

## **Fermentácia kapustovej šťavy s prídavkom preparátov na báze inulínu**

ZLATICA KOHAJDOVÁ - JOLANA KAROVIČOVÁ  
- DRAHOMÍRA LUKÁČOVÁ - MÁRIA GREIFOVÁ

**SÚHRN.** Sledoval sa vplyv rôzneho prídavku (2% a 5%) prebiotického preparátu na báze inulínu na chemické zloženie a organoleptické vlastnosti fermentovanej kapustovej šťavy. Kapustová šťava sa inokulovala *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 a fermentovala 168 h pri 21 °C. Zistilo sa, že 2% prídavok prebiotického preparátu obsahujúceho viac ako 99,5 % inulínu výrazne zlepšil organoleptické vlastnosti výsledného produktu. 5% prídavok tohto preparátu nemal vplyv na produkciu kyseliny mliečnej a octovej v kapustovej šťave, ale zlepšil organoleptické vlastnosti kapustovej šťavy. S použitím multivariačných štatistických metód sa zistilo intenzívnejšie zakalenie a svetlejšia farba kapustovej šťavy s prídavkom prebiotických preparátov v porovnaní so šťavou bez prídavku preparátu.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** fermentácia; kapustová šťava; inulín; multivariačné štatistické metódy

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 - danou obsahom vitamínov a minerálnych látok [1].

V súčasnosti sa v Európe vyrába 21 druhov mliečne fermentovaných zeleninových produktov zahŕňajúcich mliečne fermentovanú zeleninu a zeleninové šťavy. Z ekonomického hľadiska je najvýznamnejšia výroba mliečne fermentovaných olív, uhoriek a kapusty (kvasená kapusta, kórejské kimchi) [2]. Mliečne fermentované zeleninové výrobky si jednak uchovávajú vysoký podiel ochranných látok obsiahnutých v pôvodnej surovine a jednak v priebehu fermentačného procesu je mliečnymi baktériami produkované množstvo zdraviu prospešných zložiek [3].

---

Ing. Zlatica KOHAJDOVÁ, PhD., Doc. Ing. Jolana KAROVIČOVÁ, PhD., Ing. Drahomíra LUKÁČOVÁ, Ing. Mária GREIFOVÁ, 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

Zeleninové šťavy sú dôležité z hľadiska obsahu nutritívne dôležitých zložiek, ako sú proteíny, sacharidy, vitamíny a iné funkčné chemické zlúčeniny. Tieto látky sa spolupodieľajú na biologických reakciách organizmu, majú antioxidačné, antimutagénne, ako aj antikarcinogénne účinky, znižujú obsah HDL cholesterolu a podieľajú sa na potláčaní alergických reakcií organizmu [4, 5].

Zeleninové šťavy obsahujú minerálne látky, stopové prvky, organické kyseliny, polyfenolové látky, pektín a aromatické látky (napr. glykozidy, ktoré tvoria charakteristickú arómu kapusty) [6]. Z minerálnych látok zeleninové šťavy obsahujú Na, Ca, K, Mg, P a Fe, fyziologicky dôležité stopové prvky ako Cu, Mn, Zn, Co. Z polysacharidov a im blízkych látok má značný fyziologický význam celulóza, hemicelulóza a pektínové látky, ktoré majú vplyv na peristaltiku čriev [6, 7].

Inulín je zásobný polysacharid, ktorý patrí medzi fruktózany. Fruktózany sú zložené z 10 až 200 fruktózových monomérnych jednotiek vo furanózovej forme. Inulín je zložený z fruktózových molekúl (Fru) viazaných  $\beta$ -2,1-glykozidickou väzbou a jednou glukózou (Glc) na konci reťazca vo forme:  $\text{Glc-1} \rightarrow 2\text{-Fru } 1 \rightarrow (2\text{-Fru-1})_n \rightarrow 2\text{-Fru}$ . Dĺžka inulínovej molekuly závisí od rastliny, z ktorej sa inulín získa [8-10]. Typické inulíny sa vyskytujú v koreňoch čakanky (*Chicorium intybus*), v hlľuzách topinamburu (*Heliantus tuberosus*) [11]. Inulín sa vzhľadom na viaceré spoločné vlastnosti a podobný vplyv na fyziologické funkcie a metabolizmus intestinálneho traktu priraduje ku komplexu potravinovej vlákniny [12, 13].

V niektorých štátoch má inulín priznaný štatút potravinárskej prísady aplikovateľnej v takmer všetkých odboroch potravinárstva ako funkčná vláknina, bifidogénny faktor, plnivo znižujúce energetickú hodnotu výrobku, sladidlo a i. [12, 14].

Zlúčeniny inulínového typu sú potencionálnymi „funkčnými zložkami“, ktoré sa pridávajú do potravinárskych výrobkov na zlepšenie zloženia črevnej mikróflóry, gastrointestinálnej fyziológie, imúnnych funkcií organizmu, biodostupnosti niektorých minerálnych prvkov a metabolizmu lipidov [15, 16]. Zdraviu prospešné účinky inulínu zahŕňajú zníženie rizika ochorení hrubého čreva, obezity, osteoporózy a rakoviny [15].

Cieľom predkladanej práce bolo:

1. porovnať priebeh fermentácií kapustovej šťavy s 2% prídavkom rôznych prebiotických preparátov na báze inulínu z hľadiska tvorby hlavných produktov fermentácie a senzorickej akceptovateľnosti výsledného produktu,
2. zistiť, či zvýšený prídavok preparátu ovplyvní analytické a senzorické vlastnosti výsledného produktu,

3. získané výsledky porovnať s kontrolnou vzorkou (kapustová šťava bez prídavku prebiotického preparátu),
4. aplikovať multivariačné štatistické metódy na získané výsledky.

### **Materiál a metódy**

V experimente sa použila biela hlávková kapusta zakúpená v maloobchodnej sieti. Z kapusty sa odstránili vrchné listy a hlúb, narezala sa na pásiky, ktoré sa potom odšťavili. Získaná šťava sa filtrovala cez gázu a fortifikovala prídavkom 2 % D-glukózy a 0,5 % NaCl. Pripravili sa nasledovné druhy štiav:

- KL - čistá kapustová šťava - kontrolná vzorka,
- KIL - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, bez prídavku glukózy a NaCl,
- KI, resp. KI 2% - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP,
- KI 5% - kapustová šťava s 5% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP,
- KI SYN - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftilose Synergy,
- KI GR - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline GR.

Šťavy sa následne naočkovali čistou kultúrou baktérií mliečneho kvasenia *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 (Česká sbírka mikroorganizmů, Brno, ČR) s koncentráciou  $10^6$  KTJ.cm<sup>-3</sup> a vzorky štiav sa rozliali do 250 ml sterilných baniek a uzavreli sterilnými zátkami. Fermentácia trvala 168 h pri teplote 21 °C.

#### *Charakterizácia inulínových preparátov*

V experimente sa použili nasledujúce inulínové preparáty:

- Raftiline HP (výrobca ORAFTI Active Food Ingredients, Tienen, Belgicko) - vysoko čistý inulín izolovaný z koreňa čakanky obsahujúci viac ako 99,5 % inulínu.
- Raftilose Synergy 1 (výrobca ORAFTI Active Food Ingredients, Tienen, Belgicko) - prášok obsahujúci inulín, oligofruktózu, fruktózu, glukózu a sacharózu izolovaný z koreňa čakanky. Obsah inulínu v prášku je 90 % až 94 %.
- Raftiline GR (výrobca ORAFTI Active Food Ingredients, Tienen, Belgicko) - prášok izolovaný z koreňa čakanky obsahujúci viac ako 90 % inulínu.

### *Kultivácia kmeňa *Lactobacillus plantarum* CCM 7039*

Kmeň *L. plantarum* CCM 7039 dodaný vo forme lyofilizátu sa revitalizoval v LS-bujóne (LS - *Lactobacillus* selektívny bujón, Imuna, Šarišské Michaľany), ktorý sa pripravil podľa návodu výrobcu. Pôda sa sterilizovala 20 min pri 121 °C. Kultúra sa kultivovala 24 h v LS-bujóne pri 37 °C. Takto oživená kultúra sa preočkovala na LS-platni na rozmnoženie mikroorganizmu pri 37 °C počas 24–48 h. Následne sa kultúra preočkovala do LS-bujónu a kultivovala 16 h pri 37 °C. Z tohto inokulátu sa pipetovalo 1 ml do 100 ml sterilnej kapustovej šťavy sterilizovanej 20 min pri 121,1 °C. V tejto šťave sa kultúra kultivovala 16 h pri 37 °C.

### *Chemické analýzy*

- stanovenie pH - pHmeter type OK-104 (Radelkis, Budapešť, Maďarsko),
- stanovenie titračnej kyslosti [17],
- stanovenie redukujúcich cukrov podľa Schoorla [17],
- stanovenie organických kyselín izotachoforézou [18, 19].

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

Na stanovenie organických kyselín sa použil elektrolytický systém tohto zloženia:

vodiaci elektrolyt:

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

zakoňčujúci elektrolyt:

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

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

### *Výber senzorických metód*

V priebehu fermentácie kapustovej šťavy sa hodnotili nasledujúce senzorické parametre: zákal, farba, celkový vzhľad, sediment, vôňa, chuť, príjemnosť vône, príjemnosť chuti a celková chutnosť. Senzorické metódy na hodnotenie pripravených štiav sa vybrali podľa uverejnených prác KAROVIČOVÁ a kol. [18, 19].

### Výhodnotenie výsledkov

Na vyhodnotenie výsledkov chemických analýz a senzorického hodnotenia štiav sa použila analýza hlavných komponentov (PCA) a diskriminačná analýza (DA). Dátové matice sa analyzovali použitím programu SGWIN (Statgraphics Plus) pre Windows, verzia 1.4.

## Výsledky a diskusia

V predchádzajúcich prácach sme sa zaoberali fermentáciou kapustovej a kapustovo-mrkvovej šťavy [20, 21]. Táto práca popisuje vplyv prídavku komerčne dostupných prebiotických preparátov na báze inulínu do kapustovej šťavy. Šťava sa inokulovala *L. plantarum* CCM 7039 a fermentovala 168 h pri 21 °C. *L. plantarum* okrem glukózy fermentuje aj laktózu a iné nutritívne zložky ako proteíny, rastie aj pri pH 4,0 a preto je jeho použitie pri mliečnej fermentácii výhodnejšie ako použitie ostatných baktérií mliečneho kvasenia [22]. Fermentácia týmto mikroorganizmom zlepšuje chuť a vôňu výrobku, spôsobuje rýchle zníženie pH (po 3 až 4 dňoch fermentácie pri 28 °C, pH 3,7) [23]. Baktérie mliečneho kvasenia taktiež produkujú enzýmy (napr. celulózy), ktoré ľudský organizmus nedokáže produkovať. Tieto enzýmy hydrolyzujú celulózu na jednoduché sacharidy, ktoré sú stráviteľné. Pektinázy zmäknú textúru mliečne fermentovaných výrobkov a uvoľňujú sacharidy na trávenie. Tým sa mliečne fermentované výrobky stávajú lepšie stráviteľnými ako nefermentované [24].

Pred začatím fermentácie mali jednotlivé šťavy nasledujúce analytické parametre: pH 5,15 (KL, KIL) a pH 6,20 (KI 2%, KI 5%), titračná kyslosť bola 1,60 g.dm<sup>-3</sup> až 2,50 g.dm<sup>-3</sup>, obsah redukujúcich sacharidov bol 46,50 g.dm<sup>-3</sup> až 70,20 g.dm<sup>-3</sup> (zahrnutý aj 2% prídavok D-glukózy). Množstvo kyseliny L-askorbovej v čerstvej šťave bolo 287,36 mg.dm<sup>-3</sup> až 319,17 mg.dm<sup>-3</sup>, kyseliny mliečnej 0,37 g.dm<sup>-3</sup> až 1,69 g.dm<sup>-3</sup>, kyseliny octovej 0,27 g.dm<sup>-3</sup> až 0,69 g.dm<sup>-3</sup> a obsah kyseliny citrónovej 2,96 g.dm<sup>-3</sup> až 4,12 g.dm<sup>-3</sup>.

Na konci fermentácie (168 h) mali šťavy nasledujúce analytické parametre: pH štiav 3,0 až 3,65, pričom najväčší pokles pH sa pozoroval v KI 5% (zo 6,20 na 3,55), titračná kyslosť štiav dosahovala hodnoty 9,30 g.dm<sup>-3</sup> až 15,20 g.dm<sup>-3</sup>, pričom najvyšší nárast titračnej kyslosti sa zaznamenal v KIL (6,6 násobný nárast) a ďalej v kontrolnej vzorke KL (6,2 násobný nárast). Na konci fermentácie obsahovali šťavy 26,90 g.dm<sup>-3</sup> až 58,80 g.dm<sup>-3</sup> redukujúcich sacharidov, pričom najvyšší pokles sa zaznamenal v KL (46 % pokles)

a v KIL (38,3 % pokles). Koncentrácia kyseliny L-askorbovej bola 139,23 mg.dm<sup>-3</sup> až 193,14 g.dm<sup>-3</sup>.

V jednotlivých šťavách sa zachovali nasledovné množstvá z pôvodného obsahu kyseliny L-askorbovej: kontrolná vzorka KL 56,1 %, KIL 48,5 %, KI 2% 45,4 %, KI 5% 52,9 %, KI SYN 60, 2 % a KI GR 60,6 %.

V priebehu fermentácie dochádzalo k odbúraní kyseliny citrónovej, pričom na konci fermentácie obsahovali šťavy 0,71 g.dm<sup>-3</sup> až 1,43 g.dm<sup>-3</sup> tejto kyseliny.

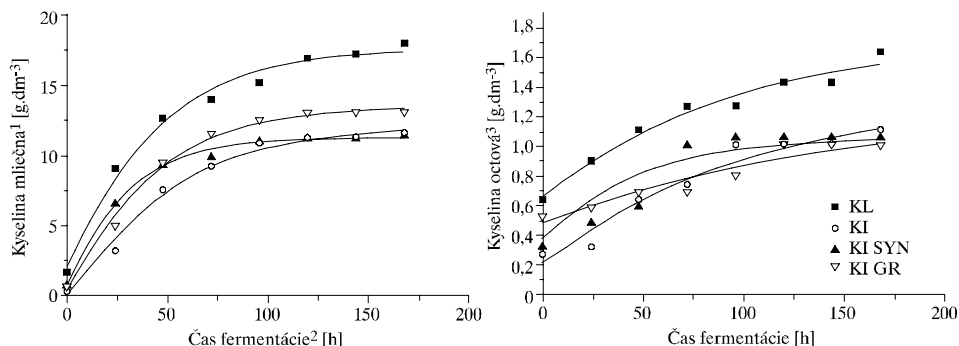
Na obr. 1 sú uvedené závislosti medzi časom fermentácie a produkciou kyseliny mliečnej, resp. kyseliny octovej, pre šťavy s prídavkom rôznych prebiotických preparátov na báze inulínu. Najviac kyseliny mliečnej sa produkovalo v KI GR (13,05 g.dm<sup>-3</sup>, 168 h fermentácie). Kontrolná vzorka KL obsahovala na konci fermentácie 18 g.dm<sup>-3</sup> kyseliny mliečnej. V KI a KI SYN sa vytvorilo takmer identické množstvo tejto kyseliny (11,60 g.dm<sup>-3</sup>, resp. 11,46 g.dm<sup>-3</sup> v 168. h fermentácie). Rovnako aj kyseliny octovej sa produkovalo najviac v kontrolnej vzorke KL: 1,64 g.dm<sup>-3</sup> (168 h fermentácie). Obsah tejto kyseliny v ostatných šťavách bol takmer na identickej úrovni: 1,01 g.dm<sup>-3</sup> až 1,11 g.dm<sup>-3</sup>. *L. plantarum* CCM 7039 produkoval teda viac kyseliny mliečnej a menej kyseliny octovej ako *L. plantarum* 92H, ktorý sa použil v predchádzajúcich prácach [16, 17, 21].

Na obr. 2 sú uvedené závislosti medzi časom fermentácie a produkciou kyseliny mliečnej, resp. kyseliny octovej, v šťavách s prídavkom preparátu na báze inulínu obsahujúceho 99,5 % inulínu. Najviac kyseliny mliečnej sa produkovalo v KIL 17,94 g.dm<sup>-3</sup> (168 h fermentácie). V KI 2% a KI 5% bol obsah kyseliny mliečnej takmer na identickej úrovni (11,60 g.dm<sup>-3</sup> a 11,46 g.dm<sup>-3</sup> v 168. h fermentácie). Obsah kyseliny octovej na konci fermentácie bol od 1,11 g.dm<sup>-3</sup> do 1,64 g.dm<sup>-3</sup>. Zvýšený prídavok preparátu teda nemal vplyv na produkciu kyseliny mliečnej a octovej v kapustovej šťave.

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

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

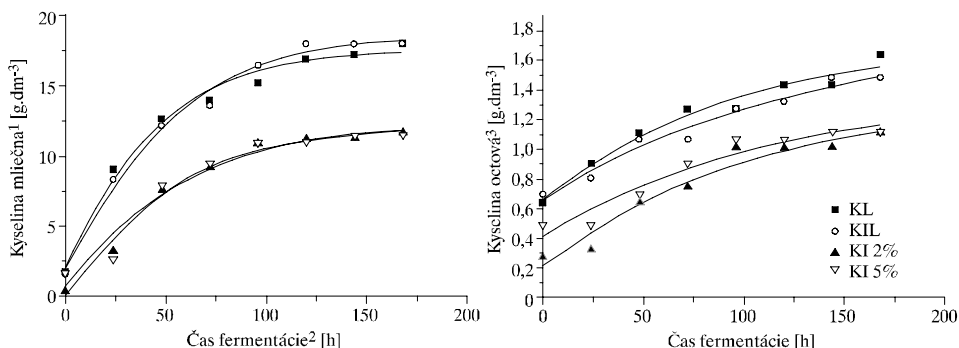
kde A je počiatočný obsah kyseliny mliečnej, resp. octovej v g.dm<sup>-3</sup>, C je maximálny obsah kyseliny mliečnej, resp. octovej v g.dm<sup>-3</sup>, B je dotyčnica krivky v bode M (rýchlosť rastu v exponenciálnej fáze) a M je čas v h, v ktorom špecifická rýchlosť nárastu obsahu kyseliny mliečnej, resp. octovej dosiahla maximum.



OBR. 1. Závislosť koncentrácie kyseliny mliečnej a kyseliny octovej od času fermentácie kapustovej šťavy obsahujúcej rôzne preparáty na báze inulínu.

KL - čistá kapustová šťava (kontrolná vzorka), KI - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, KI SYN - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftilose Synergy, KI GR - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline GR.

FIG. 1. Dependence of the concentration of lactic acid and acetic acid on the duration of fermentation of fermented cabbage juice containing various inulin-based preparations. KL - pure cabbage juice (control sample), KI - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline HP, KI SYN - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftilose Synergy, KI GR - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline GR. 1 - lactic acid, 2 - duration of fermentation, 3 - acetic acid.



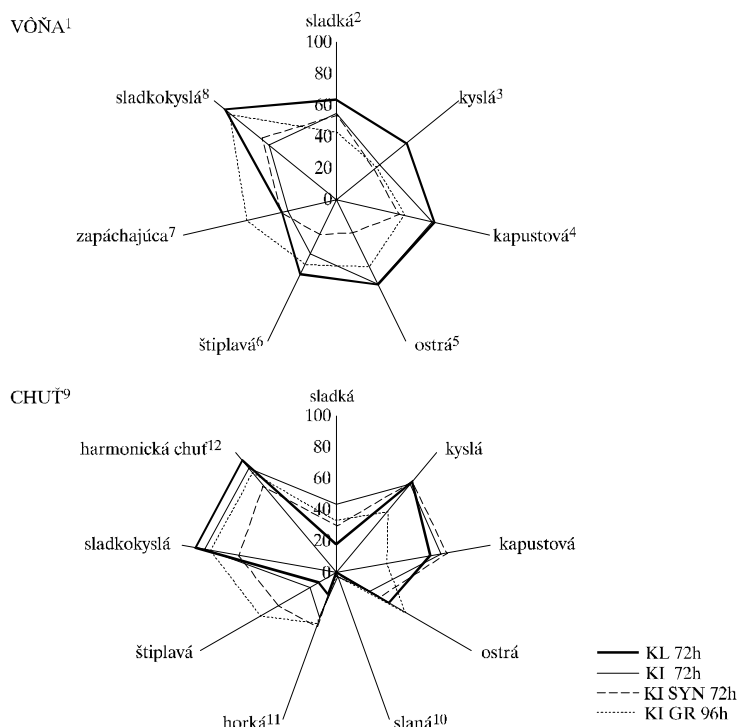
OBR. 2. Závislosť koncentrácie kyseliny mliečnej a kyseliny octovej od času fermentácie kapustovej šťavy obsahujúcej prebiotický preparát s obsahom viac ako 99,5 % inulínu.

KL - čistá kapustová šťava (kontrolná vzorka), KIL - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, bez prídavku glukózy a NaCl, KI 2% - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, KI 5% - kapustová šťava s 5% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP.

FIG. 2. Dependence of the concentration of lactic acid and acetic acid on the duration of fermentation of fermented cabbage juice containing a prebiotic preparation containing more than 99.5 % of inulin.

KL - pure cabbage juice (control sample), KIL - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline HP, without addition of glucose and NaCl, KI 2% - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline HP, KI 5% - cabbage juice with 5% addition of the inulin preparation Raftiline HP. 1 - lactic acid, 2 - duration of fermentation, 3 - acetic acid.

Hlavným cieľom senzorickej analýzy bolo vybrať šťavu s prídavkom prebiotického preparátu na báze inulínu, ktorá by bola najpriateľnejšia pre spotrebiteľa a porovnať jej senzorické parametre s kontrolnou vzorkou (kapustová šťava bez prídavku prebiotického preparátu). Všetky šťavy s výnimkou kapustovej šťavy s prídavkom inulínového preparátu obsahujúceho viac ako 90 % inulínu vykazovali najvyššiu intenzitu harmonickej chuti v 72. h fermentácie. V tejto šťave sa najvyššia intenzita harmonickej chuti zaznamenala v 96. h fermentácie. Poradie intenzity harmonickej chuti (% zo stupnice) v týchto hodinách fermentácie bolo nasledovné: 93,9 % (KI 5%) > 93,2 % (KL) > 86,7 % (KI) > 82,3 % (KI GR) > 72,7 % (KI SYN > 59,6 % (KIL).



OBR. 3. Grafický diagram senzorickeho profilu vône a chuti pre kapustovú šťavu obsahujúcu rôzne preparáty na báze inulínu.

KL, KI, KI SYN, KI GR - pozri OBR. 1

FIG. 3. Graphical chart of the sensory profile of odour and taste for cabbage juice containing various inulin-based preparations.

KL, KI, KI SYN, KI GR - see FIG. 1. 1 - odour, 2 - sweet, 3 - acidic, 4 - cabbage-like, 5 - hot, 6 - spicy, 7 - smell, 8 - sweet-acidic, 9 - taste, 10 - salty, 11 - bitter, 12 - harmonic taste.



Kapustová šťava s prebiotickými preparátmi bola silnejšie zakalená v porovnaní so šťavou bez prídavku preparátu a mala inú farbu. Vo všetkých šťavách sa pozorovala prítomnosť sedimentu. Na obr. 3 sú znázornené grafické diagramy senzorického profilu vône a chuti štiav v hodinách s najvyššou intenzitou harmonickej chuti pre kapustovú šťavu s prídavkom rôznych preparátov na báze inulínu. V týchto hodinách fermentácie (72. resp. 96. h fermentácie) sa šťavy najviac od seba odlišovali intenzitou sladkokyslej a štiplavej vône resp. chuti.

Ďalšími so sledovaných senzorických parametrov boli príjemnosť vône, príjemnosť chuti a celková chutnosť štiav. Na obr. 4 sú uvedené závislosti medzi intenzitou týchto parametrov a časom fermentácie pre kapustovú šťavu s prídavkom rôznych preparátov na báze inulínu a na obr. 5 pre kapustovú šťavu s prebiotickým preparátom obsahujúcim viac ako 99,5 % inulínu.

Najvyššia intenzita uvedených senzorických parametrov sa vo všetkých šťavách dosiahla v 72 h fermentácie (s výnimkou kapustovej šťavy s prídavkom inulínového preparátu obsahujúceho viac ako 90 % inulínu, kde sa najvyššia intenzita dosiahla v 96. h fermentácie).

Poradie intenzity príjemnosti vône (% zo stupnice) jednotlivých štiav bolo nasledovné: 94,3 % (KI 5%) > 83,5 % (KL) > 78,8 % (KIL) > 75,8 % (KI) > 70,7 % (KI GR) > 27,8 % (KI SYN).

Poradie intenzity príjemnosti chuti (% zo stupnice) jednotlivých štiav bolo nasledovné: 94,5 % (KI 5%) > 89,3 % (KL) > 85 % (KI GR) > 84 % (KI) > 66,4 % (KIL) > 31,5 % (KI SYN).

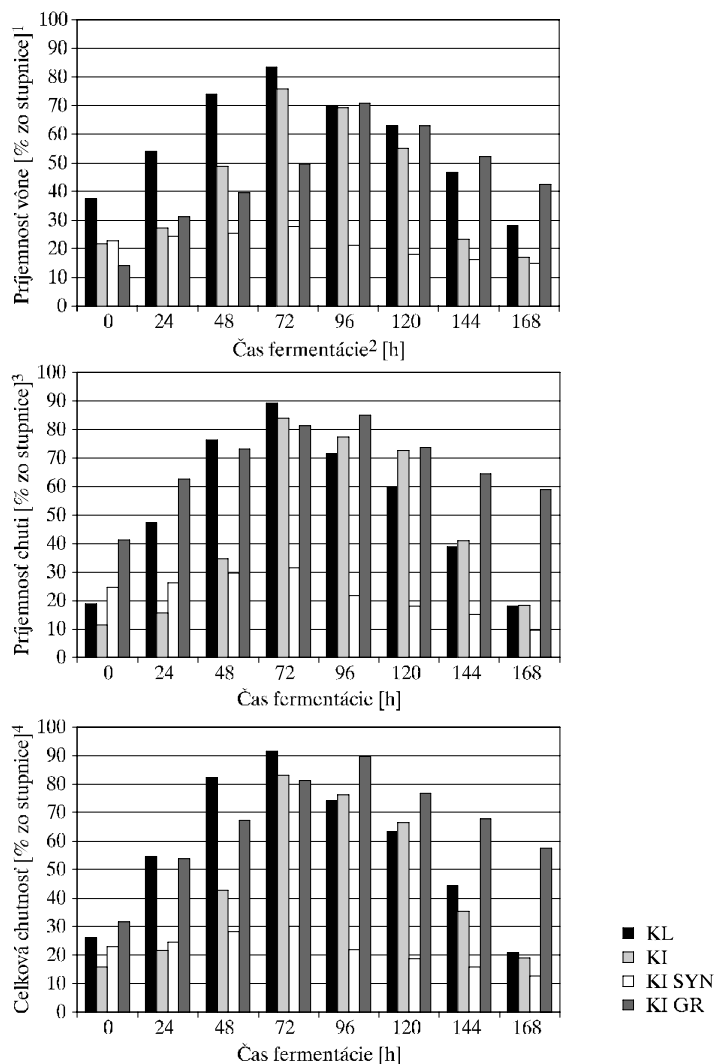
Poradie intenzity celkovej chutnosti (% zo stupnice) jednotlivých štiav bolo nasledovné: 93,3 % (KI 5%) > 91,5 % (KL) > 89,8 % (KI GR) > 83,2 % (KI) > 78,6 % (KIL) > 30 % (KI SYN).

Z výsledkov vyplýva, že najvyššia intenzita týchto sledovaných senzorických parametrov sa dosiahla v kapustovej šťave s 5% prídavkom prebiotického preparátu, pričom zistené hodnoty sú porovnateľné s kontrolnou vzorkou (kapustová šťava).

Vyhodnotenie výsledkov multivariačnými štatistickými metódami

#### *Výsledky chemických analýz*

PCA zredukovala pôvodných 7 analytických parametrov na jeden hlavný komponent, ktorý vysvetlil 94,3 % (rôzne preparáty na báze inulínu), resp. 95,9 % z celkovej premenlivosti vstupných údajov (preparát obsahujúci viac ako 99,5 % inulínu). PCA ukázala, že pre danú skupinu vzoriek majú najväčšiu vypovedaciu mohutnosť premenné kyselina mliečna, kyselina octová a titračná kyslosť.

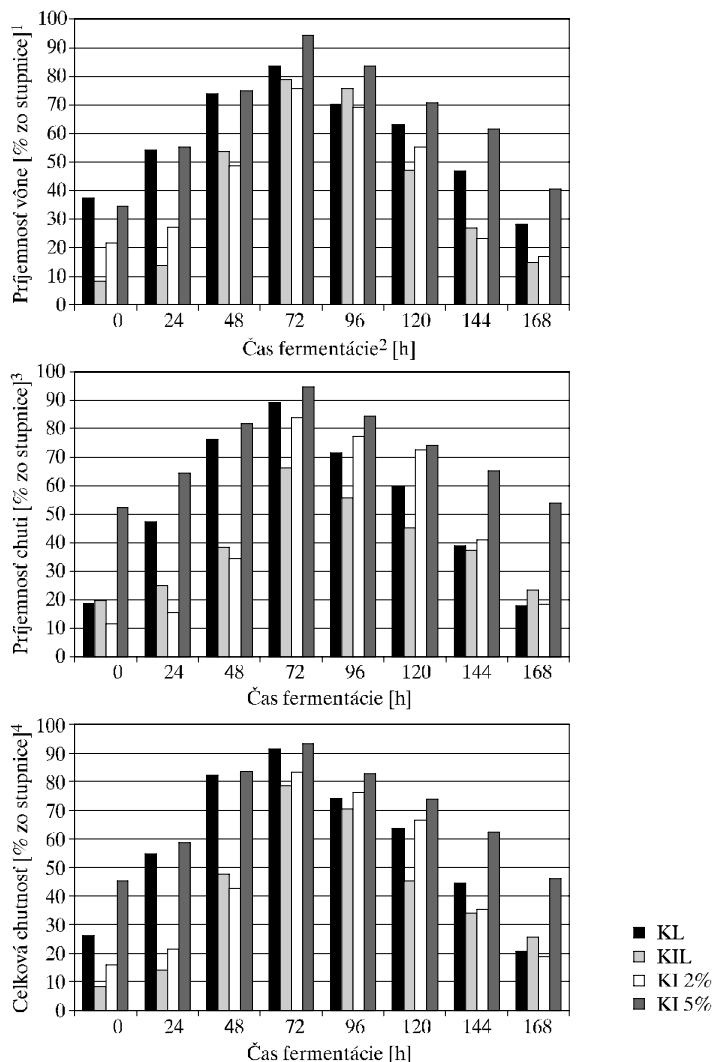


OBR. 4. Závislosť príjemnosti vône, príjemnosti chuti a celkovej chutnosti od času fermentácie kapustovej šťavy obsahujúcej rôzne preparáty na báze inulínu.

KL - čistá kapustová šťava (kontrolná vzorka), KI - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, KI SYN - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftilose Synergy, KI GR - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline GR.

FIG. 4. Dependence of acceptance of odour, acceptance of taste and flavour on the duration of the fermentation of cabbage juice containing various inulin-based preparations.

KL - pure cabbage juice (control sample), KI - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline HP, KI SYN - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftilose Synergy, KI GR - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline GR. 1 - acceptance of odour [% of scale], 2 - duration of fermentation, 3 - acceptance of taste [% of scale], 4 - flavour [% of scale].



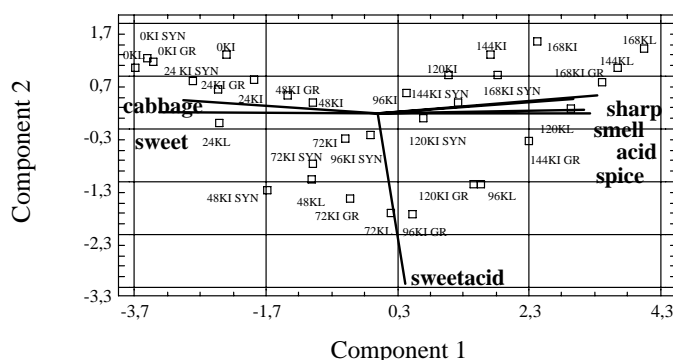
OBR. 5. Závislosť príjemnosti vône, príjemnosti chuti a celkovej chuťnosti od času fermentácie kapustovej šťavy obsahujúcej prebiotický preparát s obsahom viac ako 99,5 % inulínu. KL - čistá kapustová šťava (kontrolná vzorka), KIL - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, bez prídavku glukózy a NaCl, KI 2% - kapustová šťava s 2% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP, KI 5% - kapustová šťava s 5% prídavkom inulínového preparátu Raftiline HP.

FIG. 5. Dependence of acceptance of odour, acceptance of taste and flavour on the duration of the fermentation of cabbage juice containing a prebiotic preparation with more than 99.5 % of inulin.

KL - pure cabbage juice (control sample), KIL - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline HP, without addition of glucose and NaCl, KI 2% - cabbage juice with 2% addition of the inulin preparation Raftiline HP, KI 5% - cabbage juice with 5% addition of the inulin preparation Raftiline HP. 1 - acceptance of odour [% of scale], 2 - duration of fermentation, 3 - acceptance of taste [% of scale], 4 - flavour [% of scale].

### Výhodnotenie vône

PCA zredukovala pôvodných 7 deskriptorov vône na dva hlavné komponenty, ktoré vysvetlili spolu 83,4 % (rôzne preparáty na báze inulínu), resp. 88,9 % (preparát obsahujúci viac ako 99,5 % inulínu) z celkovej variability vstupných údajov. Všetky premenné, s výnimkou premennej sladkokyslá, sa vysvetlili takmer na identickej úrovni (obr. 6 - pre rôzne preparáty na báze inulínu). Môžeme teda konštatovať, že premennú sladkokyslá nie je nutné aplikovať pri hodnotení vône daných štiav.



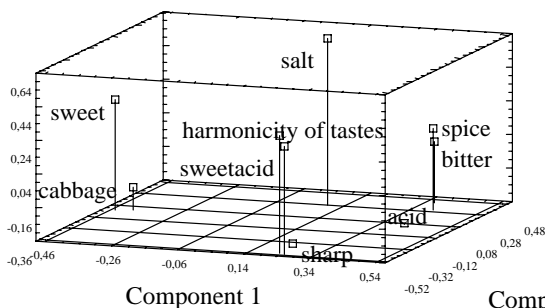
OBR. 6. Saturácie premenných (deskriptory vône) a skóre vzoriek v osiach PC1 a PC2 pre kapustovú šťavu obsahujúcu rôzne preparáty na báze inulínu.

FIG. 6. Component weights of variables (odour descriptors) and score of samples in axes of PC1 and PC2 for cabbage juice containing various inulin-based preparations.

### Výhodnotenie chuti

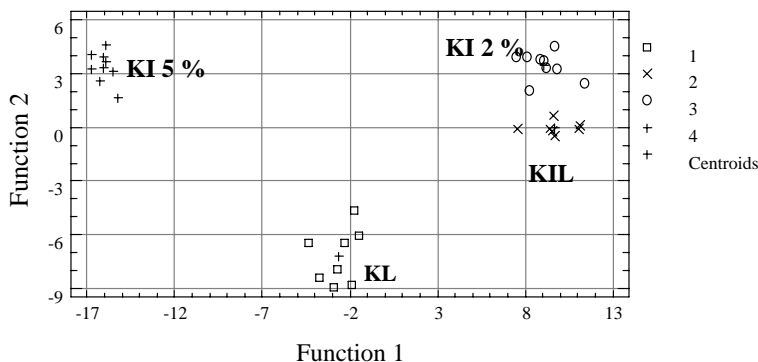
PCA zredukovala pôvodné deskriptory chuti na 3 hlavné komponenty, ktoré vysvetlili spolu 82,1 % (rôzne preparáty na báze inulínu, obr. 7), resp. 85,3 % (preparát obsahujúci viac ako 99,5 % inulínu) z celkovej variability údajov. Prvý hlavný komponent najlepšie vysvetlil premenné kyslá, kapustová a sladká, druhý hlavný komponent vysvetlil premennú harmonickú chuť. DA rozdelila vzorky s prídavkom prebiotického preparátu obsahujúceho viac ako 99,5 % inulínu do štyroch skupín (kontrolná vzorka - kapustová šťava, 2% prídavok preparátu, 5% prídavok preparátu a 2% prídavok preparátu bez prídavku glukózy a NaCl).

Na obr. 8 sú zobrazené skóre týchto vzoriek v osiach prvých dvoch štandardizovaných diskriminačných funkcií, kde jednotlivé body predstavujú vzorky prislúchajúce do jednotlivých skupín.



OBR. 7. Saturácie premenných (deskriptory chuti) v osiach PC1, PC2 a PC3 pre kapustovú šťavu obsahujúcu rôzne preparáty na báze inulínu.

FIG. 7. Component weights of variables (taste descriptors) in axes of PC1, PC2 and PC3 for cabbage juice containing various inulin-based preparations.



OBR. 8. Vynesenie skóre vzoriek (deskriptory chuti) v osiach prvých dvoch diskriminačných funkcií pre kapustovú šťavu obsahujúcu prebiotický preparát s obsahom viac ako 99,5 % inulínu.

FIG. 8. Plot of the score of samples (taste descriptors) in axes of first two discriminant functions for cabbage juice containing a prebiotic preparation with more than 99.5 % of inulin.

## Záver

Kyselina mliečna a octová predstavujú hlavné produkty fermentácie baktériami mliečneho kvasenia. Na základe výsledkov izotachoforetických meraní môžeme povedať, že najvyššia produkcia kyseliny mliečnej a octovej sa zaznamenala v kapustovej šťave (kontrolná vzorka KL) a v kapustovej šťave s 2% prídavkom prebiotického preparátu obsahujúceho viac ako 99,5 % inulínu, bez prídavku glukózy a NaCl (KIL): kyselina mliečna - 18,00 g.dm<sup>-3</sup> a 17,94 g.dm<sup>-3</sup>, kyselina octová - 1,64 g.dm<sup>-3</sup> a 1,48 g.dm<sup>-3</sup>).

Ďalej sa zistilo, že zvýšený prídavok (5%) prebiotického preparátu obsahujúceho viac ako 99,5 % inulínu nemal vplyv na produkciu kyseliny mliečnej a octovej v kapustovej šťave.

Najviac kyseliny L-askorbovej, ktorá je známa ako ukazovateľ šetrnosti technologického procesu, sa zachovalo v kapustovej šťave s 2% prídavkom inulínového preparátu obsahujúceho 90 % až 94 % inulínu (KI SYN - 60,2 %) a v kapustovej šťave s 2% prídavkom inulínového preparátu obsahujúceho viac ako 90 % inulínu (KI GR - 60,6 %).

Z výsledkov senzorického hodnotenia vyplýva, že najvyššia intenzita harmonickej chuti, príjemnej vône, príjemnej chuti a celkovej chutnosti sa dosiahla v kapustovej šťave s 5% prídavkom prebiotického preparátu obsahujúceho viac ako 99,5 % inulínu (KI 5%). Môžeme teda odporučiť prídavok tohto preparátu do kapustovej šťavy. MORTENSEN, A. a kol. [25] zistili, že nami použitý prebiotický preparát výrazne znižuje hladinu cholesterolu, čo má priaznivý účinok na hypercholesterolémiu a aterosklerózu. Ďalej sa zistilo, že všetky šťavy vykazovali najvyššiu intenzitu senzorických parametrov v 72. h fermentácie (okrem šťavy s prídavkom preparátu obsahujúceho viac ako 90 % inulínu). Kapustová šťava s prídavkom prebiotických preparátov na báze inulínu bola v porovnaní s kontrolnou vzorkou silnejšie zakalená a mala svetlejšiu farbu.

Analýza hlavných komponentov vybrala analytické (kyselina mliečna, kyselina octová, titračná kyslosť) a senzorické parametre (deskriptory vône: všetky okrem sladkokyslej, deskriptory chuti: kyslá, kapustová, sladká a harmonická chuť), ktoré najlepšie charakterizovali daný súbor vzoriek.

## Literatúra

1. LEE, CH.: Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. *Food Control*, 8, 1997, č. 5/6, s. 259-269.
2. CAPLICE E. - FITZERALD, G. F.: Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 1999, s. 131-149.
3. KOPEC, K.: Jakost mléčné kvašené zeleniny. *Výživa a potraviny*, 3, 2000, s. 93-94.
4. GAZZANI, G. - DAGLIA, M.: In vivo and ex vivo anti and prooxidant components of *Cichorian intybus*. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 1, 2000, č. 3, s. 127-133.
5. REN, H. - ENDO, H. - HAYASHI, T.: The superiority of organically cultivated vegetable to general ones regarding antimutagenic activity. *Mutation Research/Genetic and Toxicologic Environmental Mutagenesis*, 496, 2001, č. 1-2, s. 83-88.
6. SVETLÍKOVÁ, D.: Význam nápojov vo výžive. *Trendy v potravinárstve*, 7, 2000, samostatná príloha Infoservis v potravinárstve č. 23, s. 12-13.

7. UHEROVÁ, R. - PRÍBELA, A.: Konzervárenské suroviny. 1. vyd. Bratislava : SVŠT, 1986. 125 s.
8. AZIS, B. H. - CHIN, B. - DEACON, M. P. - HARDING, S. E. - PAVLOV, G. M.: Size and shape of inulin in dimethyl sulphoxide solution. Carbohydrate Polymers, 38, 1999, s. 231-234.
9. ŠRAMKOVÁ, K. - PAVELKA, M.: Inulín, inulooligosacharidy a funkčné potraviny. Trendy v potravinárstve, 8, 2001, č. 6, s. 10-12.
10. FLICKINGER, E. A. - LOO, J. V. - FAHEY, G. C.: Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43, 2003, č. 1, s. 19-60.
11. VELÍŠEK, J.: Chemie potravín 1. Tábor : OSSIS, 1999. 352 s.
12. BOBEK, P. - GALBAVÝ, Š. - MÁRIÁSSYOVÁ, M.: Vplyv inulínu na nutričnú hypercholesterolémiu a chemicky indukované prekancerózne lézie na hrubom čreve potkana. Bulletin potravinárskeho výskumu, 39, 2000, č. 3, s. 213-221.
13. VENDRELL-PASCUAS, S. - CASTELLOTE-BARGALLÓ, A. I. - LÓPEZ-SABATER, M. C.: Determination of inulin in meat products by high-performance liquid chromatography with refractive index detection. Journal of Chromatography A, 881, 2000, s. 591-597.
14. COUSSEMENT, P.: Innovationen mit inulin and oligofructose. Deutsche Milchwirtschaft, 16, 1996, s. 697-699.
15. ROBERFROID, M. B.: Concepts in functional foods: the case of inulin and oligofructose. Journal of Nutrition, 129, 1999, s. 1398-1401.
16. FRANCK, A.: Prebiotics stimulate calcium absorption: a review. Milchwissenschaft, 53, 1998, č. 8, s. 427-429.
17. PRÍBELA, A.: Analýza potravín - cvičenia. Bratislava : Edičné stredisko SVŠT, 1987. 394 s.
18. KAROVIČOVÁ, J. - GREIF, G. - KOHAJDOVÁ, Z. - HYBENOVÁ, E.: Využitie multivariačnej štatistickej analýzy pri hodnotení mliečne fermentovaných zeleninových štiav. Bulletin potravinárskeho výskumu, 40, 2001, č. 2, s. 119-131.
19. 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.
20. KAROVIČOVÁ, J. - KOHAJDOVÁ, Z.: The use of PCA, FA, CA for the evaluation of vegetable juices processed by lactic acid fermentation. Czech Journal of Food Sciences, 20, 2002, č. 4, s. 135-143.
21. KAROVIČOVÁ, J. - KOHAJDOVÁ, Z.: Using of multivariate analysis for evaluation of lactic acid fermented cabbage juices. Chemical Papers, 56, 2002, č. 4, s. 267-274.
22. EUCHAT, L. R.: Application of biotechnology to indigenous fermented foods. Food Technology, 49, 1995, s. 97-99.
23. FU, W. - MATHEWS, A. P.: Lactic acid production from lactose by *Lactobacillus plantarum*: kinetic model and effects of pH, substrate and oxygen. Biochemistry Engineering Journal, 3, 1999, s. 163-170.
24. KOVAC, B.: The use of the mould *Rhizopus oligosporus* in food production. Food Technology and Biology, 35, 1997, č. 4, s. 227-314.
25. MORTENSEN, A. - POULSEN, M. - FRANDSER, H.: Effect of a long-chained fructan Raftiline HP on blood lipids and spontaneous atherosclerosis in low density receptor knockout mice. Nutrition Research, 22, 2002, č. 4, s. 473-480.

Do redakcie došlo 22.12.2003.

**Fermentation of cabbage juice with addition of inulin-based preparations**

KOHAJDOVÁ, Z. - KAROVIČOVÁ, J. - LUKÁČOVÁ, D. - GREIFOVÁ, M.:

Bull. potrav. Výsk., 42, 2003, p. 213-228.

**SUMMARY.** Influence of various additions (2 % and 5 %) of an inulin-based prebiotic preparation on chemical composition and organoleptic properties of fermented cabbage juice was studied. Cabbage juice was inoculated with *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 and fermented for 168 h at 21 °C. A 2 % addition of the prebiotic preparation containing more than 99.5 % of inulin markedly improved organoleptic properties of the end product. A 5 % addition of this preparation had no effect on the production of lactic and acetic acids in cabbage juice, but improved organoleptic properties of cabbage juice. Using multivariation statistical methods, a more intensive turbidity and a lighter colour of cabbage juice with addition of inulin-based preparations, in comparison with juice without the addition of the preparation, was determined.

**KEYWORDS:** fermentation; cabbage juice; inulin; multivariation statistical methods