 150 mmol·kg⁻¹). To má za následek i jejich nižší stabilitu, což představuje komplikaci zejména při přerušení výroby (Šedivý a Albrecht, 2014; Skřivan a kol., 2020).

V průmyslové výrobě kvasového chleba se proto začaly používat vitální kvasy s produkcí kyselin, tj. kvasy s dominantním mléčným kvašením. K jejich iniciaci se používají komerčně dostupné startovací kultury. Jedná se většinou o definované směsné kultury BMK, v nichž převažují kultivované kmeny bakterií *L. delbrueckii*, *L. leichmannii*, *L. reuteri*, (homofermentativní), *L. plantarum* (fakultativně heterofermentativní), *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum* nebo *L. sanfranciscensis* (obligátně heterofermentativní). Takto vyrobené kvasy dosahují titračních kyselostí zpravidla 150 – 250 mmol·kg⁻¹ a jsou

tudíž stabilnější a lépe snášejí případná přerušení výroby. Na rozdíl od tradičních kvasů se jich z důvodu vyšší kyselosti dávkuje do těsta méně a hlavně pro nakypření těsta je nutné přidat kulturu kvasinek, nejčastěji ve formě pekařského droždí. (De Vuyst a kol., 2014; Siepmann a kol., 2018, Urešová a kol., 2020).

Vedle nesporného sensorického významu mléčného kvašení, který nespočívá pouze v příjemně nakyslé chuti tvořené správným poměrem mléčné a octové kyseliny, ale také v tvorbě širokého spektra těkavých látek, které se podílejí na aromatu chleba a pečiva, je tu stále více ceněný význam nutriční. Především při použití tmavších nebo celozrnných mouk s vyšším obsahem obilné vlákniny, působí mléčné kvašení a s ním spojený pokles pH respektive zvýšení kyselosti prostředí významné zvýšení biologické dostupnosti nutričně významných složek vlákniny a také doprovodných látek, zejména fenolických sloučenin. Některé druhy BMK navíc produkují exopolysacharidy, které mají podobné vlastnosti jako složky vlákniny (Hammes a kol., 2005).

Vedle toho se v poslední době využívá ještě dalšího významného účinku použití kvasů, a to jejich antifungální aktivity, která do jisté míry způsobuje, že kvasy mají stabilizační a konzervační účinek (Hammes a kol., 2005).

Ze všech uvedených důvodů je snahou moderní cereální technologie vyvinout vedle rozšířených žitných a pšeničných (případně ječných) kvasů také kvasy bezlepkové. Bezlepkové kvasy musejí být založeny na bezlepkových moukách, a pokud se pro iniciaci fermentace používají startovací kultury, pak je ideální, aby kultura byla vázána na bezlepkovém nosiči. Pokud se kvas vede ze startovací kultury fixované na žitném či pšeničném nosiči (startovací kultury pro žitné a pšeničné kvasy), je nutné jeho mnohanásobné opakování, aby obsah lepku (ve finálním výrobku) klesl pod 20 mg/kg (což je maximální přípustná koncentrace povolena pro označení potraviny jako potravina „bez lepku“) (Moroni a kol. 2009; Houben a kol., 2012; Nařízení Komise (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům).

Naše práce se zabývala přípravou a testováním bezlepkových kvasů na bázi pohankové a čirokové mouky, přičemž se připravovaly kvasy iniciované bezlepkovou (rýžovou) startovací kulturou nebo kvasy spontánní.

Materiál a metody

V práci byly použity: pohanková mouka celozrnná hladká (Mlýn Perner Svijany, spol. s r.o.), čiroková mouka celozrnná hladká (Mlýn Perner Svijany, spol. s r.o.) a rýžová startovací kultura DIOSstart rice (DIOSNA Dierks & Söhne GmbH).

Zařízení

Fermentor AF Compact 100 HC (DIOSNA Dierks & Söhne GmbH)

Pracovní postup vedení kvasů při laboratorních podmínkách

Do kádinky bylo naváženo 800 g mouky a 1040 g vody pro dosažení zvolené výtěžnosti 230 %. Výtěžnost kvasu udává poměr hmotnosti kvasu vůči hmotnosti použité mouky vyjádřený v procentech. Kádinka se směsí mouky a vody byla po promíchání překryta potravinovou fólií. Kvašení probíhalo při laboratorní teplotě. Po 24 h byl kvas analyzován, směs v kádince byla promíchána a kádinka opět překryta potravinovou fólií. Po 48 h byla provedena další analýza kvasu a fermentace byla ukončena.

Pracovní postup vedení kvasů ve fermentoru

Do fermentoru bylo nadávkováno potřebné množství mouky a vody dle receptury. Kvasy byly připravovány z 10 kg mouky a množství vody bylo voleno dle požadované výtěžnosti kvasu. Suroviny byly před vlastní fermentací promíchávány 25 min a fermentace byla vedena při teplotě 30 °C.

Postup přípravy kvasů ze startovací kultury

Kvasy z rýžové startovací kultury byly vyváděny jednostupňově. Do fermentoru bylo nadávkováno potřebné množství mouky a vody dle receptury a přidána startovací kultura. Kvasy byly připravovány z 10 kg mouky a množství vody bylo voleno dle požadované výtěžnosti kvasu. Přídavek rýžové startovací kultury byl 4 % nebo 5 % na hmotnost mouky. Suroviny byly před vlastní fermentací promíchávány 25 min. Fermentace pohankových a čirokových kvasů byla vedena při teplotě 30 °C.

Postup přípravy kvasů iniciovaných spontánně

U obou používaných mouk bylo testováno spontánní vedení kvasů. Pro posouzení schopnosti mouk spontánně kvasit bylo před případným vedením kvasů ve fermentoru testováno spontánní kvašení za laboratorních podmínek v kádinkách při laboratorní teplotě.

Spontánní vícestupňové kvasy byly vedeny z celozrnné hladké pohankové mouky. Bylo připraveno celkem 6 stupňů pohankového kvasu. Principem výroby vícestupňových kvasů je použití určitého množství kvasu z předchozího stupně fermentace jako inokulum pro právě připravovaný kvasný stupeň.

Přehled testovaných kvasů shrnují následující tabulky (Tab. 1-4).

U všech testovaných kvasů byla stanovena titrační kyselost. Titrační kyselost kvasu (*Total titratable acidity* – TTA) byla stanovena dle ČSN 56 0116-10. Vzorky kvasu (10 g kvasu ve 100 ml destilované vody) se titrují odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol·l⁻¹ s použitím fenolftaleinu jako indikátoru.

Titrační kyselost kvasu vyjádřena v mmol·kg⁻¹ se vypočte dle následujícího vztahu:

$$\text{—————} \quad V_{TK} = \frac{(100 \cdot V)}{m}$$

*V*TK ... titrační kyselost [mmol·kg⁻¹]

V ... objem spotřebovaného roztoku hydroxidu sodného [ml]

m ... navážka kvasu [g]

Dále bylo stanoveno pH a kvasy byly posouzeny organolepticky (vzhled, vůně, chuť). U použitých pohankových a čirokových mouk byly stanoveny vlhkost (ČSN 56 0512-7), obsah popela (ČSN ISO 2171) a obsah bílkovin (metoda dle Kjeldahla, ČSN 56 0512-12).

Tab. 1 Bezpečkové kvasy vedené ze startovací kultury

Označení kvasu	Mouka	Startovací kultura (% na mouku)	Výtěžnost	Doba zrání
P ₁	Pohanková	Rýžová; 5 %	220 %	20 h
P ₂	Pohanková	Rýžová; 4 %	200 %	17 h
P ₃	Pohanková	Rýžová; 4 %	200 %	24 h
P ₄	Pohanková	Rýžová; 4 %	200 %	48 h
Č ₁	Čiroková	Rýžová; 5 %	240 %	20 h
Č ₂	Čiroková	Rýžová; 4 %	220 %	20 h
Č ₃	Čiroková	Rýžová; 4 %	200 %	20 h

Tab. 2 Spontánní bezpečkové kvasy připravené za laboratorních podmínek

Označení kvasu	Mouka	Výtěžnost	Doba zrání
P _{L1}	Pohanková	230 %	24 h
P _{L2}	Pohanková	230 %	48 h
Č _{L1}	Čiroková	230 %	24 h
Č _{L2}	Čiroková	230 %	48 h

Tab. 3 Spontánní pohankové kvasy vedené jednostupňově

Označení kvasu	Výtěžnost	Doba zrání	Teplota
P _{S1}	240 %	20 h	30 °C
P _{S2}	230 %	12 h	30 °C
P _{S3}	230 %	15 h	30 °C

Tab. 4 Spontánní pohankové kvasy vedené vícestupňově

Označení kvasu	Výtěžnost	Množství kvasu z předchozího stupně	Doba zrání	Teplota
P _{SV(1)}	220 %	–	12 h	28 °C
P _{SV(2)}	220 %	2,2 kg	12 h	28 °C
P _{SV(3)}	220 %	2,2 kg	12 h	28 °C
P _{SV(4)}	220 %	2,2 kg	12 h	28 °C
P _{SV(5)}	220 %	2,2 kg	12 h	28 °C
P _{SV(6)}	220 %	2,2 kg	12 h	28 °C

Výsledky a diskuse

Parametry bezpečkových kvasů vyrobených s použitím rýžové startovací kultury jsou uvedené v Tab. 5. Pohankové kvasy měly v porovnání s ostatními kvasy nejvyšší hodnoty pH a titrační kyselosti. Pouze při prodloužení doby fermentace nad 24 h bylo možné hodnotu pH snížit pod 4,0. Wolter a kol. (2014) uvádí, že kyselost kvasu souvisí s obsahem minerálních látek a bílkovin, vyšší obsah popela a bílkovin v mouce zvyšuje pufrací kapacitu

kvasu. Pohanková mouka používaná pro přípravu kvasů měla obsah popela i bílkovin v sušině nejvyšší v rámci analyzovaných mouk. U kvasů s vysokou pufrací kapacitou nedochází k výraznému snížení pH, tyto kvasy však mívají vysokou hodnotu titrační kyselosti. Minerální látky přítomné v mouce podporují růst bakterií mléčného kvašení, které produkují zejména kyselinu mléčnou a octovou a způsobují tak zvýšení titrační kyselosti (Chavan a Chavan, 2011).

Čirokové kvasy měly podobné parametry (pH, TTA) jako pohankové kvasy. Důvodem může být podobnost čirokové a pohankové mouky co se týká obsahu popela a bílkovin. Při srovnatelných hodnotách titračních kyselostí se však čirokové a pohankové kvasy lišily hodnotami pH. Hodnoty pH čirokových kvasů byly nižší. (viz Tab. 9).

Fermentace všech čirokových kvasů Č₁ až Č₃ (viz Tab. 5) byla dle předchozích zkušeností s výrobou pohankových kvasů vedena 20 h, úpravy byly prováděny ve výtěžnosti kvasu.

Stejně jako u pohankových kvasů, i u čirokových kvasů byla pro dosažení vhodné konzistence snížena výtěžnost kvasu na 200 %. Kvasy pravděpodobně neobsahovaly žádné nebo pouze minimální množství CO₂. Při použití rýžové startovací kultury byly čirokové kvasy charakteristické poměrně výrazným a nepříjemným aromatem po alkoholu, které přispívalo k mírně palčivé a nahořklé chuti kvasu.

Tab. 5 Výsledné kyselosti bezlepkových kvasů vedených ze startovací kultury

Označení kvasu	Startovací kultura (% na mouku)	Výtěžnost	Doba zrání	pH	TTA [mmol·kg ⁻¹]
P ₁	Rýžová; 5 %	220 %	20 h	4,21	146
P ₂	Rýžová; 4 %	200 %	17 h	4,00	182
P ₃	Rýžová; 4 %	200 %	24 h	4,00	227
P ₄	Rýžová; 4 %	200 %	48 h	3,93	263
Č ₁	Rýžová; 5 %	240 %	20 h	3,99	147
Č ₂	Rýžová; 4 %	220 %	20 h	4,07	150
Č ₃	Rýžová; 4 %	200 %	20 h	4,13	133

Pozn.: P – pohanková mouka, Č – čiroková mouka (viz Tab. I)

Spontánní vedení kvasů bylo v první fázi prováděno za laboratorních podmínek v kádinkách při laboratorní teplotě. U všech kvasů byla zachována stejná výtěžnost (230 %), aby bylo možné porovnávat jejich parametry při totožném způsobu vedení. Ze získaných výsledků pH a titrační kyselosti (Tab. 6) je zřejmé, že pohanková i čiroková mouka jsou vhodné pro spontánní fermentace.

Z naměřených výsledků je patrná souvislost mezi schopností mouk spontánně kvasit a základními analytickými parametry mouk, zejména obsahem bílkovin a popela v sušině a kyselostí (Tab. 9). Obsah bílkovin a popela v moukách a hodnota titrační kyselosti mouk souvisí se stupněm vymletí, a také s množstvím mikroorganismů přítomných v moukách. Vyšší množství mikroorganismů v celozrnných moukách přispívá ke schopnosti mouk kvasit spontánně bez použití startovacích kultur.

Tab. 6 Výsledné kyselosti spontánních bezlepkových kvasů připravených za laboratorních podmínek

Označení kvasu	Doba zrání	pH	TTA [mmol·kg ⁻¹]
P _{L1}	24 h	4,83	84
P _{L2}	48 h	4,08	148
Č _{L1}	24 h	4,47	111
Č _{L2}	48 h	3,98	159

Pozn.: P – pohanková mouka, Č – čiroková mouka (viz Tab. II)

Spontánní pohankové kvasy byly vyráběny i ve fermentoru (Tab. 7). S dobou zrání 20 h bylo dosaženo nízké hodnoty pH (3,95) ve srovnání s hodnotami pH pro pohankové kvasy z rýžové startovací kultury (Tab. 5). Při použití rýžové startovací kultury bylo dosaženo obdobného pH (3,93) po více než dvojnásobné době fermentace (48 h). Při výrobě dalších kvasů byla snížena doba fermentace na 12 h a 15 h. Titrační kyselost spontánních pohankových kvasů lze vzhledem ke krátké době fermentace hodnotit jako vysokou. Z tabulky je patrné, že ke zvýšení kyselosti spontánního pohankového kvasu dochází v prvních několika hodinách fermentace velmi rapidně a dále už se kyselost výrazněji nemění. Již po 12 h fermentace byl získán spontánní pohankový kvas s titrační kyselostí 161 mmol·kg⁻¹ a při prodloužení doby fermentace na 20 h vzrostla kyselost pouze o 10 jednotek.

Tab. 7 Výsledné kyselosti spontánních pohankových kvasů vedených jednostupňově

Označení kvasu	Výtěžnost	Doba zrání	pH	TTA [mmol·kg ⁻¹]
P _{S1}	240 %	20 h	3,95	179
P _{S2}	230 %	12 h	4,15	161
P _{S3}	230 %	15 h	4,15	169

Při vedení spontánních pohankových vícestupňových kvasů bylo pro každý stupeň pohankového kvasu mimo prvního použito jako inokulum 10 % pohankového kvasu z předchozího stupně. První stupeň pohankového kvasu (P_{SV(1)}) měl po 12 h fermentace hodnotu titrační kyselosti 117 mmol·kg⁻¹. Tato hodnota byla výrazně nižší než titrační kyselost spontánního pohankového kvasu P_{S2} (161 mmol·kg⁻¹) po stejně dlouhé době fermentace. Rozdíl může být způsoben vedením fermentačního procesu při různých teplotách (28 °C a 30 °C). Vyšší teplota fermentace (30 °C při výrobě kvasu P_{S2}) podporuje činnost bakterií mléčného kvašení, které zajišťují okyselení kvasu (Šedivý a Albrecht, 2014).

Nejvýznamnější změna hodnoty pH pohankových kvasů je patrná mezi 1. a 2. stupněm fermentace. Hodnota titrační kyselosti se mezi jednotlivými stupni kvasu měnila téměř vždy přibližně o 10 jednotek. Mezi 5. a 6. stupněm kvasu již však došlo ke stabilizaci titrační kyselosti a její hodnota zůstala prakticky konstantní. Poslední 6. stupeň spontánního pohankového kvasu měl pH = 3,91 a titrační kyselost 150 mmol·kg⁻¹. Moroni a kol. (2011) při velmi podobném postupu vedení kvasu dosáhli totožné hodnoty titrační kyselosti po 10 dnech fermentace.

Tab. 8 Výsledné kyselosti spontánních pohankových kvasů vedených vícetupňově

Označení kvasu	pH	TTA [mmol·kg ⁻¹]
P _{SV(1)}	4,22	117
P _{SV(2)}	4,08	122
P _{SV(3)}	4,06	133
P _{SV(4)}	4,00	142
P _{SV(5)}	3,98	151
P _{SV(6)}	3,91	150

Tab. 9 Obsah popela a bílkovin v sušině použitých mouk

Mouka	Čiroková celozrná	Pohanková celozrná
Vlhkost [%]	9,6 ± 0,1	11,5 ± 0,1
Obsah popela v sušině [%]	1,59 ± 0,01	2,05 ± 0,02
Obsah bílkovin v sušině [%]	11,3 ± 0,0	12,1 ± 0,0

Závěr

Pro výrobu kvasů byly zvoleny dva druhy bezlepkových mouk – čiroková celozrná hladká mouka a pohanková celozrná hladká mouka. S využitím rýžové startovací kultury bylo možné připravit kvasy z obou uvedených mouk. Pohankové a čirokové kvasy byly charakteristické relativně vysokými hodnotami titrační kyselosti a pH. Parametry připravených kvasů souvisí s výsledky analytických měření mouk. Pohanková mouka měla nejvyšší obsah bílkovin v sušině (12,1 %) i nejvyšší obsah popela v sušině (2,05 %), v čirokové mouce byl obsah bílkovin (11,3 %) a popela v sušině (1,59 %) obdobný. Naměřené hodnoty naznačují vysokou pufrací kapacitu pohankové a čirokové mouky. Kvasy připravené z mouk s vysokou pufrací charakteristikou obvykle mívají vysoké hodnoty titrační kyselosti, nedochází u nich však k tak výraznému poklesu pH jako u kvasů z mouk s nižší pufrací kapacitou.

Spontánní fermentace bylo možné realizovat s použitím čirokové i pohankové mouky. Tyto mouky dosahovaly vysokých hodnot titračních kyselostí (118,1 mmol·kg⁻¹ pro pohankovou mouku a 80,8 mmol·kg⁻¹ pro čirokovou mouku) i obsahu bílkovin a popela v sušině. Získané parametry dokládají vyšší stupeň vymletí uvedených mouk a naznačují přítomnost vyššího počtu mikroorganismů v moukách, a tedy i schopnost těchto mouk kvasit bez přídavku startovací kultury.

Výsledky analýz spontánního pohankového kvasu vedeného vícetupňovou metodou ukazují pokles pH a nárůst titrační kyselosti kvasu během několika 12h cyklů. K nejvýraznějšímu poklesu pH došlo mezi 1. a 2. stupněm kvasu, titrační kyselost se po 6 cyklech ustálila na hodnotě 150 mmol·kg⁻¹ a pH výsledného kvasu bylo 3,91.

Podstatné je, že z obou testovaných hladkých celozrných mouk, pohankové i čirokové, lze bez větších obtíží vyvést jak kvasy iniciované bezlepkovou (rýžovou) startovací kulturou, tak kvasy spontánní. Tyto kvasy se svými organoleptickými vlastnostmi (vzhledem, vůní i chutí) jeví být použitelné pro výrobu bezlepkových kvasových chlebů a pečiva. Technologii výroby kvasů

z těchto mouk bude třeba dále optimalizovat a kvasy podrobit podrobnější analýze složení organických kyselin a profilů těkavých látek a provést pokusná pečení. Tato práce tak představuje úvod do dalšího postupu vývoje bezlepkových kvasů s nutričními benefity, který se jeví jako velmi nadějný.

Práce vznikla za podpory projektu Ministerstva zemědělství NAZV QK1910036.

Literatura

- DE VUYST L., VAN KERREBROECK S., HARTH H., HUYS G., DANIEL H.-M., WECKX S. (2014): Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or uniform? *Food Microbiology*, 37, s. 11-29.
- DE VUYST L., HARTH H., VAN KERREBROECK S., LEROY F. (2016): Yeast diversity of sourdoughs and associated metabolic properties and functionalities. *International Journal of Food Microbiology*, 239, s. 26-34.
- HAMMES W.P., BRANDT M.J., FRANCIS K.L., ROSENHEIM J., SETTER M.F.H., VOGELMANN S.A. (2005): Microbial ecology of cereal fermentations. *Trends in Food Science & Technology*, 16, s. 4-11.
- HOUBEN A., HÖCHSTÖTTER A., BECKER T. (2012): Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*, 235, s. 195-208.
- HUI Y.H., MEUNIER-GODDIK L., JOSEPHSEN J., NIP W.-K., STANFIELD P.S. (2004): *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. Boca Raton, CRC Press, 749-760 s.
- CHAVAN R.S., CHAVAN S.R. (2011): Sourdough Technology – A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, s. 169-182.
- MORONI A.V., ARENDT E.K., DAL BELLO F. (2011): Biodiversity of lactic acid bacteria and yeasts in spontaneously-fermented buckwheat and teff sourdoughs. *Food Microbiology*, 28, s. 497-502.
- SIEPMANN F.B., RIPARI V., WASZCZYNSKYJ N., SPIER M.-R. (2018): Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing. *Food and Bioprocess Technology*, 11, s. 242-270.
- SKŘIVAN P., SLUKOVÁ M., JURKANINOVÁ L., ŠVEC I. (2020): Tradice a aktuální trendy využití kvasů v pekárenské technologii. *Výživa a potraviny*, 3, s. 79-84.
- ŠEDIVÝ P., ALBRECHT J. (2014): *Pekařská technologie II., Výroba chleba*. Praha, Pekař a cukrář s.r.o. 27-51 s.
- UREŠOVÁ A., SADÍLKOVÁ M., SLUKOVÁ M., SKŘIVAN P. (2020): Příprava kvasů a kvasových chlebů ze speciálních celozrných mouk. *Výživa a potraviny*, 1, s. 2-5.
- WOLTER A., HAGER A.-S., ZANNINI E., CZRENY M., ARENDT E.K. (2014): Impact of sourdough fermented with *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 on baking and sensory properties of gluten-free breads. *European Food Research and Technology*, 239, s. 1-12.
- ČSN 56 0512-7 (1993): *Metoda zkoušení mlýnských výrobků. Část 7: Stanovení vody*.
- ČSN ISO 2171 (2008): *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich – Stanovení obsahu popela spalováním*.
- ČSN 56 0512-12 (1993): *Metoda zkoušení mlýnských výrobků. Část 12: Stanovení obsahu bílkovin*.
- ČSN 56 0116-10 (1993): *Metoda zkoušení mlýnských výrobků. Část 10: Stanovení titrovatelných kyselin*.
- Narízení Komise (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepků v potravinách spotřebitelům.

Korespondenční autor: Ing. Pavel Skřivan, CSc.,
Ústav sacharidů a cereálií, Technická 5, VŠCHT Praha;
166 28 Praha 6, e-mail: pavel.skřivan@vscht.cz

*Přijato do tisku: 1. 9. 2021
Lektorováno: 21. 9. 2021*