

Mikrovlnová pasterizácia ovocných štiav

M. GRODOVSKÝ

V predchádzajúcom článku (1) bola popísaná adaptácia vysokofrekvenčného sporáka GUM 2S, výrobku ZEZ Praha-Záběhlce, na prietokový pastér.

Na tomto zariadení sa vykonali pokusy s pasterizáciou ovocných štiav.

Tieto pokusy mali poskytnúť obraz o možnosti kontinuálne pasterizovať, resp. sterilizovať kvapalné produkty a stanoviť parametre, ktoré sme potrebovali na spresnenie návrhu kontinuálneho vf zariadenia s výkonom 15 kW na prietokovú pasterizáciu a sterilizáciu kvapalín. Navrhované zariadenie bližšie opíšeme neskoršie.

Z hore uvedených príčin obmedzili sme sa pri pokusoch na niekoľko druhov štiav a pretlakov, ďalej na modelové pokusy s vodným roztokom cukru, ktorý sa naočkoval pekárskymi kvasnicami. Pri týchto pokusoch nás najmä zaujímala okolnosť, či nedôjde k fyzikálnym zmenám ohrievaných kvapalín v sklenom meandri (pripaľovanie, zrážanie) a do istej miery nás zaujímala aj rýchlosť ohrevu, taktiež sme sledovali mikrobiologický obraz vzoriek pred a po ožiarení. Už z pokusov vykonaných v predchádzajúcich rokoch a z literárnych prameňov sme vedeli, že vf ohrev je pomerne šetrný voči nutričným zložkám, preto sme tieto zmeny hlbšie nesledovali. Máme v pláne podrobné štúdium tejto otázky na pripravovanom zariadení poloprevádzkového typu o výkone 60 — 300 litrov/hod.

Ohrev modelového cukorného roztoku

Príprava modelového roztoku

Rozpustením známeho množstva sacharózy vo vode pripravil sa 10 %-ný cukorný roztok v množstve 10 l. Z takto pripraveného zásobného roztoku odobrala sa alikvotná časť a zamiešala sa s ústojným roztokom podľa Brittona — Robinsona (roztok kyseliny fosforečnej, octovej a bóritej plus roztok 0,2 N NaOH) tak, aby sa získala škála

roztokov od pH 2 do pH 7. Kontrolu pH sme robili na pH metri zn. Radiometer Copenhagen typ pH 22 sklenou elektródou. Korekcie pH sa vykonali pomocou 0,1 N NaOH. Do pripravených cukorných roztokov pridala sa suspenzia pekárskeho kvasníc vo vode. Počiatočná koncentrácia kvasníc sa pohybovala v medziach 10^7 až 10^5 v závislosti od pH cukorného roztoku, hoci očkovací množstvo pre všetky vzorky bolo rovnaké.

Pomocou uzavretého obehu ohrialo sa množstvo 1,5 l cukorného roztoku na pasterizačnú teplotu 80 °C na zariadení GUM 2S, ihneď sa odobrala vzorka do sterilnej nádoby, ochladila a odovzdala mikrobiologickému oddeleniu na rozbor. V tomto pokuse sme zisťovali len celkový počet kvasiniek. Výsledky pokusu sú zhrnuté v tabuľke 1.

Tab. 1 — Mikrovlnový ohrev modelového roztoku sacharózy naočkovanej kvasinkami

pH roztoku	čas ohrevu (sekundy)	počet kvasiniek/ml	
		počiatočný	konečný
2	660	$2,1 \cdot 10^7$	0
3	540	$3,5 \cdot 10^5$	0
4	360*	$4,5 \cdot 10^4$	0
5	495	$2,6 \cdot 10^3$	0
6	375	$1,2 \cdot 10^3$	0
7	830	$1,6 \cdot 10^3$	0

* objem roztoku bol len 800 ml.

Intenzita anódového prúdu pri týchto pokusoch bola 0,5 mA (stupeň 3).

Ako z posledného stĺpca vidno, vplyvom mikrovlnového ohrevu zahynuli všetky prítomné kvasinky.

Pokus s pasterizáciou jahodovej šťavy

Jahodovú šťavu sme pripravovali z mrazených jahôd odrody Senga-Sengana, z úrody 1969. Na pokusy sa použila prefiltrovaná šťava. V šťave sme stanovili pH, obsah vitamínu C, množstvo antokyánov, resp. degradačný index, a to pred i po tepelnom zásahu.

Stanovenie pH

Stanovenie pH v tomto i ostatných pokusoch sa vykonalo sklenou elektródou na pH metri značky Radiometer Copenhagen, typ pH 22 s expanderom škály.

Stanovenie kyseliny askorbovej

Kyselinu askorbovú sme stanovili elektrometrickou titráciou podľa ČSN (titráciou dichlórphenolindofenolom).

Stanovenie antokyánov a degradačný index

Ako sme stručne spomenuli v záverečnej správe [2], spracovali Fuleki a spoluprac. [3] podrobný prehľad metód na stanovenie antokyánov, pričom podrobili kritike metódy stanovenia na základe merania optickej hustoty pri rozličnom pH. Poukázali najmä na skutočnosť, že optická hustota antokyánových roztokov, či už vo vode alebo v liehu, je veľmi závislá od pH roztoku. Na základe meraní vyniesli grafickú závislosť optickej hustoty od pH, z ktorej vidno, že najväčší spád krivky je medzi pH 2 a 3. Aj malá zmena pH v tomto rozsahu spôsobuje značnú zmenu optickej hustoty. Práve klasická metóda vypracovaná Sondheimerom a spol. [4] predpisovala meranie optickej hustoty antokyánových roztokov pri pH 2,0 a 3,4 a na základe odčítaných hodnôt sa vypočítalo množstvo antokyánov prítomných vo vzorke.

Fuleki (v citovanom článku) odporúča na meranie optickej hustoty hodnoty pH 1,0 a 4,5, ktoré sa nachádzajú na vodorovných častiach krivky. Podľa pokusov sa zistilo, že po pridaní ústojných roztokov, najmä ústojného roztoku s pH 4,5, nastáva na krátky čas zmena intenzity sfarbenia, ktorá sa však po krátkom čase vyrovná. Odporúča sa preto vzorky ponechať na 2 hodiny v tme, ktorý čas je postačujúci na dosiahnutie rovnováhy.

Výpočet celkového množstva antokyánov v 100 ml vzorke šťavy sa vykoná podľa vzorca:

$$A_1 = \frac{\Delta O \cdot D}{77,5} \quad (1)$$

kde

A_1 = celkové množstvo antokyánov (mg/100 ml),

$\Delta O \cdot D$ = rozdiel meraní optických hustôt pri pH 1,0 a 4,5 počítaný podľa vzťahu:

$$\Delta O \cdot D = A \cdot O \cdot D_{\text{pH } 1,0} - A \cdot O \cdot D_{\text{pH } 4,5}$$

pričom $A \cdot O \cdot D$ značí hodnotu odčítanej optickej hustoty pri danom pH vynásobenú zriedovacími faktormi;

77,5 = rozdiel $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ stanovený pri pH 1,0 a pH 4,5 delený 10.

Pre ovocné šťavy pripravené z čerstvého ovocia vypočíta sa celkový obsah antokyánov len zo stanovenia optickej hustoty pri pH 1,0 (vzorec 2).

$$A_2 = \frac{O \cdot D}{87,3} \quad (2)$$

Ade:

A_0 = celkové množstvo antokyánov v mg/100 ml šťavy;

$O . D$ = odčítaná optická hustota pri pH 1,0 vynásobená príslušným zriedovacím faktorom;

87,3 = $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ stanovený pri pH 1 a delený 10.

D e g r a d a č n ý i n d e x

Uvedené dve hodnoty celkového množstva antokyánov vypočítané podľa vzorca (1) a (2) použijú sa na výpočet degradačného indexu. Princíp metódy zakladá sa na pozorovaní, že maximum optickej hustoty antokyánov leží pri 510 nm. Degradáčne produkty antokyánov majú absorpčné maximum pri 415 nm, ale do istej miery absorbujú aj pri 510 nm. So stúpajúcou degradáciou antokyánov klesá ich absorbančia pri pH 1,0; degradačné produkty však pri pH 4,5 zvyšujú svoju absorbanciu. Hodnota celkového množstva antokyánov vypočítaná podľa vzorca (1) sa bude preto znižovať, zatiaľ čo hodnota vypočítaná podľa vzorca (2) sa bude meniť pomalšie. Degradáčny index sa počíta podľa vzťahu (3):

$$D . I = \frac{A_2}{A_1} \quad (3)$$

kde značia:

$D . I$ = degradačný index (bezrozmerné číslo);

A_2 = celkové množstvo antokyánov vypočítané podľa vzorca (2);

A_1 = celkové množstvo antokyánov vypočítané podľa vzorca (1).

Hodnoty $D . I$ pre neporušenú vzorku sa pohybujú okolo 1,0. Čím bude degradácia antokyánov vyššia, čiže hodnota v menovateli menšia, tým bude hodnota $D . I$ vyššia. Napr. pre 50 %-nú degradáciu bude hodnota $D . I = 2$, pri 90 %-nej degradácii bude hodnota $D . I = 10$. Typický výsledok stanovenia v jahodovej šťave je v tabuľke 2.

Zmena pH pred a po zásahu vľ energie indikuje, že došlo k dajakej zmene, k zvýšeniu koncentrácie vodíkových iónov. Blížšie sme sa touto zmenou nezaoberali. Obsah vit. C, ktorý i v čerstvých jahodách je dosť nízky, je tu po 8-mesačnom mraziarenskom skladovaní zanedbateľný. Degradáčny index naznačuje, že došlo k zníženiu množstva antokyánov asi o 5 %, toto je však nižšie, ako sme naznamenali pri pokusoch s vplyvom vľ energie na nekryté vzorky jahodovej šťavy (až 40 %) (2).

Tab. 2 — Jahodová šťava

	pH	C vit. mg/100 ml	A ₁ = mg/100 ml	D . I
pred ohrevom	4,06	0,003	15,1	1,05
po ohreve	3,61	0,003	14,6	1,05
Množstvo šťavy 750 ml				
Čas ohrevu na 80 °C 3 minúty				

Pokusy so šťavou z čiernych ríbezlí

Podobne ako v minulosti vykonali sme pokusy aj s vf ohrevom šťavy z čiernych ríbezlí. Štavu sme ohriali na 80 °C pri uzavretom obehu na za-riadení GUM 2S. Na pokusy sme použili ríbezle odrody Silvergieterová odobraté zo šľachtiteľskej stanice v Prievidzi, mrazené a skladované pri -18°. Pre veľký obsah pektínov bola pripravená šťava veľmi viskózna, pokusy sme preto robili so šťavou riedenou vodou v pomere 1:1. V štave sme stanovili sušinu, vit. C, antokyány a vykonal sa taktiež mikrobiologický rozbor. Z jedného typického pokusu sú výsledky v tabuľke 3 a 4.

Tab. 3 — Štava z čiernych ríbezlí riedená

Štava	sušina	C vit. mg/100 ml	A ₁	D . I
čerstvá	7,46	0,33	16,9	} 1,02
ohriata	7,50	0,24	16,0	

Tab. 4 — Mikrobiologický rozbor ríbezľovej šťavy

Štava	CPM	kvasinky	plesne
čerstvá	5,7.10 ⁵	1,3.10 ⁵	0
ohriata	3,0.10 ¹	0	0

Množstvo šťavy 900 ml;

Čas ohrevu na 80 °C 2 min. 45 sekúnd.

Pri ohreve došlo k dosť značnému zníženiu množstva C vit. (asi o jednu štvrtinu). Ako ukazuje degradačný index, pokles množstva antokyánov je zanedbateľný. Mikrobiologická skúška ukázala ako aj v iných

prípadoch úplné eliminovanie kvasiniek a drastické zníženie celkového počtu mikroorganizmov.

Pokusy s paradajkovou šťavou

Šťava sa pripravila z čerstvých paradajok odrody Sláva Porýnia. V šťave sa stanovila sušina, kyslosť aktuálna a titračná, C vitamín, ako aj lykopén a β -karotín. Množstvo posledne menovaných zložiek počítalo sa podľa metódy publikovanej Lineom a spol. (5) z rovníc:

$$\begin{aligned} \text{mg } \% \text{ karotínu} &= 462 \cdot a_{451} - 309 \cdot a_{503} \\ \text{mg } \% \text{ lykopénu} &= 395 \cdot a_{503} - 80,5 \cdot a_{451} \end{aligned}$$

Výsledky pokusu sú v tabuľke 5.

Tab. 5 — Paradajková šťava

Šťava	pH	kyslosť	sušina	C vit.	β -karotín	lykopén
čerstvá	4,13	0,56	3,84	0,24	22,8	29,4
ohriata	4,19	0,49	4,28	0,18	32,6	52,6

Množstvo šťavy 900 ml;
Čas ohrevu na 80 °C 3 min.

Podobne ako pri čiernych ríbezliach došlo aj v tomto prípade k zníženiu obsahu C vitamínu asi o 25 %. Množstvo β -karotínu a lykopénu podobne ako v minulých pokusoch sa po ohreve naopak zvýšilo.

Diskusia

Prietoková pasterizácia mikrovlnovým ohrevom môže byť perspektívnym spôsobom predĺženia uchovateľnosti mlieka a iných kvapalín. Pri pokusoch sme zistili, že účinnosť na kvasinky je vysoká, prakticky 100 %-ná. Možno, že nízky obsah kyseliny askorbovej v šťave z jahôd je zapríčinený dlhým skladovaním pri nízkej teplote, keď kyselina askorbová prechádza na kyselinu dehydroaskorbovú, ktorá sa titráciou dichlórfenolindofenolom nepostihne.

Zmeny antokyánových farbív, ktoré v značnej miere rozhodujú o zmyslovej hodnote výrobku, sú následkom mikrovlnového ohrevu nepatrné. Vysoké straty, ktoré sme pozorovali pri ohreve ovocných štiav v otvorených nádobách, kým sme nemali k dispozícii prietokový ohrievač, možno do značnej miery pripísať vysušeniu vzorky (strata vody pri ohreve v otvorených nádobách dosahovala až 25—30 %) a tým miestne zvýšenej teplote. Degradálny index sa prejavil ako dobrý ukazovateľ výšky degradácie antokyánových farbív.

S ú h r n

V článku sú opísané výsledky pokusov s mikrovlnovou pasterizáciou šťavy z jahôd, čiernych ríbezlí a paradajok. Mikrovlnovým ohrevom sa obsah rastlinných pigmentov (antokyánov a karotínov) ničí nepatrne, väčší úbytok (do 25 %) sa pozoroval pri kyseline askorbovej v šťave z čiernych ríbezlí.

L i t e r a t ú r a

1. Grodovský, M.: Mikrovlnový sporák GUM 2S ako prietokový pastér. Bulletin VÚP SPA, **10**, 1971, č. 4.
2. Grodovský, M. a kol.: Mikrovlnový ohrev ovocných štiav. Čiastková záverečná správa. Bulletin VÚP—SPA, Bratislava, 1968.
3. Fuleki, T.—Francis, F. J.: J. Food Science, **33**, 1968, s. 78—83.
4. Sondheimer, E.—Kertész, Z. I.: Anal. Chem., **20**, 1948, s. 245—48.
5. Line, B. J.—Griffits, F. P.: Agr. Food Chemistry, **5**, 1957, s. 947.

Микроволна пастеризация фруктовых соков

Выводы

В статье приведены результаты опытов с применением микроволной пастеризации соков из ягод, черной смородины и томатов. Микроволным нагревом содержание растительных пигментов (антоцианов и каротинов) уничтожается только незаметно, больший убыток (до 25%) был обнаружен у аскорбиновой кислоты в соке из черной смородины.

The microwave pasteurization of fruit juices

Summary

In the paper the experimental results of the straw-berries, blak-currants and tomatoes juices microwave pasteurizing are described. By microwawe heating the content of plant pigments (anthocyanines and carotenes) is not much destroyed, a greater reducing (till 25 %) of ascorbic acid in black-currants was observed.