



micznej są to związki o bardzo różnorodnych właściwościach fizykochemicznych i farmakologicznych. Monoterpeny są związkami drażniącymi błony śluzowe i skórę, stąd zastosowane zewnętrznie wpływają na lepsze ukrwienie skóry, zaś wewnętrznie działają moczopędnie, żółciopędnie i odkażająco. Wykazują pewne właściwości bakteriostatyczne, przeciwbacze i antykancerogenne. Duże dawki terpenów mogą wywoływać objawy toksyczne [Wilson 1969; Elgayyar i in. 2001; Friedman i in. 2002]. Najwięcej olejków eterycznych zawierają nasiona, w korzeniach i liściach występują w mniejszych ilościach. Dodatkowo, właśnie ze względu na swoją lotność, mogą one ulegać stratom podczas procesów technologicznych zachodzących w podwyższonej temperaturze, jak np. blanszowanie czy gotowanie [Shamaila 1996]. Ponieważ pietruszka jest warzywem cenionym głównie ze względu na swój specyficzny aromat, stąd tak istotne jest zachowanie jak największej ilości olejków eterycznych. Celem pracy było porównanie zawartości związków terpenowych w wybranych odmianach pietruszki korzeniowej oraz określenie wpływu blanszowania na zmiany ilościowe tych związków.

#### METODY

Materiałem doświadczalnym były świeżo zebrane, zdrowe korzenie pietruszki (*Petroselinum crispum*) czterech odmian: Berlińska – odmiana krajowa oryginalna, wpisana do Rejestru Odmian w 1955 roku. Korzeń długi, średnio 25 cm, o kształcie wydłużonego stożka, jasnokremowa barwa skórki, miąższ kremowobiały. Odmiana bardzo plenna, późna, dobra do przechowywania na użytek zimowy. Eagle – odmiana zagraniczna oryginalna, wpisana do Rejestru Odmian w 1997 roku. Korzeń spichrzowy długi, o lekko chropowatej powierzchni i białej skórce. Miąższ kremowobiały, ścisły lub lekko gąbczasty. Omega – odmiana zagraniczna oryginalna, wpisana do Rejestru Odmian w 1999 roku. Korzeń spichrzowy średnio długi, o lekko chropowatej powierzchni i szarej skórce. Miąższ biały, ścisły. Alba – odmiana zagraniczna oryginalna, wpisana do Rejestru Odmian w 1999 roku. Korzeń spichrzowy średnio długi, o średnio karbowanej powierzchni i szarobiałej skórce. Miąższ białokremowy, ścisły.

Korzenie myto, obierano i krojono w kostkę o boku 1 cm. Część korzeni poddawano blanszowaniu (80°C, 3 min). Ekstrakcję związków lotnych prowadzono po uprzednim zliofilizowaniu i zmieleniu prób. 2 g próbki zalewano dwukrotnie chlorkiem metylenu (Merc) w ilości 20 ml. Ekstrakcję prowadzono przy użyciu wytrząsarki Water Bath Shaker Type 357 „Elan” w czasie 60 minut. Połączone ekstrakty sączono i dwukrotnie płukano nasyconym roztworem NaCl w ilości 30 ml. Oczyszczone ekstrakty zagęszczano w wyparce próżniowej Uni-

pan-Pro Vacuum Rotary Evaporator Type 350P, dodawano 10  $\mu$ l wzorca (sali-cylan metylu o stężeniu 800 mg/10 ml) i uzupełniano chlorkiem metylenu do objętości 4 ml.

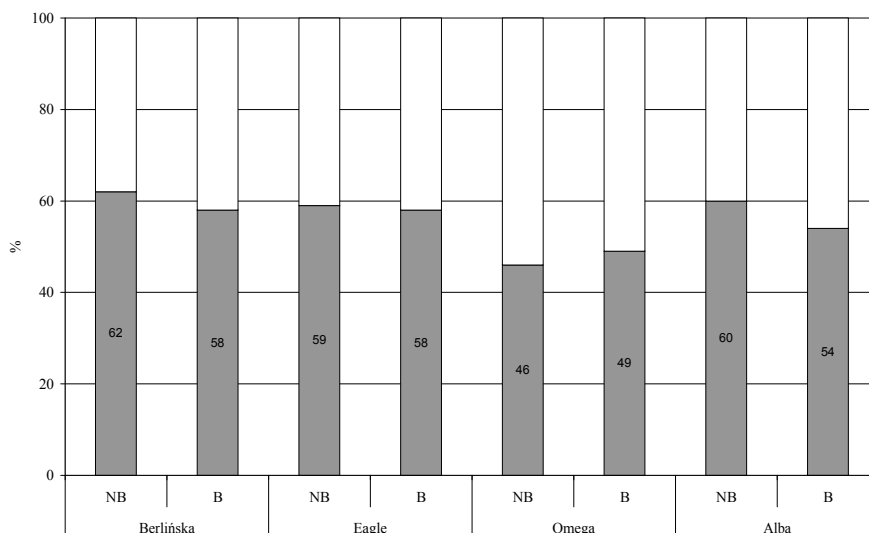
Analizę związków lotnych przeprowadzono w Zakładzie Fizyki Chemicznej i Fizykochemicznych Metod Rozdzielania Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, stosując metodę GC/MS do analizy ekstraktów. Zastosowano układ ITS-40 firmy Finnigan MAT, USA (chromatograf gazowy Varian 3400 sprzężony ze spektrometrem masowym), kolumna kapilarna z fazą DB-5 firmy J&W Scientific, 30 m  $\times$  0,25 mm, grubość filmu 0,25  $\mu$ m; dozownik typu Split-Splitless, pracujący w systemie Splitless; gaz nośny hel, szybkość przepływu 1,5 ml/min; temperatura dozownika 250°C, temperatura linii łączącej chromatograf ze spektrometrem 280°C, temperatura pracy MS: 220°C; jonizacja elektronowa (70 eV); zakres analizowanych mas 35–550 amu; częstotliwość skanowania 1 s. Do identyfikacji substancji w analizowanych ekstraktach stosowano porównanie widm związków badanych z widmami zawartymi w bibliotece NIST, zawierającej około 62000 widm uzyskanych metodą jonizacji elektrone-wej przy energii elektronów 70 eV.

#### WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały, że związki terpenowe stanowią od 46 do 62% wszystkich związków lotnych występujących w korzeniach pietruszki. Największym udziałem związków terpenowych odznaczała się odmiana Berlińska (62% w próbie nieblanszowanej i 58% w blanszowanej), najmniejszym odmiana Omega (odpowiednio 46 i 49%) – ryc. 1.

Wśród terpenów zidentyfikowano 12 związków:  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen, mircen,  $\alpha$ -felandren,  $\beta$ -felandren,  $\gamma$ -terpinen, octan bornylu, cis- $\beta$ -farnezen, trans- $\beta$ -farnezen,  $\beta$ -bisabolen, p-menta-1,3,8-trien, germakren D. Wyniki zawartości tych związków w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych zawiera tabela 1. Związkiem, który wyraźnie dominował we wszystkich próbach, był trans- $\beta$ -farnezen. Jego ilość wahała się w zakresie od 9,013 (pietruszką Alba poddana blanszowaniu) do 29,161 mg/kg (pietruszką Eagle nieblanszowana). Wykazano również obecność izomeru cis tego związku, jednakże występował on w dużo mniejszych ilościach (0,257–3,358 mg/kg). Związki te, należące do seskwiterpenów, występują obficie w rumianku pospolitym *Chamomilla recutita* i mają działanie przeciwwzapalne [Medic-Saric 1997], w śladowych ilościach występują również w marchwi [Shamaila 1996]. Do tej pory nie stwierdzono ich obecności w związkach lotnych pietruszki. Masanetz i Grosch [1998] podają, że kluczowym związkiem występującym w pietruszce w największych ilościach

(380 mg/kg) jest p-menta-1,3,8-trien. Autorzy ci jednak, jak większość innych, przeprowadzali zawartości związków lotnych w liściach lub nasionach pietruszki. W niniejszej pracy analizowano natomiast jej korzenie. Badania wykazują ponad 100-krotnie niższą zawartość tego związku (0,513–2,229 mg/kg).



Rycina 1. Procentowy udział związków terpenowych w ekstraktach z korzeni pietruszki  
Figure 1. Content of terpenoids in extracts of parsley roots in percent

Analiza zawartości ogólnej związków terpenowych we wszystkich badanych odmianach wykazuje, że blanszowanie powoduje ich znaczną redukcję, największą w przypadku odmiany Berlińska, dla której zachowane zostało 57,6% początkowej zawartości terpenów. Najmniejsze straty w procesie blanszowania zanotowano u odmiany Eagle (73,7% początkowej zawartości terpenów). Wpływ procesu blanszowania na zawartość związków lotnych analizowany był przez kilku autorów, prace te jednak dotyczyły głównie marchwi. Shamaila [1996] podaje, że już w pierwszej minucie blanszowania w 100°C zawartość terpenów spada do poziomu 50% w stosunku do próby niepoddanej obróbce termicznej. Proces gotowania przez 10, 20 i 30 minut powodował straty ogólnej zawartości związków lotnych w marchwi (odpowiednio 89, 93 i 96%) [Alasalvar C. i in. 1999]. Jak wykazały badania, nie wszystkie związki terpenowe obecne w korzeniach pietruszki ulegają redukcji w procesie blanszowania. Wyjątek stanowią  $\beta$ -pinen oraz octan bornyłu, których ilości po blanszowaniu wzrosły. Jest to sprzeczne z wynikami, jakie uzyskał Shamaila [1996].

Tabela 1. Zawartość związków terpenowych (mg/kg) w korzeniach czterech odmian pietruszki nieblanszowanej i blanszowanej

Table 1. Content of terpenoids (mg/kg) in roots of four cultivars of blanched and non-blanched parsley

Związki terpenowe Terpenoids	Pietruszka / Parsley							
	Berlińska		Eagle		Omega		Alba	
	NB	B	NB	B	NB	B	NB	B
$\alpha$ -pinen $\alpha$ -pinene	0,312	0,230	0,231	0,589	0,447	0,913	0,457	0,598
$\beta$ -pinen $\beta$ -pinene	3,632	0,848	4,818	2,022	3,182	0,672	2,985	1,568
mircen myrcene	1,872	0,866	3,144	1,186	3,315	1,140	1,686	0,861
$\alpha$ -felandren $\alpha$ -phellanderene	0,499	0,231	0,248	0,208	0,464	0,408	0,328	0,283
$\beta$ -felandren $\beta$ -phellandrene	7,328	2,574	4,528	2,724	5,017	4,931	5,803	2,083
$\gamma$ -terpinen $\gamma$ -terpinene	0,409	0,374	0,724	0,250	0,931	0,575	0,619	0,339
octan bornylu bornyl acetate	0,248	0,297	0,244	0,261	0,494	0,549	0,537	1,007
cis- $\beta$ -farnezen cis- $\beta$ -farnesene	3,358	0,287	0,749	0,451	1,120	0,450	0,393	0,257
trans- $\beta$ -farnezen trans- $\beta$ -farnesene	17,625	14,017	29,161	24,614	16,007	9,345	12,163	9,013
$\beta$ -bisabolen $\beta$ -bisabolene	1,449	1,052	2,588	2,187	1,317	0,786	1,241	0,914
p-menta-1,3,8-trien p-mentha-1,3,8-triene	1,329	1,231	1,157	0,513	0,825	0,747	2,229	0,595
germakren D germacrene D	0,771	0,383	0,466	0,403	0,819	0,466	0,632	0,422
Ogółem Total	38,832 100%	22,390 57,6%	48,058 100%	35,408 73,7%	33,938 100%	20,982 61,8%	29,073 100%	17,940 61,7%

NB – nieblanszowana non blanched

B – blanszowana blanched

Uzyskane wyniki pozwalają wybrać odmianę o najkorzystniejszych walorach zapachowych do spożycia czy przetwórstwa. Taką odmianą jest pietruszka Eagle, która wykazuje najwyższą zawartość związków terpenowych, odpowiedzialnych za charakterystyczny aromat. W przypadku tej odmiany zaobserwowano również najniższy spadek ilości związków lotnych w procesie blanszowania.

## WNIOSKI

1. Związki terpenowe stanowią główny składnik ekstraktów z korzenia pietruszki.
2. Poziom terpenów jest zróżnicowany w zależności od odmiany i jest najwyższy w przypadku pietruszki Eagle.
3. Blanszowanie wpływa na obniżenie ogólnej zawartości terpenów. Stopień zachowania tych związków w stosunku do prób nieblanszowanych jest zależny od odmiany i jest najwyższy dla pietruszki Eagle.
4. Związkiem, który występuje w największej ilości we wszystkich kombinacjach doświadczalnych, jest trans- $\beta$ -farnezen, nienotowany wcześniej jako składnik związków lotnych pietruszki.

## PIŚMIENICTWO

- Alasalvar C., Grigor J.M., Quantic P.C. 1999. Method for the statistic headspace analysis of carrot volatiles. *Food Chem.* 65, 391–397.
- Elgayyar M., Draughon F.A., Golden D.A., Mount J.R. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Prot.* 64, 7, 1019–1024.
- Friedman M., Henika P.R., Mandrell R.E. 2002. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *J. Food Prot.* 65, 10, 1545–1560.
- Simon J.E., Quin J. 1988. Characterization of essential oil of parsley. *J. Agric. Food Chem.* 36, 467–472.
- Masanetz C., Grosch W. 1998. Key odorants of parsley leaves by Odour-activity values. *Flavour Fragr. J.* 13, 2, 115–124.
- Medic-Saric M., Stanic G., Males Z., Saric S. 1997. Application of numerical methods to thin-layer chromatographic investigation of the main components of chamomile essential oil. *J. Chrom. A.* 776, 2, 355–360.
- Shamaila M., Durance T., Girard B. 1996. Water blanching effects on headspace volatiles and sensory attributes of carrots. *J. Food Sci.* 61, 1191–1195.
- Wilson C.W. 1969. Terpene and sesquiterpene hydrocarbons in the essential oil from fresh celery. *J. Food Sci.* 34, 521–523.