

Hodnotenie kapustovo-cesnakových štiav fermentovaných *Lactobacillus plantarum* CCM 7039

ZLATICA KOHAJDOVÁ - JOLANA KAROVIČOVÁ

SÚHRN. Cieľom práce bolo chemická analýza a senzorické hodnotenie prídavkov cesnakových štiav do kapustovej šťavy inokulovanej *Lactobacillus plantarum* CCM 7039. Šťavy sa fortifikovali D-glukózou a NaCl a fermentovali pri teplote 21 °C počas 168 h. Pre hodnotiteľov bola najpriateľnejšia kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy, v ktorej sa zároveň zistila najvyššia produkcia kyseliny mliečnej a octovej (7,6 g.dm⁻³ resp. 4,2 g.dm⁻³). Analýza hlavných komponentov zredukovala pôvodných 7 analytických parametrov na 2 hlavné komponenty, 9 deskriptorov vône a 11 deskriptorov chuti na 3 resp. na 2 nezávislé komponenty, ktoré vysvetlili 80,5 %; 89,6 % resp. 81,3 % z celkovej variability vstupných údajov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: kapustová šťava; cesnaková šťava; fermentácia; senzorické hodnotenie; analýza hlavných komponentov

Konzervácia potravín baktériami mliečneho kvasenia je založená na využívaní schopností mikroorganizmov produkovať látky (hlavne kyselinu mliečnu), ktoré predlžujú prirodzenú údržnosť potravín [1].

Mliečna fermentácia prebieha za prítomnosti baktérií mliečneho kvasenia, ktoré skvasujú cukor na kyselinu mliečnu s konzervačnými účinkami [2-4]. Pri výbere štartovacích kultúr pre mliečnu fermentáciu sa do úvahy berú nasledujúce parametre: schopnosť substrátu prijať danú štartovaciu kultúru, typ metabolizmu (homofermentatívna, heterofermentatívna fermentácia), rýchlosť produkcie organických kyselín a schopnosť vytvoriť žiaduce senzorické vlastnosti fermentovaného produktu [3].

Dôležitosť tejto konzervačnej metódy v modernej dobe podčiarkuje široké spektrum jej využitia pre svoju cenovú nenáročnosť a tiež pre významné senzorické vlastnosti takto konzervovaných potravín [2-4].

Ing. Zlatica KOHAJDOVÁ, PhD., Doc. Ing. Jolana KAROVIČOVÁ, PhD., Katedra potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Korešpondujúci autor: Ing. Zlatica KOHAJDOVÁ, PhD., e-mail: kohajdova@chtf.stuba.sk

Mliečne fermentované zeleninové výrobky si jednak uchovávajú vysoký podiel ochranných látok pôvodnej suroviny a jednak počas fermentačného procesu je baktériami mliečného kvasenia a inými mikroorganizmami produkovaných veľa zdraviu prospešných zložiek. Vznikajúce látky chuťové a vonné, niektoré antibiotiká a ďalšie látky znižujú riziko vzniku civilizačných ochorení a prispievajú k zdravotnému významu tejto skupiny potravín. V mnohých krajinách sa zvyšuje spotreba mliečne fermentovaných zeleninových štiav. Na ich výrobu je vhodnou surovinou okrem kapusty aj cvikla, mrkva, zeler a paradajky [5].

S-metylmationín, ktorý pôsobí proti riziku vzniku dvanástníkových a žalúdočných vredov je prítomný jednak v čerstvých hlávkach kapusty, v kapustovej šťave, ako aj v kvasenej kapuste. Izotiokyanatany a indoly prítomné v kapuste vykazujú antikarcinogénne účinky. Tieto zlúčeniny chránia pred rakovinou hrubého čreva (allylizotiokyanatan) a rakovinou prsníkov (3-hydroxymetylinol) [5]. 2-fenyilizotiokyanatan redukuje riziko vzniku rakoviny pľúc u fajčiarov [6]. Indol-3-karbinol pôsobí proti rakovine žalúdka, pečene a pľúc. Jeho chemoprotektívny účinok spočíva v pozmenení metabolizmu estrogénu, inhibícii väzbovej aktivity steroidov sprostredkovanú glutathion S-transferázou a tiež pôsobí ako zneškodňovač voľných radikálov [7].

Cesnak (*Allium sativum*) má baktericídne, antibiotické a fungicídne vlastnosti [7]. Fytoncíd cesnaku allicín (diallyltiosulfinát) veľmi účinne inhibuje rozvoj mnohých mikroorganizmov konkurujúcich mliečnej fermentácii, ale laktobacilom neškodí [8].

Allicín sa vytvára v cesnaku po rozrušení pletív účinkom enzýmu allináza na aminokyselinu alliín (S(+)-allyl-L-cysteínsulfoxid) [9]. Cesnak obsahuje niektoré medicínsky účinné zlúčeniny, ktoré znižujú hladinu LDL cholesterolu (lipoproteínová frakcia s nízkou hustotou), pôsobia antioxidantne a antitromboticky [10]. Konzumácia jedného strúčiku cesnaku denne znižuje hladinu LDL cholesterolu o 10 % [6]. Antioxidačný účinok cesnakového extraktu je založený na skutočnosti, že cesnakový extrakt zvyšuje hladinu bunkových antioxidačných enzýmov (superoxiddizmutáza, kataláza, glutathionperoxidáza) a zneškodňuje reaktívne druhy kyslíka [10]. Diallyldisulfid a diallylsulfid sú bioaktívne zložky cesnaku vykazujúce antikarcinogénne účinky. Tieto zlúčeniny stimulujú glutathion-S-transferázovú aktivitu pečene. Glutathion-S-transferáza sa naväzuje na potenciálne karcinogény a tým ich detoxikuje. Diallylsulfid potláča tiež počiatočnú fázu karcinogenézy redukciou tvorby polyamínov tým, že inhibuje ornitín dekarboxylázu [6].

Cieľom práce bolo porovnať fermentácie kapustových štiav s rôznym prídavkom cesnakovej šťavy. Šťavy sa fermentovali *Lactobacillus plantarum*

CCM 7039 pri teplote 21 °C počas 168 h. V priebehu fermentácie sa sledovali zmeny analytických a senzorických parametrov a získané výsledky sa vyhodnotili metódou analýzy hlavných komponentov.

Materiál a metódy

Použité vzorky

V experimente sa použila biela hlávková kapusta a cesnak z maloobchodnej siete bez viditeľného mechanického a mikrobiologického poškodenia. Surovina sa pred spracovaním chladiarensky skladovala pri teplote (4 ± 1) °C. Kapusta sa po odstránení vrchných listov a hlúbu narezala na prúžky a odšťavila na kuchynskom odšťavovači. Z cesnaku sa odstránili šupky a lisovaním sa z neho získala šťava. Do kapustovej šťavy sa pridávalo:

- 0,05 % cesnakovej šťavy - tieto vzorky sa označili ako CEK3,
- 0,1 % cesnakovej šťavy - tieto vzorky sa označili ako CEK,
- 0,2 % cesnakovej šťavy - tieto vzorky sa označili ako CEK2.

Pripravená šťava sa prefiltrovala cez gázu a fortifikovala prídavkom 2 % D-glukózy a 0,5 % NaCl. Šťavy boli naočkované kultúrou mliečnych baktérií *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 s koncentráciou 10^6 KTJ.ml⁻¹ šťavy. Takto upravené šťavy sa rozliali do 250 cm³ baniek, uzavreli sterilnými zátkami a fermentovali v termostate pri 21 °C počas 168 hodín. V priebehu fermentácie sa v nami stanovených časových intervaloch odoberali vzorky na analytické stanovenie a senzorické hodnotenie.

Kultivácia mikroorganizmov

Lactobacillus plantarum CCM 7039 (Česká sbírka mikroorganizmů, Brno, Česká republika) sa pomnožil v LS-bujóne (LS - *Lactobacillus* selektívny bujón, Imuna, š. p., Šarišské Michaľany), ktorý sa pripravil podľa návodu výrobcu. Pôda sa sterilizovala 20 minút pri 121 °C. Kultúra sa inokulovala v LS-bujóne pri 37 °C počas 16–18 hodín, rozotrela na Petriho miskách s LS-agarom (LS - bujón s prídavkom 1,35 % španielskeho agaru) a inkubovala pri 37 °C 48 hodín. Kmeň sa uchovával na LS-agare pri 5 °C a kultúra sa raz za mesiac preočkovávala.

Chemické analýzy

- Stanovenie pH - Conductometer type OK-104 (Radelkis, Budapešť, Maďarsko)
- Stanovenie titračnej kyslosti [11]

- Stanovenie redukujúcich cukrov podľa Schoorla [11]
- Stanovenie kyseliny L-askorbovej benzénovou modifikáciou [11] - Zeiss Specol 11 VEB (Carl Zeiss, Jena, Nemecko)
- Stanovenie organických kyselín izotachoforézou [12, 13].

Izotachoforetické merania sa uskutočnili na izotachoforetickom analyzátoe s technikou spájania kolón ZKI 01 (Villa Labeco, Spišská Nová Ves) vybaveným vodivostným detektorom a dvojlíniovým zapisovačom TZ 4200 (výrobca Laboratorní přístroje, Praha, Česká republika).

Na stanovenie organických kyselín bol použitý elektrolytický systém tohto zloženia:

vodiaci elektrolyt:

HCl	$10^{-2} \text{ mol.dm}^{-3}$
protiión	kyselina 6-aminokaprónová
aditívum	MHEC (metylhydroxyetylcelulóza)
pH	4,25

zakončujúci elektrolyt:

kyselina kaprónová	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}$
--------------------	---------------------------------------

Prúd v predseparačnej kolóne $300 \mu\text{A}$.

Výber senzorických metód [12, 13]

Pri hodnotení vzhľadu vzoriek boli najdôležitejšími ukazovateľmi: farba, zákal, sediment a celkový vzhľad. Zákal (1 - nezakalená vzorka, 5 - silne zakalená vzorka) a farba sa hodnotili 5-bodovou intenzitnou stupnicou. Celkový vzhľad sa hodnotil 5-bodovou stupnicou (1 - nevyhovujúci, 5 - vynikajúci). Pri hodnotení chuti a vône vzoriek sa celkový vnem rozložil na jednotlivé pocity (deskriptory). Na hodnotenie sa použili 100 mm grafické neštrukturované úsečky s popisom krajných bodov (maximálna, resp. minimálna intenzita daného deskriptora). Príjemnosť chuti a vône a celková chutnosť štiav sa hodnotili 100 mm intenzitnou neštrukturovanou úsečkou s popisom krajných bodov (intenzita 0 až 100 %).

Vyhodnotenie výsledkov

Na vyhodnotenie výsledkov chemických analýz a senzorického hodnotenia štiav sa použila analýza hlavných komponentov (PCA), ktorá patrí medzi multivariačné štatistické metódy. Dátové matice typu 24 x 7 (výsledky chemických analýz všetkých štiav spolu), typu 8 x 7 (výsledky chemických analýz jednotlivých štiav), typu 24 x 11 (výsledky hodnotenia chuti) a typu 24 x 9 (výsledky hodnotenia vône) sa analyzovali použitím programu SGWIN (Statgraphics Plus) pre Windows, verzia 1.4 (Statistical Group Corporation, Maryland, USA).

Výsledky a diskusia

V priebehu fermentačného procesu sa v šťavách sledovali analytické (pH, titračná kyslosť, redukujúce sacharidy, kyselina mliečna, kyselina octová, kyselina citrónová a kyselina L-askorbová) a senzorické parametre (vzhľad, farba, zákal, sediment, vôňa, chuť, príjemnosť vône, príjemnosť chute a celková chutnosť).

Na začiatku fermentácie mali jednotlivé šťavy pH: 6,35 (CEK), 5,4 (CEK2), 5,15 (CEK3). Titračná kyslosť sa pohybovala od 0,15 % do 0,25 % (prepočítané na kyselinu mliečnu) a obsah redukujúcich sacharidov od 6,48 % do 6,95 % (obsah redukujúcich sacharidov vo vzorke +2% prídavok D-glukózy). Surovina obsahovala 299,76 až 319,85 mg.dm⁻³ kyseliny L-askorbovej, 0,44 až 0,96 g.dm⁻³ kyseliny mliečnej, 0,32 až 0,48 g.dm⁻³ kyseliny octovej a 3,22 až 4,03 g.dm⁻³ kyseliny citrónovej.

Počas fermentácie štiav došlo vo všetkých šťavách k poklesu pH a redukujúcich sacharidov, nárastu titračnej kyslosti, k produkcii kyseliny mliečnej a octovej mliečnymi baktériami, k odbúraniu kyseliny citrónovej a k degradácii kyseliny L-askorbovej.

Na konci fermentácie (168 h) mali šťavy pH: 3,95 (CEK), 4,05 (CEK2) a 3,70 (CEK3). Najvyšší pokles pH (1,6-násobný pokles) a nárast titračnej kyslosti (6-násobný nárast) bol zaznamenaný v kapustovej šťave s prídavkom 0,5 % cesnakovej šťavy (CEK).

Vzhľadom na to, že kyselina L-askorbová je ukazovateľom šetrnosti technologického procesu, bol sledovaný aj obsah tejto kyseliny. Čo sa týka degradácie kyseliny L-askorbovej, na konci fermentácie sa zachovalo 62 % (CEK), 79 % (CEK2), resp. 83,6 % (CEK3) z pôvodného obsahu tejto kyseliny. Najmenej kyseliny L-askorbovej sa zachovalo v šťave, ktorá vykazovala na začiatku fermentácie najvyššie pH (CEK, pH 6,35).

Na obr. 1 je znázornená produkcia kyseliny mliečnej v priebehu fermentácie kapustovo-cesnakových štiav. Najvyššia produkcia tejto kyseliny bola zaznamenaná v kapustovej šťave s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy: 7,63 g.dm⁻³. Najvyšší nárast v obsahu kyseliny mliečnej bol zistený medzi 48. a 72. h fermentácie (4,2-násobný nárast). Kapustové šťavy s prídavkom 0,05 %, resp. 0,2 % cesnakovej šťavy obsahovali na konci fermentácie 6,45 g.dm⁻³, resp. 5,26 g.dm⁻³ (120 až 168 h fermentácie) kyseliny mliečnej. V týchto šťavách došlo k najväčšiemu nárastu v obsahu tejto kyseliny medzi 0. a 24. h fermentácie (3,4 resp. 2,4-násobný nárast).

Na obr. 2 je znázornená produkcia kyseliny octovej v priebehu fermentácie kapustovo-cesnakových štiav. Najviac kyseliny octovej bolo produkovanej v kapustovej šťave s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy: 4,17 g.dm⁻³.

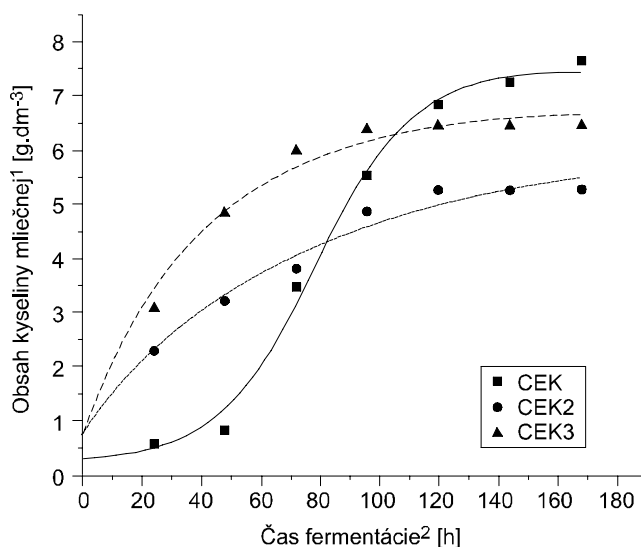
Najvyšší nárast v obsahu kyseliny octovej bol zistený medzi 48 a 72 h fermentácie (5,8-násobný nárast). Kapustové šťavy s prídavkom 0,05 % resp. 0,2 % cesnakovej šťavy obsahovali na konci fermentácie 0,64 g.dm⁻³ resp. 0,74 g.dm⁻³ (72 až 168 h fermentácie) kyseliny octovej. Najväčší nárast v obsahu tejto kyseliny bol zistený medzi 0 a 24 h fermentácie (21,9 % resp. 70,3 % nárast).

Obsah kyseliny citrónovej na konci fermentácie predstavoval 0,98 až 1,43 g.dm⁻³. Najväčší pokles v obsahu tejto kyseliny bol zaznamenaný medzi 48. a 72. h fermentácie (CEK, 39,5% pokles), resp. medzi 0. a 24. h fermentácie (CEK3 a CEK2, 37,9% resp. 33,4% pokles).

Priebeh závislostí na obr. 1 a 2 sa vyjadril pomocou vypočítanej krivky spracovanej v programe Origin 3.5 (Microcal Software, Northampton, USA) (Gompertzova funkcia):

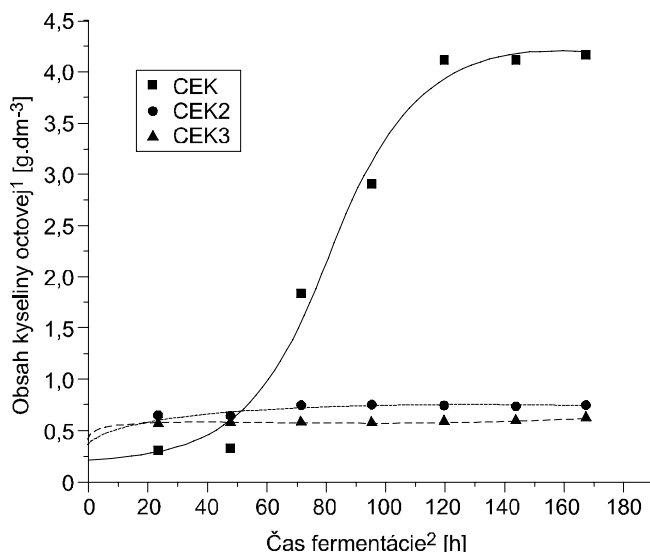
$$y = A + C e^{-e^{-B(x-M)}}$$

kde A je počiatočný obsah kyseliny mliečnej, resp. octovej v g.dm⁻³, C je



OBR. 1. Obsah kyseliny mliečnej v priebehu fermentácie kapustovo-cesnakových štiav. CEK - 0,1 % prídavok cesnakovej šťavy, CEK2 - 0,2 % prídavok cesnakovej šťavy, CEK3 - 0,05 % prídavok cesnakovej šťavy.

FIG. 1. Content of lactic acid during the course of fermentation of cabbage-garlic juices. CEK - 0.1% addition of garlic juice, CEK2 - 0.2% addition of garlic juice, CEK3 - 0.05 % addition of garlic juice.



OBR. 2. Obsah kyseliny octovej v priebehu fermentácie kapustovo-cesnakových štiav. CEK - 0,1 % prídavok cesnakovej šťavy, CEK2 - 0,2 % prídavok cesnakovej šťavy, CEK3 - 0,05 % prídavok cesnakovej šťavy.

FIG. 2. Content of acetic acid during the course of fermentation of cabbage-garlic juices. CEK - 0.1% addition of garlic juice, CEK2 - 0.2% addition of garlic juice, CEK3 - 0.05 % addition of garlic juice.

maximálny obsah kyseliny mliečnej, resp. octovej v g.dm^{-3} , B je dotyčnica krivky v bode M (rýchlosť rastu v exponenciálnej fáze) a M je čas v h, v ktorom špecifická rýchlosť nárastu obsahu kyseliny mliečnej, resp. octovej dosiahla maximum [14].

Parametre vypočítaných kriviek pre jednotlivé šťavy sú uvedené v tab. 1. Špecifická rýchlosť nárastu obsahu produktu V_P ($\text{g.dm}^{-3}.\text{h}^{-1}$) sa vypočítala podľa vzťahu:

$$V_P = BC/e$$

Pri senzorickom hodnotení štiav sa pozornosť sústredila na hodnotenie sedimentu, zákalu, farby, vzhľadu, chuti, vône, príjemnosti vône a chuti a celkovej chutnosti. Pri hodnotení vône sa použili nasledujúce deskriptory: sladká, kyslá, kapustová, ostrá, štiplavá, zapáchajúca, sladkokyslá, cesnaková a kapustovo-cesnaková. Pri hodnotení chuti sa použili nasledujúce deskriptory: sladká, kyslá, kapustová, slaná, štiplavá, horká, ostrá, harmonická, slad-

TAB. 1. Parametre vypočítaných kriviek pre jednotlivé šťavy.

TAB. 1. Parameters of fitting curves for individual juices.

Vzorka ¹	Kyselina ²	V _P [g.dm ⁻³ .h ⁻¹]	C [g.dm ⁻³]	M [h]
kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy ³	mliečna	0,1150	9,7351	8,5275
	octová	0,0067	0,1421	0,7646
kapustová šťava s prídavkom 0,10 % cesnakovej šťavy ⁴	mliečna	0,1159	7,1592	61,5614
	octová	0,0692	3,9955	64,0529
kapustová šťava s prídavkom 0,20 % cesnakovej šťavy ⁵	mliečna	0,0491	5,8764	2,3983
	octová	0,0127	0,2977	12,0664

V_P - špecifická rýchlosť nárastu obsahu kyseliny mliečnej, resp. kyseliny octovej, C - maximálny obsah kyseliny mliečnej, resp. kyseliny octovej, M - čas, v ktorom špecifická rýchlosť nárastu obsahu kyseliny mliečnej, resp. kyseliny octovej, dosiahla maximum.

V_P - specific growth rate of increase of product, C - maximal content of lactic acid or acetic acid, M - time in which specific growth rate of lactic acid content, resp. acetic acid content reached maximum. 1 - sample, 2 - acid, 3-5 - cabbage juice with addition of 0.05 %; 0.10 %, resp. 0.20 % of garlic juice.

kokyslá, cesnaková a kapustovo-cesnaková.

Vzhľadom na to, že hlavným cieľom senzorickej analýzy bolo určiť šťavu, ktorá by bola najpriateľnejšia pre spotrebiteľa, smerodajným ukazovateľom pri senzorickej hodnotení bola harmonická chuť. Najvyššia intenzita harmonickej chuti, príjemnosti vône, príjemnosti chuti a celkovej chutnosti sa u všetkých štiav dosiahla v 72. h fermentácie. V tejto hodine fermentácie boli šťavy stredne (kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy) alebo silnejšie zakalené (kapustová šťava s prídavkom 0,05 %, resp. 0,2 % cesnakovej šťavy). Kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy mala svetložltú farbu a postačujúci vzhľad. Kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy mala krémovo žltú farbu a typický vzhľad. Kapustová šťava s prídavkom 0,2 % cesnakovej šťavy mala krémovo oranžovo hnedú farbu a vyhovujúci vzhľad. Vo všetkých šťavách sa pozorovala prítomnosť sedimentu.

V tab. 2 je uvedená intenzita harmonickej chuti (% zo stupnice), príjemnosť vône a chuti a celková chutnosť pre kapustovo-cesnakové šťavy v 72. h fermentácie.

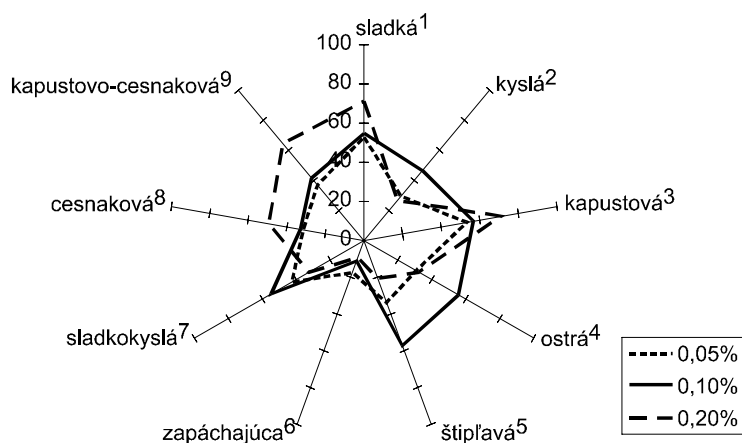
Z tab. 2 vyplýva, že pre spotrebiteľa bola najpriateľnejšia kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy. Na obr. 3 a 4 sú znázornené grafické diagramy senzorickeho profilu vône resp. chuti kapustovo-cesnakových štiav v 72. h fermentácie (najvyššia intenzita harmonickej chuti). V tejto hodine fermentácie sa jednotlivé šťavy od seba najviac líšili intenzitou kapustovo-

TAB. 2. Intenzita harmonickej chuti, príjemnosť vône a chuti a celková chutnosť kapustovo-cesnakových štiav v 72. h fermentácie.

TAB. 2. Intensity of harmonic taste, acceptance of odour and taste and flavour for cabbage-garlic juices in the 72. h of fermentation.

Vzorka ¹	Intenzita harmonickej chuti ²	Príjemnosť vône ³	Príjemnosť chuti ⁴	Celková chutnosť ⁵
	[% zo stupnice]			
kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy ⁶	63,5	87,5	49,7	61,5
kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy ⁷	73,5	91,0	75,0	84,5
kapustová šťava s prídavkom 0,2 % cesnakovej šťavy ⁸	62,6	34,4	44,4	38,0

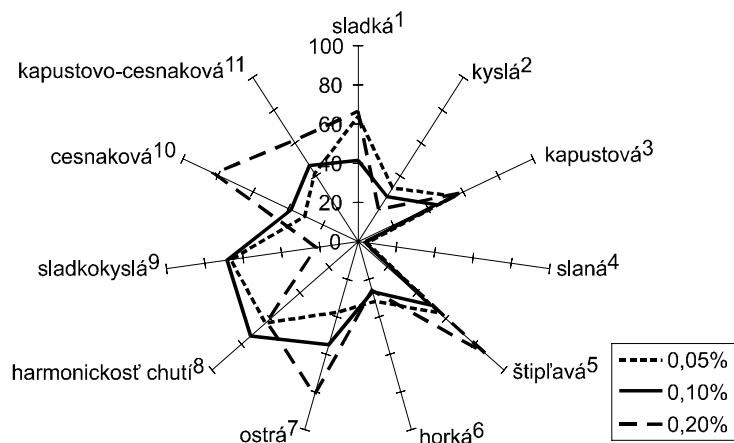
1 - sample, 2 - intensity of harmonic taste, 3 - acceptance of odour, 4 - acceptance of taste, 5 - flavour, 6–8 - cabbage juice with addition of 0.05 %; 0.10 % and 0.20 % of garlic juice, respectively.



OBR. 3. Grafický diagram senzoričného profilu vône fermentovaných kapustovo-cesnakových štiav.

FIG. 3. Graphical plot of sensory profile of odour of the lactic acid fermented cabbage-garlic juices.

1 - sweet, 2 - acidic, 3 - cabbage-like, 4 - hot, 5 - spicy, 6 - smell, 7 - sweet-acidic, 8 - garlic-like, 9 - cabbage-garlic-like.



OBR. 4. Grafický diagram senzorického profilu chuti fermentovaných kapustovo-cesnakových štiav.

FIG. 4. Graphical plot of sensory profile of taste of the lactic acid fermented cabbage-garlic juices.

1 - sweet, 2 - acidic, 3 - cabbage-like, 4 - salt, 5 - spicy, 6 - bitter, 7 - hot, 8 - harmonic taste, 9 - sweet-acidic, 10 - garlic-like, 11 - cabbage-garlic-like.

cesnakovej, štiplavej a ostrej vône a intenzitou cesnakovej, ostrej a štiplavej chuti.

Predpokladom zvýšenej spotreby mliečne fermentovaných zeleninových výrobkov je účinná propagácia a vybudovanie systému rýchlej distribúcie bez konzervačných zákrokov, zabezpečenie rovnomernej dodávky mliečne fermentovaných zeleninových výrobkov s novými akostnými znakmi [5].

Vyhodnotenie výsledkov analýz metódou PCA

Analytické parametre

PCA zredukovala pôvodných 7 analytických premenných kapustovo-cesnakových štiav na 2 hlavné komponenty, ktoré vysvetlili spolu 80,5 % z celkovej variability vstupných údajov (PC1 64,5 % a PC2 ďalších 16 %), pričom prvý hlavný komponent (PC1) najlepšie popisoval premenné: kyselina mliečna (hlavný produkt mliečnej fermentácie), titračná kyslosť a pH štiav. Druhý hlavný komponent (PC2) najlepšie popisoval premennú: redukujúce sacharidy.

Vynechaním premennej, ktorá bola komponentom PC1 popísaná najmänej (redukujúce sacharidy), sa vyextrahoval jeden hlavný komponent, ktorý

vysvetlil 75,2 % z celkovej variability výsledkov. Zvýšilo sa teda percento rozptylu vysvetleného komponentom PC1 (takmer 11% zvýšenie). Komponent PC1 predstavuje lineárnu kombináciu pôvodných premenných a jeho matematické znázornenie je nasledovné:

$$PC1 = 0,3292AC - 0,4037AS - 0,3889CI + 0,4540LA - 0,4157pH + 0,4455TK$$

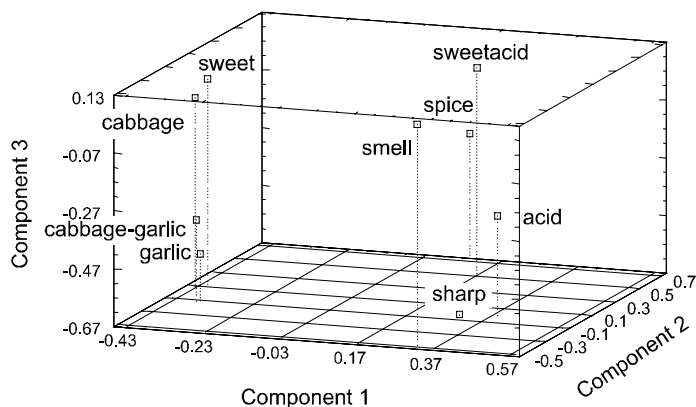
kde AC je kyselina octová, AS je kyselina L-askorbová, CI je kyselina citrónová, LA je kyselina mliečna a TK je titračná kyslosť. Číselné údaje v rovnici predstavujú jednotlivé saturácie daného hlavného komponentu a použité skratky predstavujú jednotlivé analytické parametre.

V prípade, ak sa PCA aplikovala na jednotlivé šťavy, sa v každom prípade vyextrahoval jeden hlavný komponent, ktorý vysvetlil 96 % (kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy, všetky premenné boli vysvetlené takmer na identickej úrovni), 80 % (kapustová šťava s prídavkom 0,2 % cesnakovej šťavy, v tomto prípade PC1 takmer vôbec nevysvetlil premennú redukujúce cukry) resp. 91 % (kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy, všetky premenné boli vysvetlené takmer na identickej úrovni) z celkovej variability vstupných údajov. Môže sa teda konštatovať, že premenná redukujúce sacharidy (došlo k najnižšiemu odbúraniu redukujúcich sacharidov zo všetkých štiav) v prípade kapustovej šťavy s prídavkom 0,2 % cesnakovej šťavy prispievala k zníženiu percenta vysvetleného rozptylu.

Senzorické parametre

Hodnotenie vône

PCA zredukovala pôvodných 9 deskriptorov vône na tri nezávislé komponenty, ktoré vysvetlili spolu 89,6 % z celkovej variability vstupných údajov (PC1 61,4 %, PC2 16,8 % a PC3 11,4 %). Na obr. 5 sú znázornené saturácie premenných v osiach prvých troch hlavných komponentov. Z obr. 5 vidieť, že prvý hlavný komponent najlepšie vysvetlil premenné: kapustová, sladká, kyslá kapustovo-cesnaková a cesnaková (hodnoty saturácií medzi $\pm 0,35$ až $\pm 0,42$), druhý hlavný komponent vysvetlil premenné štiplavá a sladkokyslá (hodnoty saturácií 0,67, resp. 0,51) a tretí hlavný komponent vysvetlil premennú ostrá (hodnota saturácie 0,66). V prípade, keď sa ponechali len premenné najlepšie vysvetlené komponentom PC1, vyextrahoval sa jeden hlavný komponent, ktorý vysvetlil 86,6 % z celkovej variability vstupných údajov. Došlo teda k redistribúcii rozptylu vysvetľovaného týmto hlavným komponentom (zvýšenie o 25 %). Môže sa teda konštatovať, že použitím premenných, ktoré najlepšie vysvetlil komponent PC1, je variabilita vstupných údajov dostatočne vysvetlená.



OBR. 5. Vynesenie skóre vzoriek kapustovo-cesnakových štiav v osiach prvých troch hlavných komponentov.

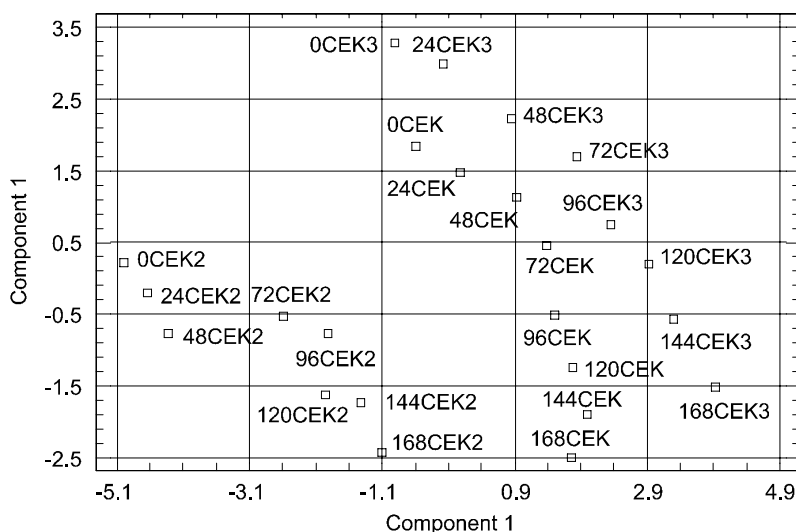
FIG. 5. Plotted score of samples in axes of first three principal components.

Hodnotenie chuti

PCA zredukovala pôvodných 11 deskriptorov chuti na dva nezávislé komponenty, ktoré vysvetlili spolu 81,3 % z celkovej variability vstupných údajov (PC1 56,7 % a PC2 24,6 %). Prvý hlavný komponent najlepšie vysvetlil premenné cesnaková, kapustovo-cesnaková, korenistá a sladkokyslá (hodnoty saturácií medzi $\pm 0,33$ až $0,38$) a druhý hlavný komponent premenné kapustová, ostrá a sladká (hodnoty saturácií medzi $\pm 0,40$ až $\pm 0,49$). Z obr. 6 vidieť, že PCA rozdelila vzorky štiav do 7 skupín, pričom jednotlivé skupiny sa vyznačovali nasledujúcimi vlastnosťami:

- skupina A obsahovala vzorky 0CEK2 až 48CEK2 (kapustová šťava s prídavkom 0,2 % cesnakovej šťavy v 0. až 48. h fermentácie), ktoré sa vyznačovali najvyššou intenzitou sladkej chuti (73,6 až 87,7 % zo stupnice) a najnižšou intenzitou harmonickej a sladkokyslej chuti (9,1 až 9,8 % zo stupnice, resp. 7,2 až 10,2 % zo stupnice),
- skupina B obsahovala vzorky 0CEK3 a 24CEK3 (kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy v 0. a 24. h fermentácie), ktoré sa vyznačovali najvyššou intenzitou kyslej chuti na začiatku fermentácie (12,3 až 15,7 % zo stupnice),
- skupina C obsahovala vzorky 72CEK2 až 168CEK2 (kapustová šťava s prídavkom 0,2 % cesnakovej šťavy v 72. až 168. h fermentácie), u ktorých

- sa dosiahla najnižšia intenzita kyslej chuti (19,4 až 50,2 % zo stupnice),
- skupina D obsahovala vzorky 0CEK až 72CEK (kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy v 0. až 72. h fermentácie), ktoré sa vyznačovali najvyššou intenzitou harmonickej chuti (41,3 až 73,5 % zo stupnice),
 - skupina E obsahovala vzorky 96CEK až 168CEK (kapustová šťava s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy v 96. až 168. h fermentácie), ktoré sa vyznačovali najnižšou intenzitou sladkej chuti (28 až 38,3 % zo stupnice) a najvyššou intenzitou kyslej chuti (48,7 až 91,8 % zo stupnice),
 - skupina F obsahovala vzorky 48CEK3 až 96CEK3 (kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy v 48. až 96. h fermentácie), ktoré sa vyznačovali najnižšou intenzitou cesnakovej (27,8 až 34,2 % zo stupnice) a ostrej chuti (31,4 až 44,2 % zo stupnice),
 - skupina G obsahovala vzorky 120CEK3 až 168CEK3 (kapustová šťava s prídavkom 0,05 % cesnakovej šťavy v 120. až 168. h fermentácie), ktoré sa v posledných hodinách fermentácie vyznačovali najvyššou intenzitou sladkej (38,2 až 51,7 % zo stupnice) a horkej chuti (38,5 až 44,3 % zo stupnice).



OBR. 6. Vynesenie saturácií premenných (deskriptory vône) v osiach prvých troch hlavných komponentov.

FIG. 6. Plot of the component weights of variables (odour descriptors) in axes of first three principal components.

Záver

Z výsledkov vyplýva, že v kapustovej šťave s prídavkom 0,1 % cesnakovej šťavy inokulovanej *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 dochádzalo v priebehu fermentácie k najväčšej produkcii kyseliny mliečnej a octovej (hlavné produkty mliečnej fermentácie): 7,63 g.dm⁻³, resp. 4,17 g.dm⁻³ a zo senzorického hľadiska bola najpriateľnejšia pre hodnotiteľov, intenzita celkovej chutnosti tejto šťavy predstavovala 84,5 % zo stupnice. Na základe týchto skutočností sa teda môže odporučiť prídavok 0,1 % cesnakovej šťavy do kapustovej šťavy. Príprava štiav tohto typu sa zvolila aj vzhľadom na skutočnosť, že mliečne fermentované zeleninové šťavy vyrobené na báze bielej hlávkovej kapusty a cesnaku obsahujú veľké množstvo zdraviu prospešných látok, ako sú vitamíny, minerálne látky, vláknina a zlúčenín s antirakovinovým účinkom (izotiokyanatany, indoly, diallyldisulfidy, diallylsulfidy). Okrem toho cesnak obsahuje aj medicínsky účinné látky, ktoré vykazujú antioxidačné a antitrombotické účinky.

Literatúra

1. KAROVIČOVÁ, J. - GREIF, G. - ŠIMÚTH, T.: Senzorické hodnotenie mliečne fermentovaných zeleninových štiav. Bulletin potravinárskeho výskumu, 36, 1997, č. 2, s. 51-61.
2. KAŠČÁK, S. J.: Ako konzervovať ovocie, zeleninu, mäso. Bratislava : ALFA, 1989. 352 s.
3. HOLZAPFEL, W. H.: Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. International Journal of Food Microbiology, 75, 2002, s. 197-212.
4. BIACS, P. : Fermentované potraviny. Bulletin potravinárskeho výskumu, 25, 1986, č. 1, s. 1-13.
5. KOPEC, K.: Jakost mléčné kvašené zeleniny. Výživa a potraviny, 3, 2000, s. 93-94.
6. KRIS-ETHERTON, P. M. - HECKER, K. D. - BONANOME, A. - COVAL, S. M. - BINKOSKI, E. - HILPERT, F. - GRIEL, A. E. - ETHERTON, T. D.: Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. The American Journal of Medicine, 113, 2002, č. 9, s. 71-80.
7. LEE, B. M. - PARK, K. K.: Beneficial and adverse effects of chemoprotective agents. Mutation Research, 523/524, 2003, s. 265-278.
8. KYZLINK, V.: Základy konzervace potravin. Praha : SNTL, 1980. 516 s.
9. BOCCHINI, P. - ALDALO, C. - POZZI, R. - GALLETTI, G. C. - ANTONELLI, A.: Determination of diallyl thiosulfinate (allicin) in garlic (*Allium sativum* L.) by high-performance liquid chromatography with a post-column photometrical reactor. Analytica Chimica Acta, 441, 2001, s. 37-43.
10. QI, R. - WANG, Z.: Pharmacological effects of garlic extract. Trends in Pharmacological Sciences, 24, 2003, č. 2, s. 62.
11. PRÍBELA, A.: Analýza potravín. Cvičenia. Bratislava : Edičné stredisko SVŠT, 1987. 394 s.
12. KAROVIČOVÁ, J. - GREIF, G. - KOHAJDOVÁ, Z. - HYBENOVÁ, E.: Využitie multivariačnej analýzy pri hodnotení mliečne fermentovaných zeleninových štiav. Bulletin potravinárskeho výskumu, 40, 2001, č. 2, s. 119-131.

13. KAROVIČOVÁ, J. - KOHAJDOVÁ, Z. - HYBENOVÁ, E. - GREIF, G. - LUKÁČOVÁ, D.: Hodnotenie zeleninových štiav fermentovaných baktériami mliečneho kysnutia. Bulletin potravinárskeho výskumu, 40, 2001, č. 4, s. 285-299.
14. CENKOWSKI, S. - BLANK, G. - CHUNG-LEWIS, M.: Modelling of *Listeria monocytogenes* growth in pre-sterilized ground beef as affected by fat content, temperature, and atmosphere. Canadian Biosystems Engineering, 44, 2002, s. 311-316.

Do redakcie došlo 9.6.2003.

Evaluation of cabbage-garlic juices fermented by *Lactobacillus plantarum* CCM 7039

KOHAJDOVÁ, Z. - KAROVIČOVÁ, J.: Bull. potrav. Výsk., 42, 2003, p. 107-121.

SUMMARY. The purpose of this work was analytical and sensory evaluation of additions of garlic juices into the cabbage juice inoculated by *Lactobacillus plantarum* CCM 7039. Juices were fortified by D-glucose and NaCl and fermented at 21 °C during 168 h. The cabbage juice with the addition of 0.1 % of garlic juice was found as the most acceptable for assessors and was also found to contain the highest concentrations of lactic and acetic acids (7.63 g.dm⁻³ and 4.17 g.dm⁻³). Principal component analysis reduced the original 7 analytical parameters to 2 principal components, 9 odour and 11 taste descriptors to 3 and 2 independent components, respectively, which explained 80.5 %; 89.6 % and 81.3 % from the total variance of entering data, respectively.

KEYWORDS: cabbage juice; garlic juice; fermentation; sensory evaluation; principal component analysis