

Grażyna BORTNOWSKA

**WPŁYW WYBRANYCH OBRÓBEK TERMICZNYCH  
NA SKŁAD LOTNYCH SUBSTANCJI ZAPACHOWYCH  
AROMATU KMINKOWEGO W MODELOWEJ POTRAWIE Z DROBIU\***

**EFFECTS OF SELECTED THERMAL TREATMENTS  
ON COMPOSITION OF VOLATILE COMPOUNDS  
OF THE CARAWAY FLAVOURING IN A MODEL POULTRY DISH**

Katedra Technologii Żywności, Akademia Rolnicza  
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-459 Szczecin

**Abstract.** Effects of selected thermal treatments on composition of caraway flavouring volatile components released into the layer immediately above the food were followed in a model poultry dish. The quality of volatiles in vapours of the model dish headspace was found to be independent of the thermal treatment applied. On the other hand, the quantity of the volatile compounds clearly depended on the treatment used, particularly in previously frozen dishes. The caraway aroma over a model dish cooked in a convection-steam oven and in a microwave oven was slightly more intensive than that over a dish cooked in a traditional way. Thermal treatment, applied to a frozen dish, in a convection-steam oven with a simultaneous application of steam and hot air was most effective in restricting the release of volatiles into the dish headspace.

**Słowa kluczowe:** aromat przyprawowy, obróbka termiczna, potrawa z drobiu, analiza *headspace*.

**Key words:** flavouring formula, thermal treatment, poultry dish, headspace analysis.

**WSTĘP**

Dynamiczny rozwój dodatków do żywności, w tym także substancji smakowo-zapachowych, stworzył możliwość produkcji aromatów przyprawowych o bardzo zróżnicowanym składzie i właściwościach funkcjonalnych (Popplewell i in. 1995; Góra 1998; Grüner i Weinreich 1999).

Obróbka cieplna to jeden z ważniejszych procesów technologicznych, który coraz częściej przeprowadzany jest w nowoczesnych urządzeniach grzewczych z użyciem niekonwencjonalnych metod, np. pary wodnej, która wpuszczana jest do komory pieca w takiej ilości, jaką ogrzewana żywność jest w stanie w danym momencie zaabsorbować (Peda 2002).

Aromat gotowej potrawy jest wynikiem złożonego współdziałania przypraw, surowców oraz stosowanych metod i procesów technologicznych (Karwowska i Wilczyńska 1993 a, b; Savic i Savic 1996). Składniki przypraw lub produkty ich przemian chemicznych wchodzą w reakcje ze składnikami żywności, obniżając przy tym prężność par lotnych substancji zapachowych powstałych nad ich powierzchnią i ostatecznie kształtują wrażenia zapachowe odczuwane przez konsumenta (Leland 1997).

\*Niniejsza praca została wykonana przy użyciu aparatu zakupionego z funduszu KBN, decyzją 100/E-381/S/99-1.

Analiza fazy gazowej będącej w stanie równowagi nad roztworem lub ciałem stałym w układzie zamkniętym (ang. *headspace analysis*) daje możliwość oznaczenia lotnych substancji (Szczepaniak 1997).

Celem pracy było zbadanie wpływu wybranych obróbek termicznych na skład lotnych substancji aromatu kminkowego w warstwie nadpowierzchniowej modelowej potrawy z drobiu.

## MATERIAŁY I METODY

Do badań użyto naturalny aromat kminkowy, składający się z olejku eterycznego i/lub oleorezyn oraz oleju rzepakowego, wyprodukowany zgodnie z normą zakładową przez Fabrykę Substancji Zapachowych Pollena-Aroma z Warszawy. Aromat wprowadzono do modelowej potrawy (pulpety drobiowe) podczas mieszania świeżego rozdrobnionego mięsa z piersi kurczaka z dodatkiem 10% wody i 1% soli, w ilości ustalonej doświadczalnie na poziomie progowego rozpoznania jego smaku. Z masy mięsnej formowano pulpety o masie około 20 g i średnicy 2 cm. Modelowe pulpety poddawano obróbce cieplnej zaraz po przygotowaniu i po ich 1,5-miesięcznym przechowywaniu w temperaturze  $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ , stosując cztery różne metody (tab. 1). Próbką porównawczą w ocenie sensorycznej były pulpety gotowane tradycyjnie, a w analizie chromatograficznej – również próby niepoddane żadnej obróbce cieplnej.

Tabela 1. Stosowane urządzenia, metody i parametry obróbki cieplnej  
Table 1. Equipment used, methods and parameters of thermal treatment

|                                                                                                                                                       | Obróbka cieplna prowadzona w – Thermal treatment in                |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                          |                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                       | piecu konwekcyjno-parowym z użyciem – convection-steam oven with   |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                          |                                                                                                                           |
| Gotowanie tradycyjne [GT] we wrzącej wodzie, licząc od czasu zagotowania 10 min – Traditional cooking [GT] in boiling water, for 10 min. from boiling | pary wodnej [PW] (bez ciśnienia) steam [PW] (without pressurising) | gorącego powietrza [GP] (z równomiernym obiegiem powietrza wymuszonym przez wentylator) – hot air [GP] (fan-forced uniform air circulation) | metody kombinowanej [MK] (z równoczesnym zastosowaniem pary i gorącego powietrza) – combined method [MK] (simultaneous application of steam and hot air) | kuchence mikrofalowej [OM] (ogrzewanie w polu elektromagnetycznym) microwave oven [OM] (heating in electromagnetic field) |
|                                                                                                                                                       | temp.: $100^\circ\text{C}$<br>czas – time: 10 min                  | temp.: $150^\circ\text{C}$<br>czas – time: 10 min                                                                                           | temp.: $150^\circ\text{C}$<br>czas – time: 10 min                                                                                                        | moc – power: 360W<br>czas – time: 2 min                                                                                   |

Modelowe pulpety niepoddane obróbce cieplnej oznaczono symbolem [BG] – bez gotowania – Model meatballs not subjected to thermal treatment are denoted [BG].

W próbach oznaczano:

- skład lotnych substancji zapachowych fazy nadpowierzchniowej na chromatografii gazowym sprzężonym ze spektrometrem mas (GC/MS) i z autosamplerem typu *headspace*, firmy Perkin Elmer. Użyto detektor masowy z jonizacją elektronową. Rozdziału dokonano na kolumnie kapilarnej PE-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ) w zmiennej temperaturze – od 50 do  $150^\circ\text{C}$ , o gradiencie przyrostu  $10^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ , stosując gaz nośny – hel, przepływ przez kolumnę 0,7 ml·min<sup>-1</sup>. Probki ogrzewano przez 15 min w temperaturze  $90^\circ\text{C}$ . Identyfikację pików przeprowadzono na podstawie widm masowych rozdzielonych związków, porównując je z biblioteką widm Wileya oraz przez porównanie otrzymanych widm z widmami standardów;



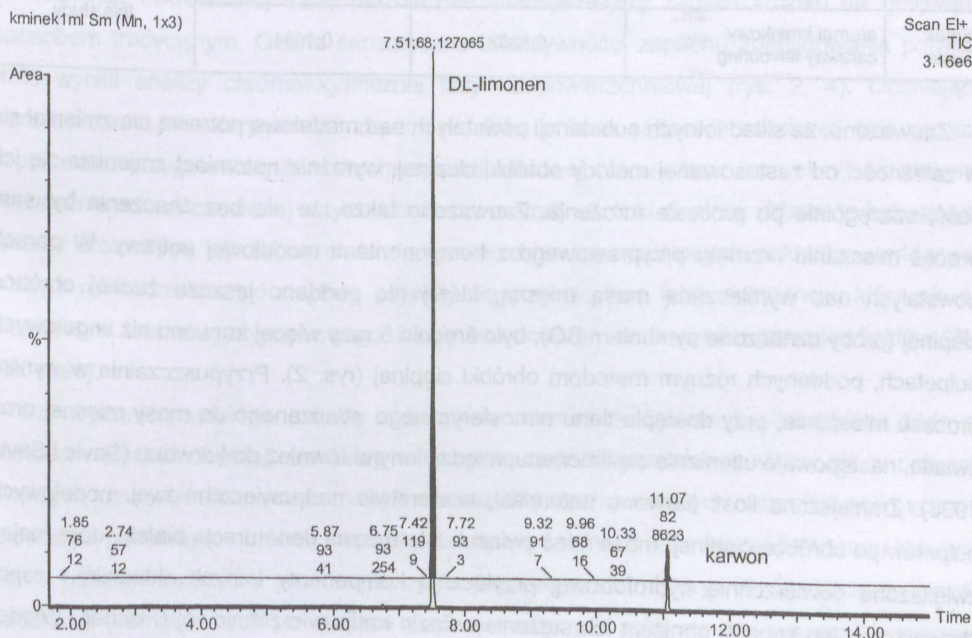
- siłę aromatyzującą i smakową aromatu kminkowego – poprzez wyznaczenie jego wartości progowych smaku i zapachu w 2,5-procentowym żelu żelatynowym (Przeżdziecka i Baldwin 1971);
- intensywność zapachu – metodą skalowania, przy użyciu skali graficznej przedstawionej w postaci odcinka na prostej o długości 10 cm, z zaznaczonym na jego końcach kierunkiem skali (Barylko-Pikielna 1975).

Ocenę sensoryczną przeprowadzał zespół 5-8-osobowy, spełniający podstawowe wymagania w zakresie wrażliwości sensorycznej wg PN-ISO 3972, w warunkach zgodnych z zaleceniami PN-ISO 6658, którego skład w czasie trwania doświadczenia nieznacznie się zmieniał.

Istotność różnic liczoną przy użyciu programu komputerowego Microsoft Excel 2000, stosując jednoczynnikową analizę wariancji.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wpływ różnych metod obróbki cieplnej, stosowanej przed i po mrożeniu pulpetów drobiowych na skład lotnych substancji zapachowych aromatu kminkowego, badano poprzez porównanie pól powierzchni pików chromatograficznych głównych składników tej przyprawy, które oznaczano w parach nad modelową potrawą. Do głównych składników aromatu kminkowego użytego do badań należą karwon i limonen (rys. 1). W oleju eterycznym kminku zwyczajnego *Carum carvi* (L.) karwon i limonen stanowią łącznie około 90-96% wszystkich związków (Zawirska-Wojtasik i in. 1998), a o smaku i zapachu kminku decyduje karwon, szczególnie jego izomer S(+)-karwon (Zawirska-Wojtasik i Wąsowicz 2000).



Rys. 1. Chromatogram analizy *headspace* aromatu kminkowego  
Fig. 1. Caraway flavouring headspace analysis chromatogram

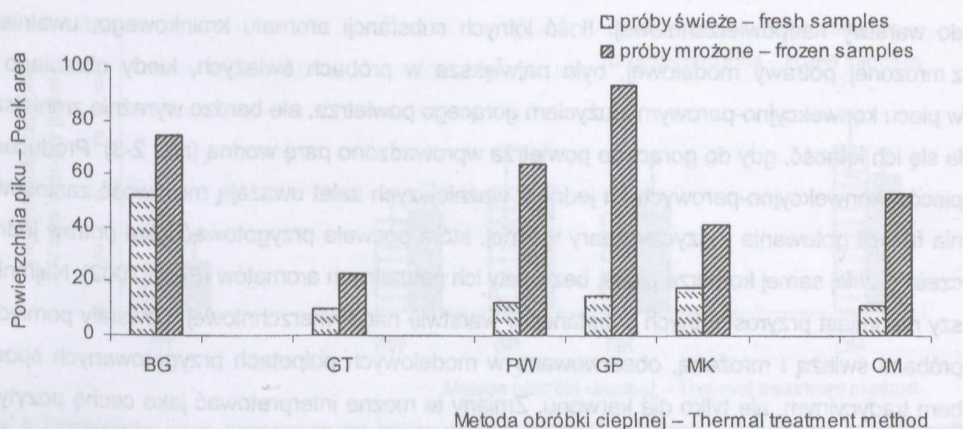
Dawkowanie aromatu kminkowego ustalono poprzez wyznaczenie jego siły aromatyzującej i smakowej (Przeździecka i Baldwin 1973). Uzyskane wartości progowe dla porównania zestawiono z wynikami badań przeprowadzonymi przez Przeździecką i Baldwin (1971) na kminku zwyczajnym. Zauważono, że progi wyczuwalności i rozpoznania aromatu kminkowego są wyższe niż przyprawy roślinnej średnio o około 0,11 (tab. 2). Różnice w wyczuwalności smaku i zapachu pomiędzy aromatem kminkowym a przyprawami roślinnymi mogą mieć związek z obecnością oleju roślinnego użytego jako nośnika w produkcji tych aromatów. Ebeler i in. (1998), badając uwalnianie się substancji zapachowych z różnych modelowych produktów żywnościowych, zauważyli, że olej najbardziej utrudnia uwalnianie się zawartych w nim substancji zapachowych.

Tabela 2. Porównanie wartości progowych kminku zwyczajnego i aromatu kminkowego  
Table 2. Comparison of threshold parameters of caraway seeds and caraway flavouring

| Wyróżnik<br>Property | Rodzaj przyprawy<br>Type of food additive             | Próg wyczuwalności<br>Detection threshold | Próg rozpoznania<br>Recognition threshold | Źródło – Source                   |
|----------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
|                      |                                                       | Wartość średnia – Mean value [%]          |                                           |                                   |
| Zapach<br>Aroma      | kminek zwyczajny<br>caraway <i>Fructus carvi</i> (L.) | 0,0213                                    | 0,0253                                    | Przeździecka<br>and Baldwin, 1971 |
|                      | aromat kminkowy<br>caraway flavouring                 | 0,1313                                    | 0,1400                                    | badania własne<br>this study      |
| Smak<br>Taste        | aromat kminkowy<br>caraway flavouring                 | 0,1382                                    | 0,1634                                    |                                   |

Zauważono, że skład lotnych substancji powstałych nad modelową potrawą nie zmieniał się w zależności od zastosowanej metody obróbki cieplnej, wyraźnie natomiast zmieniała się ich ilość, szczególnie po procesie mrożenia. Zauważono także, że nie bez znaczenia był sam proces mieszania aromatu przyprawowego z komponentami modelowej potrawy. W parach powstałych nad wymieszaną masą mięsną, której nie poddano jeszcze żadnej obróbce cieplnej (próby oznaczone symbolem BG), było średnio 5 razy więcej karwonu niż w gotowych pulpetach, poddanych różnym metodom obróbki cieplnej (rys. 2). Przypuszczalnie w wyniku procesu mieszania, przy dostępie tlenu atmosferycznego włączanego do masy mięsnej oraz światła, następowało utlenianie się limonenu, między innymi również do karwonu (Savic i Savic 1996). Zmniejszona ilość karwonu natomiast, w warstwie nadpowierzchniowej modelowych pulpetów po obróbce cieplnej, może mieć związek z termiczną denaturacją białek, które mając zwiększoną powierzchnię hydrofobową, przylaczają komponenty lotnych składników zapachowych i w ten sposób obniżają ich stężenie w fazie nadpowierzchniowej (Fischer i Widder 1997). Niewykluczone, że obecność lipidów w mięsie kurczaka dodatkowo stabilizuje lotność substancji zapachowych (Leland 1997).





Rys. 2. Porównanie pól powierzchni pików chromatograficznych karwonu uzyskanych w analizie *headspace* świeżych i mrożonych modelowych pulpetów z dodatkiem aromatu kminkowego w zależności od zastosowanej metody obróbki cieplnej

Objaśnienia jak w tab. 1.

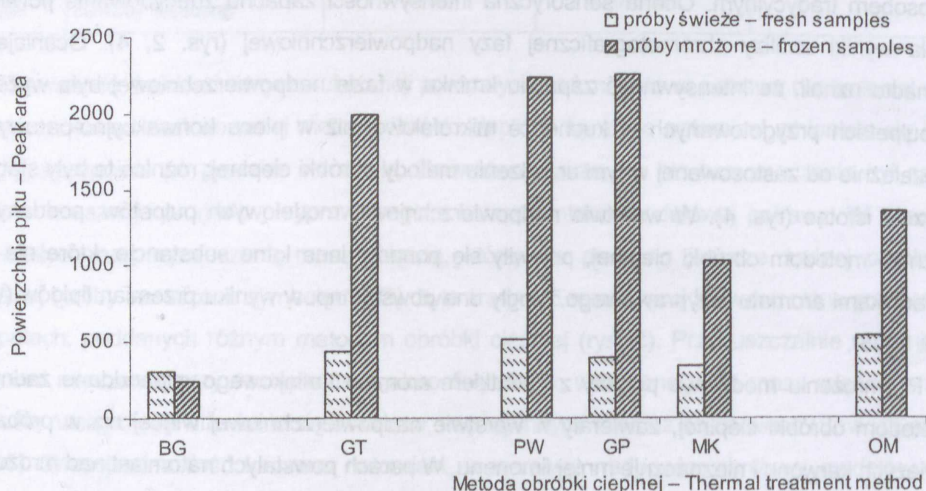
Fig. 2. Comparison of chromatogram peak areas of Karwon in headspace analysis of fresh and frozen model poultry meatballs with caraway flavouring, subjected to different thermal treatment

See Tab. 1 for explanation of symbols.

Porównując wyniki analizy *headspace* modelowych pulpetów, poddanych różnym metodom obróbki cieplnej, zauważono, że próby przygotowywane w piecu konwekcyjno-parowym i w kuchence mikrofalowej miały nieznacznie intensywniejszy zapach kminku niż gotowane sposobem tradycyjnym. Ocena sensoryczna intensywności zapachu zdecydowanie potwierdziła wyniki analizy chromatograficznej fazy nadpowierzchniowej (rys. 2, 4). Oceniający ponadto uznali, że intensywność zapachu kminku w fazie nadpowierzchniowej była wyższa w pulpetach przygotowanych w kuchence mikrofalowej niż w piecu konwekcyjno-parowym, niezależnie od zastosowanej w tym urządzeniu metody obróbki cieplnej; różnice te były statystycznie istotne (rys. 4). W warstwie nadpowierzchniowej modelowych pulpetów, poddanych różnym metodom obróbki cieplnej, pojawiły się ponadto inne lotne substancje, które nie są składnikami aromatu przyprawowego. Mogły one powstać np. w wyniku przemian lipidów (Wu i in. 1998).

Po mrożeniu modelowe pulpety z dodatkiem aromatu kminkowego, niepoddane żadnym metodom obróbki cieplnej, zawierały w warstwie nadpowierzchniowej więcej niż w próbach świeżych karwonu i nieznacznie mniej limonenu. W parach powstałych natomiast nad mrożoną modelową potrawą po obróbce cieplnej pojawiło się średnio 4 razy więcej limonenu i karwonu niż w próbach świeżych, niezależnie od zastosowanej metody (rys. 2, 3). Wyższa lotność substancji aromatycznych po obróbce cieplnej mrożonych prób ma przypuszczalnie związek z chemicznymi i biochemicznymi przemianami lipidów, a w efekcie tego również i białek, w wyniku których słabo związane składniki aromatu kminkowego ulatniają się bardzo szybko

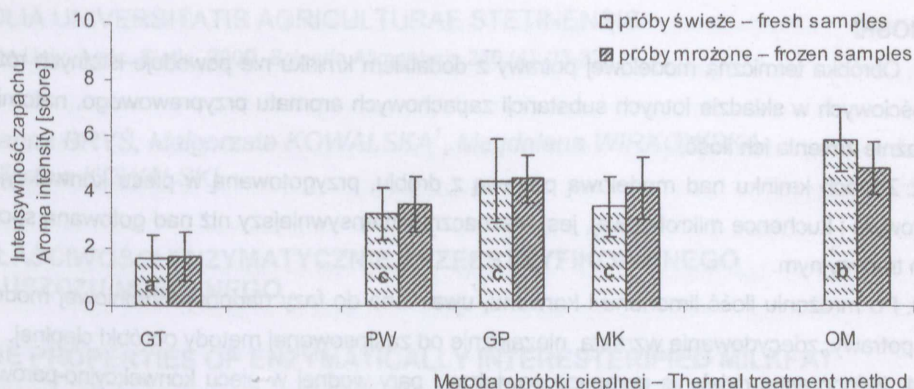
do warstwy nadpowierzchniowej. Ilość lotnych substancji aromatu kminkowego, uwalniana z mrożonej potrawy modelowej, była największa w próbach świeżych, kiedy obrabiano je w piecu konwekcyjno-parowym z użyciem gorącego powietrza, ale bardzo wyraźnie zmniejszyła się ich lotność, gdy do gorącego powietrza wprowadzono parę wodną (rys. 2-3). Producenci pieców konwekcyjno-parowych za jedną z ważniejszych zalet uważają możliwość zastosowania funkcji gotowania z użyciem pary wodnej, która pozwala przygotować kilka potraw jednocześnie w tej samej komorze pieca, bez utraty ich naturalnych aromatów (Peda 2002). Najmniejszy natomiast przyrost lotnych substancji w warstwie nadpowierzchniowej, powstały pomiędzy próbami świeżą i mrożoną, obserwowano w modelowych pulpetach przygotowanych sposobem tradycyjnym, ale tylko dla karwonu. Zmiany te można interpretować jako cechę pozytywną, sądząc, że karwon został silnie związany z komponentami i pozostał w modelowej potrawie, zwiększając tym samym jej atrakcyjność sensoryczną. Niestety, po analizie oceny sensorycznej intensywności zapachu należy raczej uważać, że pulpety przygotowane sposobem tradycyjnym utraciły prawie cały aromat podczas procesu gotowania, ponieważ zapach kminku po obróbce cieplnej modelowej potrawy był zdecydowanie uboższy niż w próbach przygotowanych niekonwencjonalnymi metodami, a różnice te były statystycznie istotne (rys. 2, 4). Ocena sensoryczna nie potwierdziła, niestety, tak wyraźnych zmian jak w analizie *headspace* między próbami świeżymi i mrożonymi. Oceniający uznali, że wyczuwalność kminku w mrożonej modelowej potrawie była taka sama jak w świeżej i nawet w taki sam sposób zależała od zastosowanej metody obróbki cieplnej (rys. 4).



Rys. 3. Porównanie pól powierzchni pików chromatograficznych DL-Limonenu uzyskanych w analizie *headspace* świeżych i mrożonych modelowych pulpetów z dodatkiem aromatu kminkowego w zależności od zastosowanej metody obróbki cieplnej  
Objaśnienia jak w tab. 1.

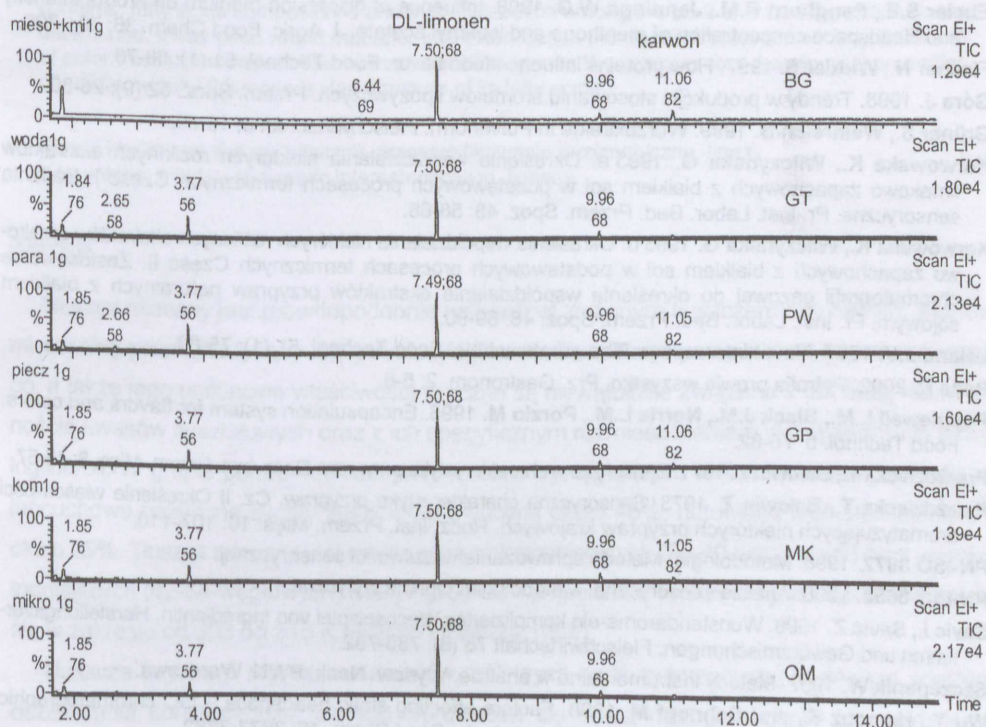
Fig. 3. Comparison of chromatogram peak areas of DL-Limonene in headspace analysis of fresh and frozen model poultry meatballs with caraway flavouring, subjected to different thermal treatment  
See Tab. 1 for explanation of symbols.





Rys. 4. Porównanie ocen sensorycznych intensywności zapachu świeżych i mrożonych modelowych pulpetów z dodatkiem aromatu kminkowego po poddaniu ich różnym metodom obróbki cieplnej. Wyniki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie  $p=0,05$ .  
Objaśnienia jak w tab. 1.

Fig. 4. Comparison of sensory evaluation of aroma intensity of fresh and frozen model poultry meatballs with caraway flavouring, subjected to different thermal treatments. Results marked with different letters are significantly different at  $p=0.05$ .  
See Tab. 1 for explanation of symbols.



Rys. 5. Chromatogram analizy headspace świeżo przygotowanych modelowych pulpetów w zależności od zastosowanej metody obróbki cieplnej. Objasnienia jak w tab. 1.

Fig. 5. Headspace analysis chromatograms of freshly prepared model poultry meatballs after different thermal treatments. See Tab. 1 for explanation of symbols.

## WNIOSKI

1. Obróbka termiczna modelowej potrawy z dodatkiem kminku nie powoduje istotnych różnic jakościowych w składzie lotnych substancji zapachowych aromatu przyprawowego, natomiast wyraźnie zmienia ich ilość.
2. Zapach kminku nad modelową potrawą z drobiu, przygotowaną w piecu konwekcyjno-parowym i kuchence mikrofalowej, jest nieznacznie intensywniejszy niż nad gotowaną sposobem tradycyjnym.
3. Po mrożeniu ilość limonenu i karwonu, uwalniana do fazy nadpowierzchniowej modelowej potrawy, zdecydowanie wzrasta, niezależnie od zastosowanej metody obróbki cieplnej.
4. Jednoczesne działanie gorącego powietrza i pary wodnej w piecu konwekcyjno-parowym najbardziej zmniejsza lotność substancji zapachowych kminku z mrożonej potrawy drobiowej.
5. Analiza *headspace* aromatu kminkowego w modelowej potrawie z drobiu jest w większości zbieżna z wynikami oceny sensorycznej.

## PIŚMIENNICTWO

- Baryłko-Pikielna N. 1975. Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa.
- Ebeler S.E., Pangborn R.M., Jennings W.G. 1998. Influence of dispersion medium on aroma intensity and Headspace concentration of menthone and isoamyl acetate. *J. Agric. Food Chem.* 36: 791-796.
- Fischer N., Widder S. 1997. How proteins influence food flavor. *Food Technol.* 51 (1): 68-70.
- Góra J. 1998. Trendy w produkcji i stosowaniu aromatów spożywczych. *Przem. Spoż.* 52 (9): 25-30.
- Grüner S., Weinreich B. 1999. Würzextrakte in Pulverform. *Fleischwirtschaft* 6: 16-20.
- Karwowska K., Wilczyńska G. 1993 a. Określenie współdziałania niektórych roślinnych ekstraktów smakowo zapachowych z białkiem soi w podstawowych procesach termicznych Część I. Badania sensoryczne. *Pr. Inst. Labor. Bad. Przem. Spoż.* 48: 58-68.
- Karwowska K., Wilczyńska G. 1993 b. Określenie współdziałania niektórych roślinnych ekstraktów smakowo zapachowych z białkiem soi w podstawowych procesach termicznych Część II. Zastosowanie chromatografii gazowej do określenia współdziałania ekstraktów przypraw naturalnych z białkiem sojowym. *Pr. Inst. Labor. Bad. Przem. Spoż.* 48: 69-90.
- Leland J.V. 1997. Flavor interactions: The greater whole. *Food Technol.* 51 (1): 75-80.
- Peda R. 2002. Potrafią prawie wszystko. *Prz. Gastronom.* 2: 5-6.
- Popplewell L.M., Black J.M., Norris L.M., Porzio M. 1995. Encapsulation system for flavors and colors. *Food Technol.* 5: 76-82.
- Przeździecka T., Baldwin Z. 1971. Sensoryczna charakterystyka przypraw. *Rocz. Inst. Przem. Mięs.* 8: 45-57.
- Przeździecka T., Baldwin Z. 1973. Sensoryczna charakterystyka przypraw. Cz. II Określenie właściwości aromatyzujących niektórych przypraw krajowych. *Rocz. Inst. Przem. Mięs.* 10: 107-110.
- PN-ISO 3972. 1998. Metodologia. Metoda sprawdzania wrażliwości sensorycznej.
- PN-ISO 6658. 1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ogólne wytyczne.
- Savic I., Savic Z. 1996. Wunstendaroma-ein kompliziertes Wechselspiel von Ingredientin, Herstellungsverfahren und Gewürzmischungen. *Fleischwirtschaft* 76 (8): 780-792.
- Szczepanik W. 1997. Metody instrumentalne w analizie. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.
- Wu Y., Hamouz F., and Schnepf M. 1998. Factors affecting static headspace – GC chromatographic analysis of lipid oxidation in precooked meat. *J. Agric. Food Chem.* 46: 3677-3682.
- Zawirska-Wojtasik R., Wąsowicz E., Jeleń H., Rudzińska M., Kamiński E., Błażczak P. 1998. Aroma characteristics of dill seeds varieties grown in Poland. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7/48: 181-192.
- Zawirska-Wojtasik R., Wąsowicz E. 2000. Enantiomeric composition of limonene and carvone in seeds of dill and caraway grown in Poland. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 9 (50), 3: 9-13.