

Blanšírovanie špenátu mikrovlnným dielektrickým ohrevom

J. VAŠICOVÁ-KOSTOLANSKÁ

Väčšina potravinárskych surovín sa pred každým spôsobom konzervovania tepelne opracúva, — blanšíruje. Touto operáciou sa zastavuje alebo aspoň potlačuje mikrobiálna činnosť a rad prirodzených biochemických reakcií vyvolávaných činnosťou enzýmov. Nateraz sa užívajú tepelné zariadenia — blanšéry s kondukčným vedením tepla rôznej konštrukcie, u ktorých médium, ktoré odovzdáva teplo, je teplá voda alebo para (1).

V uvedenej práci sme k tomuto cieľu aplikovali mikrovlnný dielektrický ohrev. Pri tomto spôsobe ohrevu zdrojom energie je vysokofrekvenčné vlnenie, ktoré sa riadi zákonmi elektromagnetického poľa vyjadrenými Maxwellovými rovnicami.

Množstvo premenenej vysokofrekvenčnej energie na teplo vyjadrujú vzťahy:

$$N = 2\pi \cdot E^2 \cdot f \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta, \text{ W}$$

$$N = 0,556 \cdot 10^{-12} \cdot E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta, \text{ W}$$

kde E = intenzita elektrického poľa, V/cm

f = frekvencia v Hz

$\varepsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-14}$ F/cm, dielektrická konštanta pre vákuum

ε = relatívna dielektrická konštanta

$\operatorname{tg} \delta$ = stratový uhol — vyjadruje možnosť stanoviť absorbnú schopnosť

$\varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta$ = stratový faktor

Rýchlosť stúpania teploty sa vyráta podľa nasledujúceho vzťahu:

$$\frac{d\theta}{dt} = 8 \cdot 10^{-12} \frac{E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta}{\rho \cdot c}, \text{ deg/min}$$

kde ρ = merná váha, g/cm³

c = merné teplo, cal/g deg

Pre hĺbku vniku vlny d , t. j. vzdialenosť, v ktorej poklesne výkonová hustota z pôvodnej hodnoty pri vstupe na $1/e$, teda asi na 37 % platí:

$$d = \frac{1}{\omega \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot \sqrt{-1 + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}}}$$

$$\omega = 2\pi f$$

pre malé stratové uhly platí:

$$d \approx \frac{1}{\omega \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot \operatorname{tg} \delta} \approx \frac{1}{f \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot \operatorname{tg} \delta} \quad (2)$$

Experimentálna časť

Pracovali sme na desaťkilowattovom vysokofrekvenčnom zariadení s vlnovou dĺžkou 24 cm. Špenát, na ktorý sme nechávali pôsobiť vysokofrekvenčnú energiu, sme naukladali vo výške 5 cm do žliabkov vyhotovených z vlnitej lepenky, vyložených pergamenom na čelných plochách neuzavretých. Naplnené žliabky špenátom sa pohybovali na nekonečnom teflonovom páse cez uzavretý priestor, kde pôsobila vysokofrekvenčná energia. Rýchlosť posuvu transportného pásu bola štandardne 1m/103 sek.

Na začiatok každého pokusu sme do celého priestoru, kde pôsobí vysokofrekvenčná energia, naukladali bakelitové misky s cca 200 ml vody, aby sme účinný priestor vyplnili potrebnou záťažou. Tak isto na dobehnutie pokusu sme za špenát vkladali tiež misky s vodou.

Evidovali sme váhové množstvo tepelne spracovaného špenátu, čas, za ktorý bolo príslušné váhové množstvo špenátu tepelne spracované. Na to ktoré množ-

Tab. 1. Základné technologické merania

Dátum	Sieťové napätie V	Anódový prúd A	Prevádzka magnetrónu hod.	Spotreby energie kWh	Spracovaný špenát kg
21. 4.	215	1,15	0,1	1,2	3,55
25. 4.	220	1,1	0,3	3,5	7,00
27. 4.	220	1,1	0,2	2,6	6,00
28. 4.	220	1,1	0,4	4,1	11,00
2. 5.	225	1,15	0,1	1,4	4,00
3. 5.	225	1,15	0,1	1,3	4,00
4. 5.	225	1,15	0,2	2,8	8,00
5. 5.	225	1,15	0,2	3,0	8,00
6. 5.	225	1,15	0,1	1,7	5,00
16. 5.	225	1,15	0,1	1,5	4,50
17. 5.	220	1,15	0,05	1,0	3,00
18. 5.	220	1,15	0,1	1,2	4,00
19. 5.	210	1,2	0,1	1,7	4,50
31. 10.	215	1,1	0,1	1,3	4,00

stvo špenátu sme na elektromere odrátali spotrebované množstvo elektrickej energie. (Do tejto spotreby bolo zahrnuté aj množstvo elektrickej energie, spotrebované na posuv transportného pásu). Merania sú zaznamenané v tabuľke 1.

Surovinu sme odoberali z výrobného závodu Slovenských mraziarní. Aby sme mali rovnaké podmienky a porovnateľné výsledky s priemyselným spracovaním, špenát sme odoberali z práčky pred vstupom do blanšíra. Na porovnanie parametrov sme brali tiež vzorky špenátu blanšírovaného vo vode a ochladeného sprchou studenej vody pred vstupom do pasírky.

Výsledky a diskusia

Na blanšírovanie 1 kg špenátu vysokofrekvenčnou energiou je potrebné priemerne 0,36 kWh elektrickej energie. Účinným priestorom, cez ktorý sa pohybuje transportný pás, prejde špenát za 1 minútu. To znamená, že je iba $\frac{1}{4}$ času vystavený tepelnému zásahu v porovnaní s blanšírovaním vo vode.

Špenát tepelne opracovaný pomocou vysokofrekvenčnej energie má vyhovujúcu konzistenciu. Zachováva si veľmi peknú zelenú farbu. Vizuálne sa nám videla byť výraznejšia ako u suroviny pred účinkom vysokofrekvenčnej energie.

Tab. 2. Sušina špenátu v %

Dátum	Surovina	Blanšírovaný vo vode	Blanšírovaný vf energiou	
			chladený	nechladený
21. 4.	8,06	—	—	11,70
25. 4.	5,57	—	—	8,64
27. 4.	9,69	9,31	—	11,45
28. 4.	9,57	8,85	8,95	—
2. 5.	10,59	10,24	—	14,20
3. 5.	11,91	11,25	13,40	14,45
4. 5.	11,90	11,30	13,80	14,90
5. 5.	7,73	8,92	9,73	11,23
6. 5.	9,89	8,35	9,91	11,81
16. 5.	7,20	6,52	8,80	10,75
17. 5.	7,73	7,91	10,89	10,52
18. 5.	6,81	7,49	8,72	9,81
19. 5.	5,72	7,75	8,81	9,64
31. 10.	9,17	6,82	—	12,08

Aby sme získali porovnateľné výsledky, časť špenátu po pôsobení vysoko-frekvenčnej energie sme ochladili studenou vodou. Takto sme získali v tej istej surovine všetky sledované hodnoty v surovom stave, po blanšírovaní vo vode, po blanšírovaní vysokofrekvenčnou energiou bez chladenia a s následným chladením.

T a b. 3. Obsah piesku v špenáte ‰

Dátum	Surovina	Blanšírovaný vo vode	Blanšírovaný v† energiou	
			chladený	nechladený
16. 5.	0,0119	0,0089	0,0108	0,0125
17. 5.	0,0049	0,0039	0,0044	0,0058
18. 5.	0,0280	0,0098	0,0140	0,0210
19. 5.	0,0279	0,0088	0,0119	0,0182
31. 10	0,0041	0,0000	0,0000	0,0001

T a b. 4. Možný obsah piesku v špenáte v ‰ so zreteľom na zvýšený obsah sušiny – prepočet na obsah piesku zistený v špenáte blanšírovanom vo vode

Dátum	Blanšírovaný vo vode	Prepočet na blanšírovaný v† energiou	
		chladený	nechladený
16. 5.	0,0089	0,0120	0,0146
17. 5.	0,0039	0,0053	0,0058
18. 5.	0,0098	0,0114	0,0128
19. 5.	0,0088	0,0100	0,0109
31. 10	0,0000	0,0000	0,0000

Aktivita peroxidázy sa jednoznačne neprejavuje, čo vyplýva z nasledujúcej tab. 5.

T a b. 5. Aktivita peroxidázy v špenáte v sek.

Dátum	Surovina	Blanšírovaný vo vode	Blanšírovaný v† energiou	
			chladený	nechladený
4. 5.	2,5	45	78	90
5. 5.	0,5	78	40	77
6. 5.	ihneď	215	65	150

Blanšírovanie pomocou vysokofrekvenčnej energie môžeme nazývať „suchým blanšírovaním“, nakoľko prebieha bez prídavku vody. Pri tomto spôsobe blanšírovania sa nám u špenátu zvyšuje sušina. Keď vysokofrekvenčnou energiou

blanširovaný špenát schladíme studenou vodou, jeho sušina so zreteľom na sušinu spracovanej suroviny stúpne v priemere o 1,85 %. V prípade, že by sa po účinku vysokofrekvenčnej energie nechladil, jeho sušina v priemere stúpne o 2,97 %. Naproti tomu pri terajšom spôsobe blanširovania vo vode sa sušina spracovaného špenátu znižuje asi o 0,5 % so zreteľom na sušinu spracovanej suroviny.

Obsah piesku je jedno z kritérií pri dodávkach mrazeného špenátu na export. Je prirodzené, že sa jeho obsah pri blanširovaní vo vode znižuje ešte aj v blanšéri.

Z uvedenej tab. 3 vyplýva, že obsah piesku v špenáte vysokofrekvenčne blanširovanom a chladenom vodou, a v špenáte nechladenom v porovnaní so špenátom blanširovaným vo vode je vyšší. Keď ale zohľadníme vyššiu sušinu a za základ berieme obsah piesku v špenáte blanširovanom vo vode a chladenom vodou pred pasírovaním, mohol by jeho obsah dosiahnuť hodnoty uvedené v nasledujúcej tab. 4.

S ú h r n

1. Voľne sypaný špenát môže sa vysokofrekvenčnou energiou tepelne spracovať.

2. V špenáte blanširovanom pomocou vysokofrekvenčnej energie sa zvyšuje sušina priemerne od 1,85 % do 2,97 %, podľa toho, či sa po účinku vysokofrekvenčnej energie chladí vodou, alebo nie.

3. Farba po účinku vysokofrekvenčnej energie je intenzívne zelená — v porovnaní so surovinou výraznejšia.

4. Spotreba elektrickej energie na zblanširovanie 1 kg špenátu pomocou vysokofrekvenčnej energie je 0,36 kWh.

5. Špenát sa zblanširuje za 1 minútu.

6. Vytvára sa možnosť fluidizačne zmrazovať špenátové listy. (3)

L i t e r a t ú r a

1. Heidinger K., Záverečná zpráva výskumnej úlohy „Úprava technológií a výskum kontinuálnych procesov pre automatizáciu výrobných liniek v mraziarňach“, Výskumný ústav pre konzerváciu potravín Bratislava 1964.
2. Handbuch für Hochfrequenz und Elektrotechnik VI. Band s. 452.
3. Vašicová-Kostolanská J., Záverečná zpráva výskumnej úlohy „Uplatnenie nových technológií tepelného spracovania potravín pri výrobe hotových jedál“ ÚVÚPP pobočka Bratislava 1967.

Бланширование шпината диэлектрическим микроволным огревом

Выводы

1. Свободно сыпанный шпинат возможно обработать высокочастотной энергией.
2. В шпинате бланшированном помощью высокочастотной энергии повышается содержание сухих веществ в среднем от 1,85—2,97 %, смотря на то, если после дейст-

вия высокочастотной энергии охлаждается водой, или нет.

3. Краска после действия высокочастотной энергии интенсивно зеленая — выразительнее в сравнении с сырьем.

4. Расход электрической энергии на бланширование 1 кг шпината помощью высокочастотной энергии 0,36 кВт.

5. Время бланшировки шпината 1 минута.

6. Создается возможность замораживать шпинатовые листья помощью флюидизации.

Blanching of spinach by dielectric microwave heating

Summary

1. Loosely sprinkled spinach may be heat-treated by highfrequency power.

2. In the spinach blanched by high-frequency power dry residue rises average from 1,85 % to 2,97 % depending on whether it is water chilled or not after the effects of high-frequency power.

3. The colour, after the effects of high-frequency power, is intensively green, in comparison with the raw material more expressive.

4. The electric power consumption for the blanching of 1 kg spinach by high-frequency power is 0,36 kWh.

5. The spinach is blanched in one minute.

6. There is a feasibility of freezing spinach leaves by the FLO-FREEZE method.