

Fermentácia paradajkových štiav

ZLATICA KOHAJDOVÁ - JOLANA KAROVIČOVÁ - DRAHOMÍRA LUKÁČOVÁ
- MÁRIA GREIFOVÁ - MARIANA NUSOVÁ

SÚHRN. Paradajkové šťavy sa preskúšali na prípravu mliečne fermentovaných štiav. Šťavy sa inokulovali *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 a fermentovali pri 21 °C 168 h. Na základe výsledkov získaných z hodnotenia analytických a senzorických parametrov sa odporučilo pre prípravu takéhoto druhu štiav použiť 100% paradajkovú šťavu s refraktometrickou sušinou 5,5 % a ukončiť fermentačný proces v 72 h fermentácie. Avšak vzhľadom na vysoké pH (5,1) a nízky obsah kyseliny mliečnej (4,84 g.dm⁻³) odporúča sa použiť ako dopĺňujúci konzervačný prostriedok pasterizáciu vykvasenej šťavy.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: paradajková šťava; fermentácia; *Lactobacillus plantarum*; analýza hlavných komponentov; senzorická analýza

Fermentácia potravín je žiaduci proces biochemickej modifikácie primárnych potravinových produktov, pričom hlavnú úlohu v nej zohrávajú mikroorganizmy a ich enzýmy. Fermentácia zlepšuje vôňu a chuť, predlžuje trvanlivosť a zvyšuje výživovú hodnotu takto upravených produktov [1].

Výroba fermentovaných produktov má v Európe dlhú tradíciu a je jej venovaná náležitá pozornosť. Hlavným cieľom výrobcov je vyrobiť hygienicky bezpečný produkt s vysokou výživovou hodnotou [2]. Konzumácia mliečne fermentovaných výrobkov sa zvýšila hlavne po roku 1970. Hlavnou príčinou zvýšenej spotreby týchto výrobkov bol zvyšujúci sa dopyt po zdraví prospešných a prírodných produktoch [3].

Pre mliečne fermentované zeleninové výrobky je charakteristický obsah kyseliny mliečnej so súčasne zníženým obsahom sacharidov a tiež obsah živých baktérií mliečneho kvasenia. Priaznivé zdravotné účinky má jednak kyselina L-mliečna, a tiež baktérie mliečneho kvasenia, ktoré sú schopné kolonizovať tráviaci trakt konzumenta a eliminovať prípadnú nežiaducu

Ing. Zlatica KOHAJDOVÁ, Doc. Ing. Jolana KAROVIČOVÁ, PhD., Ing. Drahomíra LUKÁČOVÁ, Ing. Mária GREIFOVÁ, PhD., Ing. Mariana NUSOVÁ, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Katedra potravinárskej technológie, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.
Korešpondujúci autor: Ing. Zlatica KOHAJDOVÁ, e-mail: kohajdova@chtf.stuba.sk

mikroflóru [4]. Predpokladom ich zvýšenej spotreby je účinná propagácia týchto výrobkov a vybudovanie systému rýchlej distribúcie bez konzervačných zákrokov, zaisťujúcej rovnomerné dodávky mliečne fermentovaných zeleninových výrobkov s novými kvalitatívnymi znakmi a so zachovávaním živých, zdraviu prospešných mikroorganizmov [5].

Najvhodnejšími surovinami na výrobu mliečne fermentovaných zeleninových štiav sú čínska kapusta, kapusta, paradajky a mrkva, vzhľadom na to, že obsahujú viac fermentovateľných sacharidov ako ostatná zelenina [6], ďalšími surovinami sú cvikla a zeler [7].

Cieľom práce bolo:

1. použiť 100% paradajkové šťavy dostupné na našom trhu na prípravu mliečne fermentovaných paradajkových štiav,
2. porovnať priebeh fermentácie týchto štiav s kontrolnou vzorkou (mliečne fermentovaná paradajková šťava pripravená z čerstvých paradajok),
3. v priebehu fermentácie sledovať zmeny vybraných analytických a senzorkých ukazovateľov a vybrať šťavu najvhodnejšiu pre hodnotiteľov.

Materiál a metódy

Použité vzorky

Čerstvé paradajky a 100% paradajkové šťavy sa zakúpili v maloobchodnej sieti. Čerstvé paradajky sa po umytí narezali na štvrtky, ktoré sa potom odšťavili (šťava z čerstvých paradajok - vzorka P). V experimente sa použili nasledujúce 100% paradajkové šťavy: 1R, 2R a PK. Podľa údajov na obaloch boli šťavy pasterizované a bez chemickej konzervácie. Výrobca šťavy PK uvádzal, že daná šťava obsahuje soľ. Výrobca šťavy 2R uvádzal, že šťava

TAB. 1. Charakterizácia vzoriek paradajkových štiav.
TAB. 1. Characterisation of the samples of tomato juices.

Vzorka ¹	Krajina pôvodu ²	Refraktometrická sušina ³ [%]	pH	Redukujúce sacharidy ⁴ [g.dm ⁻³]	Titračná kyslosť ⁵ [g.dm ⁻³]	Kyselina L-askorbová ⁶ [mg.dm ⁻³]
1R	Slovensko	5,50	4,50	34,20	1,54	276,77
2R	Slovensko	6,25	4,45	22,00	0,97	271,23
PK	Maďarsko	4,00	4,30	13,90	1,70	260,32
P	Španielsko	2,75	4,25	4,40	6,47	301,55

1 - sample, 2 - country of origin, 3 - refractometric dry matter, 4 - reducing saccharides, 5 - total acidity, 6 - L-ascorbic acid.

je bez prídavku cukru. Jednotlivé šťavy sa od seba odlišovali hodnotou refraktometrickej sušiny (RDS - refractometric dry substance). V tab. 1 je uvedená charakterizácia jednotlivých štiav. pH jednotlivých štiav sa pred fermentáciou upravilo na hodnotu 6,5 pomocou NaHCO_3 . Šťavy sa prefiltrovali cez gázu, fortifikovali prídavkom 2% D-glukózy a 0,5% NaCl a naočkovali kultúrou mliečnych baktérií *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 s koncentráciou 10^6 KTJ.ml⁻¹ šťavy. Takto upravené šťavy sa rozliali do baniek s objemom 250 cm³ (objem šťavy v každej banke bol 150 cm³), uzavreli sterilnými zátkami a fermentovali 168 h v termostate pri 21 °C. V priebehu fermentácie sa v nami stanovených časových intervaloch odoberali vzorky na analytické stanovenie a senzorické hodnotenie.

Kultivácia mikroorganizmov

Lactobacillus plantarum CCM 7039 (Česká zbierka mikroorganizmov, Brno, ČR) sa rozmnožil v LS-bujóne (*Lactobacillus* selektívny bujón, Imuna, Šarišské Michaľany), ktorý sa pripravil podľa návodu výrobcu. Pôda sa sterilizovala 20 minút pri 121 °C. Kultúra sa inkubovala v LS-bujóne pri 37 °C počas 16–18 hodín, očkovala na Petriho misky s LS-agarom (LS-bujón s prídavkom 1,35 % španielskeho agaru) a inkubovala 48 hodín pri 37 °C. Kmeň sa uchovával na LS-agare pri 5 °C a kultúra sa raz za mesiac preočkovala.

Z kultúry mikroorganizmu uchováanej na Petriho miske sa naočkovalo bohaté očko do 9 cm³ bujónu v skúmavkách. Takto naočkovanie bujóny (agary) sa inkubovali pri 37 °C cez noc (18 h). Po inkubácii sa získalo inokulum s koncentráciou približne 10^9 KTJ.cm⁻³. Desiatkovým riedením sa potom pripravilo inokulum s koncentráciou 10^6 KTJ.cm⁻³, ktoré sa použilo na prípravu fermentovaných zeleninových štiav.

Chemické analýzy

- stanovenie pH - Conductometer type OK-104 (Radelkis, Budapešť, Maďarsko),
- stanovenie titračnej kyslosti [8],
- stanovenie redukujúcich sacharidov podľa Schoorla [8],
- stanovenie kyseliny L-askorbovej benzénovou modifikáciou [8] - Zeiss Spekol 11 VEB (Carl Zeiss, Jena, Nemecko),
- stanovenie refraktometrickej sušiny - Abbeho refraktometer (Carl Zeiss Jena, Nemecko),

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

Na stanovenie kyseliny mliečnej, octovej a citrónovej sa použil elektrolytický systém tohto zloženia [9, 10]:

vodiaci elektrolyt	HCl 1.10^{-2} mol.dm ⁻³
protiión	kyselina 6-aminokaprónová
aditívum	metylhydroxyetylcelulóza 0,1 %
pH	4,25
zakončujúci elektrolyt	kyselina kaprónová 5.10^{-3} mol.dm ⁻³ .
Prúd v predseparačnej kolóne bol 250 μ A.	

Na analýzu dusičnanov a dusitanov sa použil elektrolytický systém nasledujúceho zloženia [11]:

vodiaci elektrolyt	HCl 8.10^{-3} mol.dm ⁻³
protiión	β -alanín 35.10^{-4} mol.dm ⁻³
aditívum	metylhydroxyetylcelulóza 0,1 %
pH	3,55
zakončujúci elektrolyt	kyselina citrónová 5.10^{-3} mol.dm ⁻³
Vzorky sa analyzovali pri hnacom prúde 200 μ A v predseparačnej kolóne.	

Výber senzorických metód [9, 10]

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 grafické neštrukturované úsečky dĺžky 100 mm s popisom krajných bodov (maximálna resp. minimálna intenzita daného deskriptora). Príjemnosť chuti a vône a celková chuťnosť štiav sa hodnotili intenzitnou neštrukturovanou úsečkou dĺžky 100 mm s popisom krajných bodov (intenzita 0 až 100 %).

Senzorické hodnotenie vykonával súbor 10 hodnotiteľov. Hodnotitelia sa pred hodnotením preskúšali na základné senzorické testy (rozlíšenie základných chutí, určenie prahovej citlivosti, určenie prahových rozdielov chuti, určenie chuťovej pamäti, určenie poradia podľa intenzity vône, určenie poradia podľa intenzity farby, resp. zákalu, určenie prahových rozdielov vône, určenie charakteristických vonných látok).

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 sa analyzovali použitím programu SGWIN (Statgraphics Plus) pre Windows, Verzia 1.4 (Statistical Group Corporation, Maryland, USA).

Výsledky a diskusia

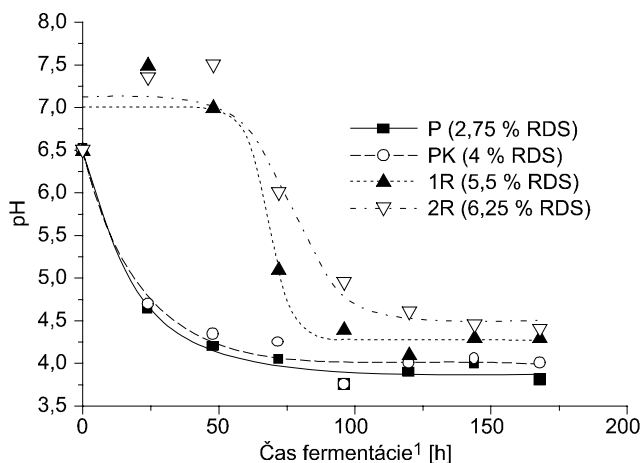
V práci sa hodnotili paradajkové šťavy fortifikované 2% prídavkom D-glukózy a 0,5% NaCl, inokulované *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 a fermentované 168 h pri teplote 21 °C. TAVARES a kol. [12] udávajú, že čerstvé paradajky vykazujú pH medzi 4,4 a 4,6, paradajková šťava v rozmedzí od 4,0 do 4,4. LOIUDICE a kol. [13] zistili, že pH talianskych paradajok sa pohybuje medzi 4,2 a 5,1. V našom prípade bolo pH paradajkovej šťavy získanej z čerstvých paradajok 4,25 a pH 100% paradajkových štiav zakúpených v maloobchodnej sieti medzi 4,3 a 4,5.

V priebehu fermentácie štiav došlo vo všetkých šťavách k poklesu pH, nárastu titračnej kyslosti a odbúraniu redukujúcich sacharidov v dôsledku produkcie kyseliny mliečnej a octovej baktériami mliečneho kvasenia. Počas fermentácie došlo k odbúraniu kyseliny citrónovej a k degradácii kyseliny L-askorbovej.

Pri mliečnej fermentácii poklesne pH štiav z hodnoty 6 až 6,5 na 3,8 až 4,5 [5, 14, 15]. pH nami hodnotených štiav bolo pred fermentáciou upravené NaHCO₃ na 6,5. Na konci fermentácie vykazovali paradajkové šťavy pH medzi 3,8 a 4,4. Najnižšia pH hodnota sa zaznamenala v paradajkovej šťave získanej z čerstvých paradajok (pH = 3,8). Zmeny pH v priebehu fermentácie paradajkových štiav sú uvedené na obr. 1.

Paradajkové šťavy si po fermentácii zachovali 28,3 % až 78,3 % z pôvodného obsahu redukujúcich sacharidov. Najvyšší pokles v obsahu redukujúcich sacharidov sa zistil v paradajkovej šťave pripravenej z čerstvých paradajok (na konci fermentácie sa zachovalo 28,3 % z pôvodného obsahu).

GEORGE a kol. [16] udávajú, že obsah kyseliny L-askorbovej v čerstvých paradajkách sa pohybuje od 84 mg.kg⁻¹ do 324 mg.kg⁻¹, nami hodnotená šťava získaná z čerstvých paradajok obsahovala 301,55 mg.dm⁻³ tejto kyseliny. Nami použité 100% paradajkové šťavy obsahovali od 260,32 mg.dm⁻³ do 276,77 mg.dm⁻³ kyseliny L-askorbovej. Na konci fermentácie obsahovala paradajková šťava pripravená z čerstvých paradajok 43,1 % kyseliny L-askorbovej a 100% paradajkové šťavy 57,9 % až 70,3 % z pôvodného obsahu tejto kyseliny. Je možné, že obsah kyseliny L-askorbovej mohol klesnúť aj po úprave pH paradajkových štiav na hodnotu 6,5 vzhľadom na to, že kyselina L-askorbová je najstabilnejšia v kyslom prostredí (pH 3 až 4).

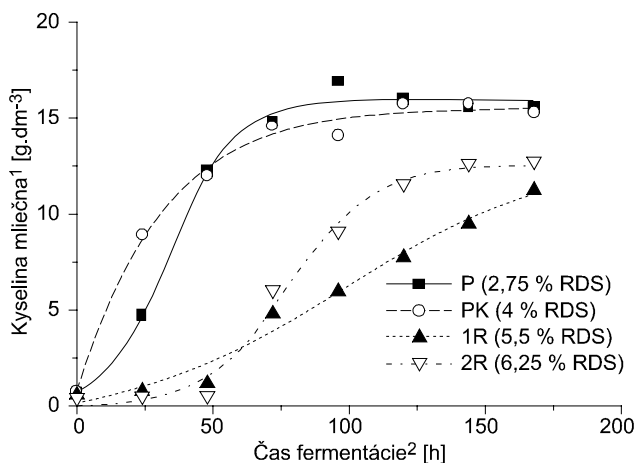


OBR. 1. Zmeny pH v priebehu fermentácie paradajkových štiav.

RDS - refraktometrická sušina. P - paradajková šťava pripravená z čerstvých paradajok, PK, 1R, 2R - 100% paradajková šťava.

FIG. 1. Changes of pH during fermentation of tomato juices.

RDS - refractometric dry matter. P - tomato juice prepared from fresh tomatoes, PK, 1R, 2R - 100% tomato juice. 1 - time of fermentation.



OBR. 2. Závislosť medzi obsahom kyseliny mliečnej a časom fermentácie paradajkových štiav.

RDS - refraktometrická sušina. P - paradajková šťava pripravená z čerstvých paradajok, PK, 1R, 2R - 100% paradajková šťava.

FIG. 2. Dependence of lactic acid concentration on time of fermentation of tomato juices.

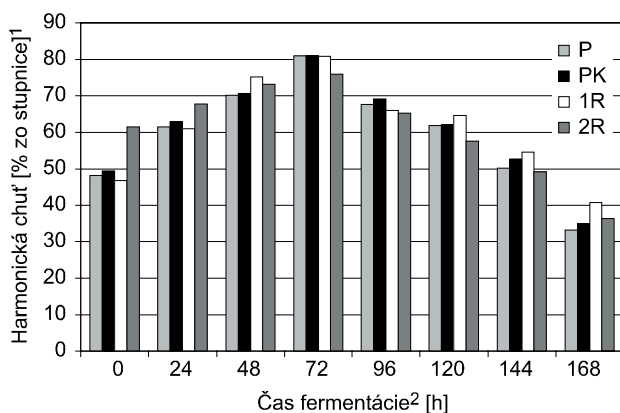
RDS - refractometric dry matter. P - tomato juice prepared from fresh tomatoes, PK, 1R, 2R - 100% tomato juice. 1 - lactic acid, 2 - time of fermentation.

Na obr. 2 je znázornená závislosť medzi obsahom kyseliny mliečnej a časom fermentácie paradajkových štiav. Z obr. 2 vidieť, že najvyššia produkcia kyseliny mliečnej sa zaznamenala v 100% paradajkovej šťave s RDS 4 % ($15,76 \text{ g.dm}^{-3}$ v 120. h fermentácie) a v paradajkovej šťave pripravenej z čerstvých paradajok ($15,98 \text{ g.dm}^{-3}$ v 144. h fermentácie), najnižšia produkcia kyseliny mliečnej sa zaznamenala v 100% paradajkovej šťave s RDS 5,5 % ($11,29 \text{ g.dm}^{-3}$ v 168. h fermentácie).

Paradajkové šťavy obsahovali $8,61 \text{ mg.dm}^{-3}$ až $647,60 \text{ mg.dm}^{-3}$ dusičnanov a od $7,93 \text{ mg.dm}^{-3}$ do $326,73 \text{ mg.dm}^{-3}$ dusitanov. V priebehu fermentácie dochádzalo k odbúravaniam dusičnanov aj dusitanov. V prípade 100% paradajkových štiav došlo k redukcii dusičnanov a dusitanov na hodnoty, ktoré boli pod limitom stanovenia použitej metódy. Paradajkové šťavy získané z čerstvých paradajok obsahovali na konci fermentácie 9,6 % z pôvodného obsahu dusičnanov a 17,5 % z pôvodného množstva dusitanov. Môžeme teda konštatovať, že *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 redukuje množstvo dusičnanov a dusitanov prítomných v nami hodnotených paradajkových šťavách.

Vzhľadom na to, že cieľom senzorického hodnotenia bolo určiť najpriateľnejší výrobok pre hodnotiteľov, smerodajným ukazovateľom pri hodnotení bola harmonická chuť, ktorá predstavovala optimálne zladenie všetkých deskriptorov chuti.

Na základe výsledkov senzorického hodnotenia bolo možné vyvodiť nasledujúce závery: 100% paradajková šťava s RDS 5,5 % bola najharmonickejšia v 72. h (85,7 % zo stupnice), 100% paradajková šťava s RDS 4 % v 72. h



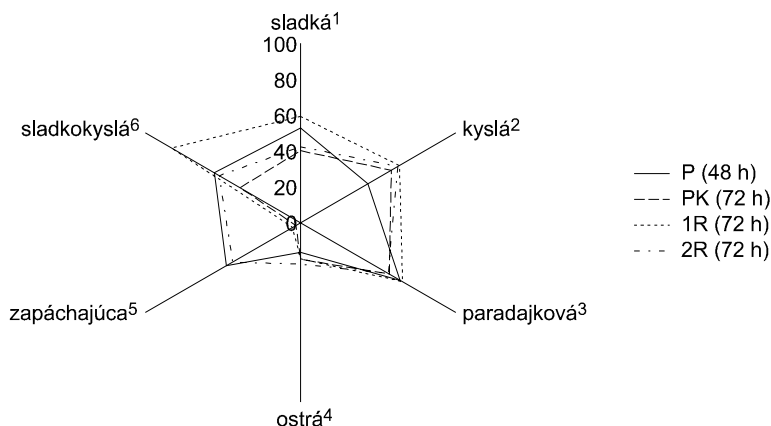
OB R. 3. Závislosť medzi časom fermentácie a intenzitou harmonickej chute jednotlivých štiav.

FIG. 3. Dependence of the intensity of harmonic taste on the time of fermentation.
1 - harmonic taste [% of scale], 2 - time of fermentation.

(81,3 % zo stupnice), paradajková šťava pripravená z čerstvých paradajok v 48. h (79,3 % zo stupnice) a 100% paradajková šťava s RDS 6,25 % v 72. h (78 % zo stupnice) fermentácie. Na obr. 3 je uvedená závislosť medzi časom fermentácie a intenzitou harmonickej chuti jednotlivých štiav. V hodinách s najvyššou intenzitou harmonickej chuti boli vzorky silnejšie zakalené s výnimkou 100% paradajkovej šťavy s RDS 5,5 %, ktorá bola veľmi silne zakalená. Vo všetkých vzorkách sa zaznamenal typický vzhľad a sediment. 100% paradajková šťava s RDS 6,25 % a šťava pripravená z čerstvých paradajok mali svetločervenú farbu s oranžovým odtieňom, 100% paradajková šťava s RDS 4 % mala oranžovočervenú farbu a 100% paradajková šťava s RDS 5,5 % červenú farbu.

Na obr. 4 a 5 je znázornený grafický diagram sensorického profilu vône resp. chuti jednotlivých štiav v hodinách s najvyššou intenzitou harmonickej chuti (48. h resp. 72. h fermentácie). Z obrázku vidieť, že paradajkové šťavy sa od seba líšili najmä intenzitou sladkokyslej, sladkej a zapáchajúcej vône a sladkej a kyslej chuti. Intenzita horkej, ostrej a slanej chuti bola takmer na nulovej úrovni.

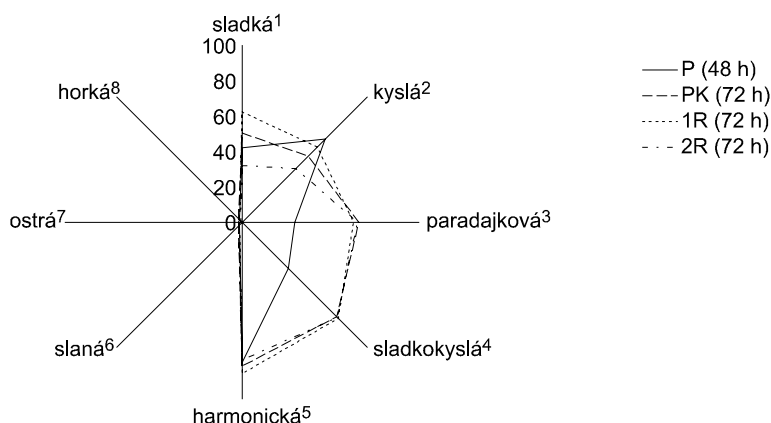
Ďalšími so sledovaných sensorických ukazovateľov bola príjemnosť vône, príjemnosť chuti a celková chunosť jednotlivých štiav. Všetky šťavy okrem šťavy z čerstvých paradajok vykazovali najvyššiu intenzitu daných paramet-



OBR. 4. Grafický diagram sensorického profilu vône paradajkových štiav v hodinách s najvyššou intenzitou harmonickej chuti.

FIG. 4. Graphical chart of the sensory profile of the odour of juices at hours when the highest intensity of harmonic taste was achieved.

1 - sweet, 2 - acid, 3 - tomato, 4 - sharp, 5 - smell, 6 - sweetacid.



OBR. 5. Grafický diagram senzoričského profilu chute jednotlivých štiav v hodinách s najvyššou intenzitou harmonickej chute.

FIG. 5. Graphical chart of the sensory profile of the taste of juices at hours when the highest intensity of harmonic taste was achieved.

1 - sweet, 2 - acid, 3 - tomato, 4 - sweetacid, 5 - harmonic, 6 - salty, 7 - sharp, 8 - bitter.

rov v 72. h fermentácie a šťava z čerstvých paradajok v 48. h fermentácie (tab. 2). Najvyššia intenzita týchto senzoričských parametrov sa dosiahla v 100% paradajkovej šťave s RDS 5,5 %. Príjemnosť vône bola vo všetkých šťavách s výnimkou 100% paradajkovej šťavy s RDS 6,25 % takmer na identickej úrovni. Najväčšie rozdiely sa zaznamenali v príjemnosti chuti jednotlivých štiav. Na obr. 6 je uvedená závislosť medzi časom fermentácie a intenzitou celkovej chutnosti.

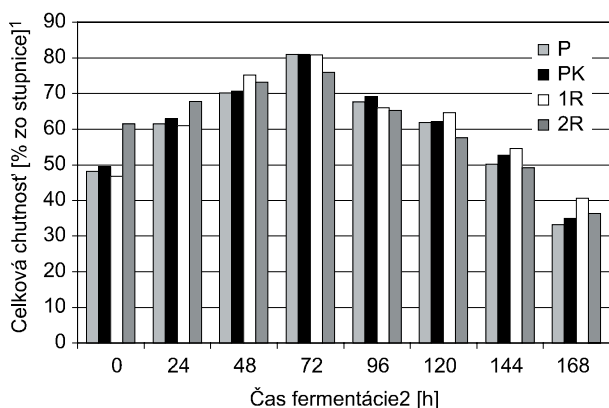
Senzoričná analýza ukázala, že pre hodnotiteľov boli najpriateľnejšie 100% paradajkové šťavy s RDS 5,5 % a 4 % po 72 h fermentácie. 100% paradajková šťava s RDS 5,5 mala v 72. h fermentácie pH 5,1 a obsah kyseliny mliečnej bol 4,84 g.dm⁻³. Až v 96. h sa dosiahlo pH 4,4 a obsah kyseliny mliečnej 6,01 g.dm⁻³. V tejto hodine fermentácie však mala šťava o 14,4 % nižšiu intenzitu harmonickej chute, o 7,3 % nižšiu intenzitu celkovej chutnosti, o 18,3 % nižšiu intenzitu príjemnosti chuti a o 22 % nižšiu intenzitu príjemnosti vône ako v 72. h fermentácie. Z tohoto dôvodu sa odporúča ukončiť fermentáciu danej šťavy v 72. h fermentácie a ako doplnujúci konzervačný prostriedok použiť pasterizáciu vykvasenej šťavy. 100% paradajková šťava s RDS 4 % mala v 72. h fermentácie pH 4,05 a obsah kyseliny mliečnej 14,81 g.dm⁻³, čo je postačujúce na dosiahnutie konzervačného účinku mliečnej fermentácie.

Tab. 2. Príjemnosť vône, príjemnosť chute a celková chutnosť jednotlivých štiav v 48 h resp. 72 h fermentácie.

Tab. 2. Acceptance of taste, acceptance of odour and flavour of juices at fermentation hour 48 and 72, respectively.

Šťava ¹	Príjemnosť vône ²	Príjemnosť chuti ³	Celková chutnosť ⁴
	[% zo stupnice] ⁵		
100% paradajková šťava ⁶ PK (72 h)	81	83	80,8
100% paradajková šťava 1R (72 h)	80,8	88	82,5
100% paradajková šťava 2R (72 h)	76	80,5	80
šťava z čerstvých paradajok ⁷ P (48 h)	81	86	79,7

1 - juice, 2 - acceptance of odour, 3 - acceptance of taste, 4 - flavour, 5 - % from scale, 6 - 100% tomato juice, 7 - juice from fresh tomatoes.



OBR. 6. Závislosť medzi časom fermentácie a celkovou chutnosťou paradajkových štiav.

FIG. 6. Dependence of the flavour of tomato juices on the time of fermentation.
1 - flavour [% of scale], 2 - time of fermentation [h].

Paradajková šťava vyrobená z čerstvých paradajok mala v 48. h fermentácie dostatočne nízke pH (4,35) a dostatočný obsah kyseliny mliečnej (11,99 g.dm⁻³).

100% paradajková šťava s RDS 6,25 % mala v 72. h fermentácie pH 6, čo je nepostačujúce z konzervačného hľadiska a vykazovala najnižšie hodnoty príjemnosti chuti, vône, celkovej chutnosti a harmonickej chuti.

Vyhodnotenie výsledkov analýz metódou PCA

Vytvorili sa dátové matice typu 32 x 9 (výsledky chemických analýz všetkých štiav spolu), typu 32 x 6 (výsledky hodnotenia chuti) a typu 32 x 8 (výsledky hodnotenia vône) a analyzovali sa metódou PCA.

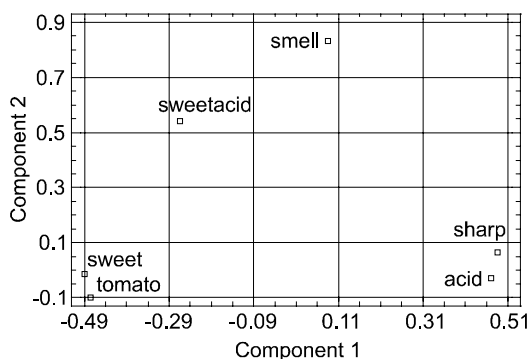
Analytické parametre

PCA zredukovala pôvodných 9 analytických premenných paradajkových štiav na jeden hlavný komponent, ktorý vysvetlil len 69,7 % z celkovej variability vstupných údajov. Pre zachovanie dostatočného množstva informácií obsiahnutých v pôvodných premenných je potrebné, aby vyextrahované komponenty vysvetlili aspoň 75 % z celkovej variability. Táto podmienka bola splnená v prípade, ak sa ponechali len tri najlepšie vysvetlené premenné: pH, titračná kyslosť a obsah kyseliny mliečnej. V tomto prípade sa vyextrahoval jeden hlavný komponent, ktorý vysvetlil 93,1 % z celkovej variability údajov. Môže sa teda konštatovať, že pre monitorovanie priebehu fermentačného procesu paradajkových štiav je postačujúce merať dané tri analytické premenné.

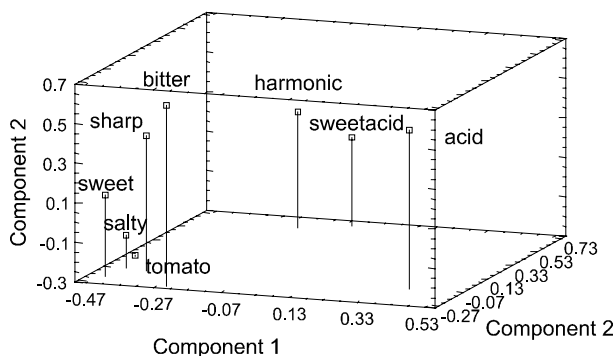
Senzorické parametre

Deskriptory vône

PCA zredukovala pôvodných 6 deskriptorov vône na dva hlavné komponenty, ktoré vysvetlili spolu 86,5 % z celkovej variability vstupných údajov (PC1 67,3 % a PC2 19,2 %), pričom PC1 najlepšie vysvetlila sladkú, kyslú, paradajkovú a ostrú vôňu a takmer vôbec nevysvetlila zapáchajúcu a slad-



OBR. 7. Saturácie premenných (deskriptory vône) v osiach PC1 a PC2.
FIG. 7. Loading of variables (odour descriptors) in axes of PC1 and PC2.



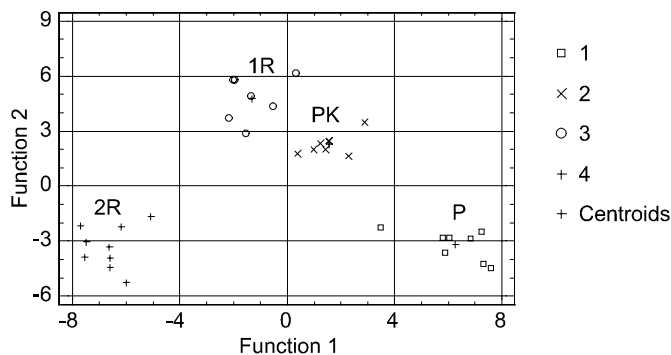
OBR. 8. Saturácie premenných (deskriptory chuti) v osiach prvých troch hlavných komponentov.

FIG. 8. Loading of variables (taste descriptors) in axes of first three principal components.

kokyslú vôňu (obr. 7). Vynechaním týchto dvoch deskriptorov došlo k redistribúcii vysvetľovaného rozptylu a vyextrahoval sa jeden hlavný komponent, ktorý vysvetlil 94,4 % z celkovej variability vstupných údajov.

Deskriptory chuti

PCA zredukovala pôvodných 8 deskriptorov chuti na tri hlavné komponenty, ktoré vysvetlili spolu 84,2 % z celkovej variability vstupných údajov (PC1 48,5 %, PC2 20,8 % a PC3 14,9 %), pričom PC1 najlepšie vysvetlila sladkú, kyslú, paradajkovú a slanú chuť, PC2 sladkokyslú a harmonickú chuť



OBR. 9. Skóre vzoriek v osiach prvých dvoch diskriminačných funkcií.

FIG. 9. Score of samples in axes of first two discriminant functions.

a PC3 horkú chuť (obr. 8). Ponechaním premenných, ktoré najlepšie vysvetlil komponent PC1, došlo k redistribúcii vysvetľovaného rozptylu a vyextrahoval sa jeden hlavný komponent, ktoré vysvetlil 80,5 % z celkovej variability vstupných údajov. Sladká, kyslá, slaná a paradajková chuť teda predstavujú premenné, ktoré najviac vystihujú danú skupinu vzoriek.

Diskriminačná analýza zadelila vzorky paradajkových štiav do štyroch skupín, podľa druhu šťavy, ktorá sa použila na fermentáciu (P, PK, 1R a 2R). Pri zatriedení vzoriek do skupín sa dosiahla 100% úspešnosť. Vytvorili sa tri diskriminačné funkcie, ktoré vysvetlili 53,8 %, 28,6 % resp. 17,6 % z celkovej premenlivosti údajov. Na obr. 9 sú znázornené skóre vzoriek v osiach prvých dvoch diskriminačných funkcií. Hladina významnosti pre jednotlivé funkcie sa pohybovala od 0,019 do 0,045. Nami zvolená hladina významnosti predstavovala hodnotu 0,05, čo spĺňali všetky tri diskriminačné funkcie. To znamená, že príslušná diskriminácia sa môže považovať za významnú pri koeficiente spoľahlivosti 95 %.

Záver

V priebehu práce sa skúšali rôzne paradajkové šťavy dostupné na našom trhu z hľadiska ich vhodnosti na prípravu mliečne fermentovaných štiav a porovnali s kontrolnou vzorkou (šťava z čerstvých paradajok). Pred začatím fermentácie bolo nutné upraviť pH paradajkových štiav, aby sa zabezpečili optimálne podmienky pre rozvoj mliečnych baktérií. Na základe zistených výsledkov sa môže na prípravu mliečne fermentovaných paradajkových štiav odporučiť 100% paradajkovú šťavu s RDS 5,5 % a ukončiť fermentačný proces danej šťavy po 72 h fermentácie. Rozvoju pôvodnej mikrofóry v šťave pripravenej z čerstvých paradajok sa zabránilo produkciou kyseliny mliečnej a kyseliny octovej mliečnymi baktériami v priebehu fermentácie (po 72 h fermentácie obsahovala šťava 14,58 g.dm⁻³ kyseliny mliečnej a 0,913 g.dm⁻³ kyseliny octovej, čo je postačujúce na zabránenie rozvoja nežiaducej mikrofóry.

Dalej sa zistilo, že *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 redukuje obsah dusíčanov prítomných v paradajkových šťavách, preto sa tento kmeň môže odporučiť na prípravu mliečne fermentovaných štiav z tých druhov zeleniny, v ktorých zvyčajne býva prirodzene vysoký obsah tejto zlúčeniny.

Analýza hlavných komponentov ukázala, že danú skupinu paradajkových štiav najlepšie vystihujú analytické premenné pH, titračná kyslosť a kyselina mliečna, z deskriptorov vône sú to sladká, kyslá, paradajková a ostrá vôňa a z deskriptorov chuti sladká, kyslá, slaná a paradajková chuť.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná štátnym podprogramom výskumu a vývoja „Potraviny - kvalita a bezpečnosť“ č. 2003SP270280E010280E01.

Literatúra

1. NOUT, M. J. R. - NGODDY, P. O.: Technological aspects of preparing affordable fermented complementary foods. *Food Control*, 8, 1997, s. 279-287.
2. LEE, CH. H.: Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. *Food Control*, 8, 1997, s. 259-269.
3. GIRAFFA, G.: Studying the dynamics of microbial populations during food fermentation. *FEMS Microbiology Reviews*, 28, 2004, č. 2, s. 251-260.
4. KUČTA, T. - RADOŠOVSKÁ, R. - GLONČÁKOVÁ, B. - BELICOVÁ, A. - LOPAŠOVSKÁ, J.: Príprava kvasených zeleninových šalátov pomocou baktérií mliečného kvasenia. *Bulletin potravinárskeho výskumu*, 33, 1994, č. 1-2, s. 85-90.
5. KOPEC, K.: Jakost mléčné kvašené zeleniny. *Výživa a potraviny*, 3, 2000, s. 93-94.
6. KIM, H. Y. - MIN, J. H. - LEE, J. H. - JI, G. E.: Growth of lactic acid bacteria and bifido-bacteria in natural media using vegetables, seaweeds, grains and potatoes. *Food Science and Biotechnology*, 9, 2000, s. 322-324.
7. KAROVIČOVÁ, J. - KOHAJDOVÁ, Z. - HYBENOVÁ, E.: Using of multivariate analysis for evaluation of lactic acid fermented cabbage juices. *Chemical Papers*, 56, 2002, č. 4, s. 267-274.
8. PRÍBELA, A.: Analýza potravín - cvičenia. Bratislava : Edičné stredisko SVŠT, 1987. 394 s.
9. 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.
10. KAROVIČOVÁ, J. - KOHAJDOVÁ, Z. - HYBENOVÁ, E. - GREIF, G. - LUKÁČOVÁ, D.: Hodnotenie zeleninových štiav fermentovaných baktériami mliečného kysnutia. *Bulletin potravinárskeho výskumu*, 40, 2001, č. 4, s. 285-299.
11. KAROVIČOVÁ, J. - POLONSKÝ, J. - DRDÁK, M.: Stanovenie dusičnanov v zelenine. *Bulletin potravinárskeho výskumu*, 30, 1991, č. 1-2, s. 53-57.
12. TAVARES, C. A. - RODRIGEZ-AMAYA, D. B.: Carotenoid composition of Brazilian tomatoes and tomato products. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technology*, 27, 1994, s. 219-224.
13. LOIUDICE, R. - IMPEMBO, M. - LARATTA, G. - VILLARI, G. - LO VOI, A. - SIVIERO, P. - CASTALDO, D.: Compositon of San Marzano tomato varieties. *Food Chemistry*, 53, 1995, s. 81-89.
14. HOLZAPFEL, W. H.: Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology*, 75, 2002, s. 197-212.
15. BIACS, P. : Fermentované potraviny. *Bulletin potravinárskeho výskumu*, 25, 1986, č. 1, s. 1-13.
16. GEORGE, B. - KAUR, CH. - KHURDIYA - KAPOOR, H. C.: Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84, 2004, s. 45-51.

Do redakcie došlo 22.7.2004.

Fermentation of tomato juices

KOHAJDOVÁ, Z. - KAROVIČOVÁ, J. - LUKÁČOVÁ, D. - GREIFOVÁ, M. - NUSOVÁ, M.:
Bull. potrav. Výsk., 43, 2004, p. 229-243.

SUMMARY. Tomato juices were tested for the preparation of lactic acid fermented juices. Juices were inoculated by *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 and fermented at 21 °C during 168 h. On the basis of results obtained from analytical and sensory evaluations, 100 % tomato juice with a refractometric dry matter 5.5 % and finalization of the fermentation process at fermentation hour 72 was recommended. Because of a high pH (5.1) and a low content of lactic acid (4.84 g.dm⁻³), pasteurization of the fermented juice was recommended for additional preservation.

KEYWORDS: tomato juice; fermentation; *Lactobacillus plantarum*; principal component analysis; sensory analysis