

Využitie elektrofyzikálnych metód pri tepelnej úprave potravín živočíšneho pôvodu

Utilization of electrophysical methods in the thermal treatment of animal origin food

V. SMIRNOV — E. SŮROVÁ — R. UHEROVÁ — M. TAKÁČOVÁ

Abstract: The work deals with the study of an influence of microwave heating and microwave with infrared heating combination on sensorial properties, nutritive significant oxilabile and thermolabile essential fat acids and B vitamins of pork and chicken meat. The analyses were made immediately after thermal treatments during 9-month storage under freezing conditions (-18°C).

For the appreciation of economic coefficients the yielding and consumption of electrical energy were followed. As the comparing thermal treatment the baking in an electric oven was chosen.

The determined optimal parameters in both sorts of meat refer to utilization advantages of electrophysical methods in the culinary practice.

V súčasnosti používa kulinárna prax viac tepelných úprav pokrmov, aby sa potravina dostala do stavu charakterizovaného požadovanými senzorickými vlastnosťami. Najrozšírenejší spôsob tepelnej úpravy potravín je u nás stále konvenčný ohrev, v menšej miere sa uplatňuje v podnikoch spoločného stravovania i v domácnostiach infračervený ohrev. Obidva tieto spôsoby tepelnej úpravy využívajú vedenie tepla (získaného spaľovaním pevného paliva, plynu, resp. elektrickej energie), ktorým sa má potravina upraviť, zo zdroja cez ohrievacie priestory do potraviny.

Na potraviny treba pôsobiť pri uvedených tepelných úpravách určitý čas, čo je spojené so spotrebou elektrickej (tepelnej) energie a jej stratami, ktoré vznikajú vlastným ohrevom zariadení, nádob a čiastočným vyžarovaním energie do priestoru.

Tepelná úprava infračerveným žiarením má oproti konvenčnému ohrevu mnoho výhod, napr. teplo vzniká okamžite a netreba dlhé nákladné predhrievanie. Použitím vhodných regulačných zariadení možno meniť okamžite teplotu žiaričov. Preto sa hodí infračervené žiarenie obzvlášť dobre pri kontinuálnej výrobe. Pre svoju špecifickú vlastnosť (v látke sa mení na teplnú energiu), skrakuje sa čas tepelnej úpravy, čo sa prejavuje v produktivite práce.

Najmodernejší spôsob tepelnej úpravy potravín, ktorý sa používa vo svete, je mikrovlnný ohrev (vysokofrekvenčný ohrev). Mikrovlny sú vysokofrekvenčné

né elektromagnetické vlny, ktoré transportujú energiu bez vodiča s rádiovými alebo ultrakrátkymi vlnami, prenikajú do mnohých nekovových materiálov a spôsobujú ich ohrev. Efekt ohrevu je výsledkom interakcie vln s polarizovanými molekulami v materiáli alebo interakciou s iónmi. Prudké oscilácie elektrického poľa zapríčiňujú rýchle chvenie. Táto energia má za následok, že sa v týchto vibráciách mení na teplo. (Dipolárne molekuly sa v oscilovanom elektrickom poli usilujú orientovať v smere poľa. Pri frekvencii mikrovlnnej sily molekuly môžu vibrovať iba na mieste a táto vibračná energia sa premení na teplo.)

Tento proces prebieha v celom objeme naraz. Čím viac má látka dipólov, tým sa rýchlejšie zahreje a tým je vhodnejšia na mikrovlnný ohrev. Potraviny, ktoré obsahujú viac vody, lepšie sa zohrievajú ako suché.

Možnosti použiť mikrovlnný ohrev nie sú neobmedzené a nenahradzujú úplne doteraz používané spôsoby ohrevu. Nesporne je správny súčasný názor, že v kulinárnej technológii predstavuje tepelnú úpravu, ktorá šetrí čas, elektrickú energiu, spôsobuje menšie hmotnostné úbytky, zachováva výrazné chuťové vlastnosti potravín za súčasného zachovania vyššej nutričnej hodnoty. Okrem týchto skutočností je výhodou, že pokrm možno tepelne upravovať na servírovacom tanieri (miske), lebo porcelán, sklo, papier a niektoré plastické látky sa pôsobením mikrovln nezohrievajú.

Na tepelnú úpravu porcovaného mäsa je vhodné použiť kombináciu mikrovlnného a infračerveného ohrevu, čím sa mäso predupraví a v infračervenom grile sa upravuje, kým nenadobudne charakteristickú kôrku a sfarbenie.

Tepelná úprava mäsa

V našom usporiadaní pokusu sme použili pri všetkých tepelných úpravách zariadenia československej výroby. Pre mikrovlnný ohrev zariadenie GUM 2S, infračervený ohrev sme uskutočnili na ETAGRILE 145 a konvenčným ohrevom, ktorý sme zvolili ako porovnávacie, sme mäso tepelne upravovali (piekli) v elektrickej rúre TATRAMAT.

Pri tepelne spracovaných surovinách za uvedených podmienok (tab. 2, 3) sme sledovali pri jednotlivých typoch ohrevov (mikrovlnný, kombinácia

Tabuľka 1. Prehľad výťažnosti mäsa tepelne upraveného mikrovlnným ohrevom, kombináciou mikrovlnného a infračerveného ohrevu a konvenčným ohrevom

Druh mäsa	Spôsob tepelnej úpravy		
	mikrovlnný ohrev	Komb. MV + IČ ohrev [%]	Konvenčný ohrev [%]
Bravčové mäso I	85,3 ± 0,3	74,2 ± 1,5	70,9 ± 2,3
Bravčové mäso II	92,4 ± 0,6	79,7 ± 0,4	70,2 ± 4,0
Kurčacie mäso	72,3 ± 2,1	80,2 ± 0,9	69,1 ± 2,9

mikrovlnného a infračerveného ohrevu — MV + IČ, konvenčný ohrev) spotrebu elektrickej energie, výťažnosť, senzorické vlastnosti a zmeny nutrične významných esenciálnych mastných kyselín a vitamínov skupiny B. Tieto parametre sme sledovali ihneď po tepelných úpravách a počas 9-mesačného skladovania v mraziarenských podmienkach. Pre skladovacie účely boli vzorky vákuovo zabalené do polyetylénovej fólie.

Odkúšalo sa bravčové mleté mäso zo stehna (2 série pokusov) a kurčacie mäso. Pomleté bravčové mäso bolo vyformované na plátky rozmerov $15 \times 10 \times 3$ cm hmotnosti asi 150 g. Kurčatá hmotnosti asi 1000 g sa tepelne upravovali rozštvrtené. Mäso sme v mikrovlnnom zariadení tepelne upravovali v polyetylénových miskách, v infračervenom grile na miskách z hliníkovej fólie a v konvenčnej rúre na pekáčoch. Pred tepelnou úpravou sme surovinu zmiešali s 1,5 % kuchynskej soli.

Spotreba elektrickej energie pri tepelnej úprave mäsa

Na posúdenie ekonomických ukazovateľov sledovaných spôsobov tepelných úprav bravčového a kuracieho mäsa sme vypočítali spotreby energie pri jednotlivých uvedených typoch spotrebičov. Pri výpočtoch sme použili hodnoty uvedené v tabuľkách 2 a 3.

Senzorické hodnotenie

Tepelne upravené bravčové a kurčacie mäso sme senzoricky hodnotili ihneď po tepelných úpravách i skladované v mraziarenských podmienkach, po rozmrazení a zohriatí na konzumnú teplotu (v intervaloch 0,5, 1, 2, 3, 6 a 9 mesiacov).

Bravčové aj kurčacie mäso tepelne upravené mikrovlnným ohrevom vynikalo šťavnatosťou, kým mäso tepelne upravené konvenčným ohrevom a kom-

Tabuľka 2. Spotreba elektrickej energie pri tepelnej úprave bravčového mäsa

	Konvenčný ohrev	Mikrovlnný ohrev	Kombinova- ný ohrev
Anódový prúd [A]	—	0,6—0,7	0,6—0,7
Doba pôsobenia MV ohrevu [min]	—	3	3
Doba pôsobenia IČ ohrevu [min]	—	—	6
Doba pôsobenia konvenčného ohrevu [min]	30	—	—
Hmotnosť porcie [g]	150	150	150
Celková hmotnosť mäsa [kg]	12,75	12,70	12,19
Príkon spotrebiča [W]	1800	2000	1700
Teplota (meraná v strede vzorky) [°C]	82—83	82	79—83
Spotreba elektrickej energie na tepelnú úpravu [MJ]	38,76	7,59	7,20a
Spotreba elektrickej energie [MJ kg ⁻¹]	3,04	0,60	18,36b
			2,10

a — mikrovlnný ohrev, b — infračervený ohrev.

Tabuľka 3. Spotreba elektrickej energie pri tepelnej úprave kurčiat

	Konvenčný ohrev	Mikrovlnný ohrev	Kombinovaný ohrev
Anódový prúd [A]	—	0,6—0,7	0,6—0,7
Doba pôsobenia MV ohrevu [min]	—	7	4
Doba pôsobenia IČ ohrevu [min]	—	—	5
Doba pôsobenia konvenčného ohrevu [min]	50	—	—
Hmotnosť porcie [g]	1000	1000	1000
Celková hmotnosť mäsa [kg]	43,56	39,60	42,82
Príkon spotrebiča [W]	1800	2000	1700
Teplota meraná v strede vzorky [°C]	81—83	80	79—83
Spotreba elektrickej energie na tepelnú úpravu [MJ]	113,87	35,35	20,64a
Spotreba elektrickej energie (MJ kg ⁻¹)	2,61	0,83	21,93b
			0,99

a — mikrovlnný ohrev, b — infračervený ohrev.

bináciou mikrovlnného a infračerveného ohrevu bolo suchšie, ale malo charakteristickú vôňu a sfarbenie, čo značne ovplyvnilo celkové hodnotenie (tab. 4). V priebehu 9-mesačného skladovania sme zaznamenali najmenšie zmeny senzorických vlastností pri mäse tepelne upravenom mikrovlnným ohrevom, najväčšie pri bravčovom a kurčacom mäse tepelne upravenom konvenčným ohrevom.

Tabuľka 4. Celková zmena v senzoričkom hodnotení počas skladovania (Σ bodov)

Tepelná úprava	Bravčové mäso			Kurčacie mäso		
	0 m	9 m	Δ	0 m	9 m	Δ
Mikrovlnný ohrev	35,18	32,42	2,76	37,30	34,98	2,32
Kombinovaný MV + IČ ohrev	38,75	30,07	8,68	44,55	30,16	14,39
Konvenčný ohrev	40,02	28,99	11,03	46,73	29,86	16,87

Vplyv ohrevu na zmenu v obsahu mastných kyselín a vitamínov skupiny B

Pri sledovaní zmien niektorých nutričných hodnôt, najmä dôležitých esenciálnych mastných kyselín (Σ EMK), linolovej a linolénovej, sme zistili takmer rovnaké úbytky pri bravčovom mäse pri použití mikrovlnného ohrevu ako pri konvenčnom ohreve, kým kombinácia ohrevov mala najväčší deštruktívny účinok na esenciálne MK za súčasného najmenšieho úbytku nenasýtených MK (tab. 5).

V priebehu skladovania sme zaznamenali najmenšie úbytky súčtu esenciálnych a nenasýtených MK pri mäse tepelne upravenom mikrovlnným ohrevom, kým mäso tepelne upravené konvenčným ohrevom vykazovalo najvyššie straty.

Tabuľka 5. Zmeny obsahu MK bravčového mäsa vplyvom ohrevu a skladovania (g/100 g MK)

MK	Surové	Mikrovlnný ohrev								
		0	3 m	Δ	9 m	Δ				
Σ NaMK	39,44	39,35	39,49	+ 0,14	39,88	+ 0,39				
Σ NeMK	60,55	60,65	60,50	— 0,15	60,11	— 0,39				
Σ EMK	11,08	10,12	7,95	— 2,17	7,54	— 0,41				
MK	Kombinácia MV + IČ ohrevu					Konvenčný ohrev				
	0	3 m	Δ	9 m	Δ	0	3 m	Δ	9 m	Δ
Σ NaMK	37,39	40,25	+ 2,86	40,64	+ 0,39	41,10	39,94	+ 1,16	42,56	+ 2,62
Σ NeMK	62,61	59,75	— 2,86	59,35	— 0,39	58,91	60,05	+ 1,16	57,43	— 2,62
Σ EMK	8,80	7,46	— 1,34	6,96	— 0,50	10,26	6,78	— 3,48	6,59	— 0,19

NaMK — nasýtené mastné kyseliny, NeMK — nenasýtené mastné kyseliny, EMK — esenciálne mastné kyseliny.

Pri tepelnej úprave kurčacieho mäsa sme zaznamenali najmenší úbytok esenciálnych MK pri použití kombinácie ohrevov, kým konvenčný ohrev sa nám javil z tohto hľadiska najdeštruktívnejší (tab. 6).

Tabuľka 6. Zmeny obsahu MK kurčacieho mäsa vplyvom ohrevu a skladovania (g/100 g MK)

MK	Surové	Mikrovlnný ohrev								
		0 6 m		Δ 9 m		Δ				
Σ NaMK	32,93	31,97	33,74	+ 1,77	32,45	— 0,99				
Σ NeMK	67,07	68,03	66,56	— 1,77	67,55	+ 0,99				
Σ EMK	19,92	19,14	18,88	— 0,26	18,58	— 0,30				
MK	Kombinácia MV + IČ ohrevu					Konvenčný ohrev				
	0 6 m		Δ 9 m		Δ	0 6 m		Δ 9 m		Δ
Σ NaMK	32,01	33,04	+ 1,00	34,34	+ 1,30	32,80	32,81	+ 0,01	34,39	+ 1,58
Σ NeMK	67,99	66,95	— 1,04	65,65	— 1,30	67,19	67,20	— 0,01	65,61	— 1,59
Σ EMK	19,98	17,59	— 2,39	16,93	— 0,66	18,81	17,51	— 1,30	17,08	— 0,43

V priebehu skladovania sme zaznamenali najmenšie zmeny v obsahu esenciálnych a nenasýtených MK pri mäse tepelne upravenom mikrovlnným ohrevom, kým kombinovaným ohrevom tepelne upravené kurčacie mäso vykazovalo najväčšie zmeny.

Z tohto hľadiska sme sledovali aj termolabilné vitamíny B₁ a B₆.

Z dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že najmarkantnejší úbytok sme zaznamenali pri konvenčnej tepelnej úprave bravčového i kurčacieho mäsa (pečením v elektrickej rúre): pri vitamíne B₁ — pri konvenčnom ohreve bol úbytok 33,8—44,0 %, pri vitamíne B₆ — pri konvenčnom ohreve bol úbytok 50,8—78,7 %.

Pri použití mikrovlnného ohrevu sme zaznamenali pomerne nižší úbytok sledovaných vitamínov: vitamín B₁—5,0—14,6 %, vitamín B₆—17,2—42,0 %.

Kombinácia mikrovlnného a infračerveného ohrevu vplývala na úbytok vitamínov takto: vitamín B₁—9,3—28,6 %, vitamín B₆—35,5—49,7 %.

V priebehu skladovania tepelne upravených vzoriek bravčového a kurčacieho mäsa sa obsah sledovaných vitamínov menil rozlične, a to či už z hľadiska typu skúmaného materiálu alebo spôsobu tepelnej úpravy.

Pri vzorkách „mleté bravčové mäso“ upravené konvenčným, mikrovlnným i kombinovaným (MV + IČ) ohrevom sme zaznamenali počas skladovania v mraziarenských podmienkach mierny pokles obsahu vitamínu B₁ (tab. 7). Podstatnejšiu zmenu obsahu tohto vitamínu sme nezaznamenali počas skladovania kurčiat upravených sledovanými spôsobmi tepelných ohrevov (tab. 7).

Vitamín B₆ sa počas skladovania „mletého bravčového mäsa“ menil markantnejšie za daných skladovacích podmienok až po 6 mesiacoch (tab. 8).

Tabuľka 7. Zmena obsahu vitamínu B₁ tepelne upraveného bravčového a kurčacieho mäsa počas skladovania v mraziarenských podmienkach (v mg vitamínu B₁/100 g sušiny)

Mäso	Surové	MV ohrev			Kombin. ohrev			Konvenčný ohrev		
		0 m	3 m	9 m	0 m	3 m	9 m	0 m	3 m	9 m
bravčové	3,1	2,90	2,19	2,18	2,44	1,94	2,07	2,87	1,58	1,24
kurčacie	0,26	0,23	0,28	0,26	0,20	0,23	0,24	0,12	0,15	0,15

Tabuľka 8. Zmena obsahu vitamínu B₆ tepelne upraveného bravčového a kurčacieho mäsa počas skladovania v mraziarenských podmienkach (v g vitamínu B₆/100 g sušiny)

Mäso	Surové	MV ohrev			Kombinov. ohrev			Konvenčný ohrev		
		0 m	3 m	6 m	0 m	3 m	6 m	0 m	3 m	6 m
bravčové	0,64	0,47	0,39	0,45	0,36	0,34	0,30	0,26	0,26	0,25
kurčacie	1,60	0,93	0,49	0,29	0,81	0,44	0,25	0,35	0,36	0,26

Obdobne to bolo u kurčiat tepelne upravených pečením. Naproti tomu v priebehu skladovania kurčiat upravených mikrovlnným i kombinovaným ohrevom sme zaznamenali po 3 mesiacoch až 50 % úbytok vitamínu B₆ vzhľadom na obsah v čerstvo upravených vzorkách. Po 6-mesačnom skladovaní obsah sledovaného vitamínu ešte poklesol (tab. 8).

Na základe poznatkov, ktoré sme získali počas výskumu vplyvu progresívnych spôsobov tepelných úprav, ako sú mikrovlnný a infračervený ohrev, navrhujeme optimálne parametre pre sledované druhy mäsa.

Bravčové mleté mäso zo stehna. Zhodnotením zaznamenaných ukazovateľov (80 % časová úspora, 14,94—22,18 % vyššia výťažnosť, 80 % energetická úspora, v porovnaní s konvenčným ohrevom) je optimálny mikrovlnný ohrev pre mäso konzumovateľné v čerstvo upravenom stave i skladované v mraziarenských podmienkach 2—3 mesiace (zaznamenaná najmenšia zmena senzorických a nutričných hodnôt).

Kuracie mäso: Ako sme predpokladali, infračervený ohrev možno racionálne využiť najmä v kombinácii s mikrovlnným ohrevom práve pri tepelnej úprave kurčiat pre konzumáciu v čerstvo upravenom stave, pričom sa podstatne skrátil čas tepelnej úpravy (o 64 %), dosiahla sa vyššia výťažnosť (o 11,09 %), pričom energetická úspora bola 62 % v porovnaní s konvenčným ohrevom.

Pre 6-mesačné skladovanie tepelne upraveného kuracieho mäsa v mraziarenských podmienkach vzhľadom na zmenu senzorických a nutričných hodnôt sa javil optimálny mikrovlnný ohrev, zároveň získané ekonomické ukazovatele (tab. 1, 3) boli podstatne lepšie aj v tomto prípade ako pri konvenčnom ohreve.

Odhliadnuc od toho, že v súčasnosti je konštrukcia mikrovlnných zariadení pomerne drahá, javí sa nám na základe získaných poznatkov využívanie elektrofyzikálnych spôsobov tepelných úprav perspektívne zo sociálno-ekonomických, zdravotných a spoločenských hľadísk v prípade, ak sa dorieši konštrukcia vhodných kontinuálnych zariadení pre podniky verejného stravovania a mikrovlnných sporákov pre upotrebenie v domácnosti.

Súhrn

V práci sme sledovali vplyv mikrovlnného ohrevu a kombináciu mikrovlnného s infračerveným ohrevom na zmyslové vlastnosti, nutrične významné oxilabilné a termolabilné esenciálne mastné kyseliny a vitamíny skupiny B, bravčového a kuracieho mäsa. Analýzy sme robili bezprostredne po tepelných úpravách a v priebehu 9-mesačného skladovania v mraziarenských podmienkach (-18°C).

Na posúdenie ekonomických ukazovateľov sa sledovala výťažnosť a spotreba elektrickej energie. Ako porovnávaciu tepelnú úpravu sme zvolili pečenie v elektrickej rúre.

Stanovené optimálne parametre poukazujú pri obidvoch druhoch mäsa na výhody využitia elektrofyzikálnych metód v kulinárnej praxi.

Literatúra

1. SMIRNOV, V. a spol.: Vplyv infračerveného a mikrovlnného ohrevu na kvalitu a údržnosť potravín živočíšneho pôvodu (literárna rešerš). Bratislava, ČHTF SVŠT 1976.
2. SMIRNOV, V. a spol.: Vplyv infračerveného ohrevu na kvalitu a údržnosť potravín živočíšneho pôvodu. Bratislava, ČHTF SVŠT 1979.
3. SMIRNOV, V. a spol.: Vplyv mikrovlnného ohrevu a jeho kombinácie s infračerveným ohrevom na oxilabilné a termolabilné zložky. Vplyv na akosť v mraziarenských podmienkach skladovania. Bratislava, ČHTF SVŠT 1980.

В. Смирнов — Е. Сурова, — Р. Угéroва — М. Такачова

Использование электрофизических методов при теплообработке птицы животного происхождения

Резюме

Мы исследовали влияние микроволнового и комбинации микроволнового с инфракрасным нагревом на чувствительные свойства, питательно окисляемые термолабиль-

ные эссенциальные жирные кислоты и витамины группы В, свинины и куриного мяса. Анализы были сделаны немедленно после термообработок и в течение 9-месячного хранения на складе в условиях замораживания (-18°C).

Для оценки экономических показателей исследовались выход по энергии как и расход энергии. Жаренье в электрической духовке было избрано как сравнительная тепловая обработка.

Определенные оптимальные параметры отмечают у обоих сортов мяса на преимущества использования электрофизических методов на кулинарной практике.