

WPŁYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA SUSZONEJ MIĘTY PIEPRZOWEJ (*Mentha piperita* L.) NA ANTYOKSYDACYJNE WŁAŚCIWOŚCI OTRZYMANYCH NAPARÓW ORAZ ZAWARTOŚĆ I SKŁAD OLEJKU ETERYCZNEGO

Klaudia Kałwa¹, Kamil Wilczyński²✉, Katarzyna Olesińska³

¹Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

³Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

STRESZCZENIE

Celem pracy było określenie wpływu warunków przechowywania suszonej mięty pieprzowej (*Mentha piperita* L.) na zmiany jakościowe, aktywność antyoksydacyjną w sporządzonych naparach oraz na ilość i skład olejków eterycznych badanych surowców roślinnych. Materiał do badań stanowiła mięta pieprzowa, którą przechowywano w różnych warunkach – próbę A w opakowaniach foliowych z ograniczeniem dostępu światła i powietrza, zaś próbę B z dostępem powietrza i światła. Badania przeprowadzono po 30 dniach przechowywania, sporządzając napary w 6 i 10 min. Największą zawartością polifenoli i flawonoidów charakteryzował się ekstrakt z mięty A uzyskany w 10 min, odpowiednio 88,61 mg/100 cm³ i 55,75 mg/100 cm³. Ponadto wykazano, że najsilniejsze zdolności antyoksydacyjne ma ekstrakt z mięty A uzyskany w 10 min (92,33%) oraz 6 min (90,37%). W przypadku głównych składników olejków eterycznych wykazano, że ilość mentolu w mięcie A wynosiła 31,39%, zaś w przypadku mięty B zawartość ta spadła do 24,17%. Podobne zależności wpływu warunków przechowywania mięty na skład olejku eterycznego wykazano dla mentonu (A 26,33%, B 19,18%), izomentolu (A 5,94%, B 2,17%) i neomentolu (A 14,13%, B 9,10%).

Słowa kluczowe: mięta pieprzowa, warunki przechowywania, polifenole, właściwości antyoksydacyjne, DPPH, olejki eteryczne

WSTĘP

Według danych GUS [2017] w 2016 r. Polska zajmowała trzecie miejsce w produkcji ziół w Europie, co może sugerować wzrostową tendencję spożycia wszelkiego rodzaju roślin zielarskich zarówno w formie naparów, jak i składników diety. Na zainteresowanie konsumentów produktami ziołowymi może mieć wpływ wiele czynników, np. przekonanie

o mniejszej szkodliwości działania leków roślinnych oraz większa liczba pojawiających się na półkach sklepowych leków ziołowych o przebadanym i udokumentowanym działaniu. Społeczeństwo coraz częściej wprowadza do diety naturalne preparaty o mniejszym ryzyku wystąpienia skutków ubocznych [Rosłon 2008, Markowska i in. 2015]. Zgodnie

✉ kamilwilczynski100@wp.pl

z najnowszymi badaniami perspektywy rozwoju rynku herbacianego i zielarskiego są bardzo dobre, zwłaszcza ze względu na zmieniające się preferencje konsumentów oraz modę na zdrową żywność [Markowska i in. 2015].

Liście mięty są jednym z najbardziej wszechstronnych i najczęściej stosowanych ziół leczniczych. Łagodzą podrażnienia skóry, bóle migrenowe czy problemy z przewodem pokarmowym. Ich działanie zależy od olejku eterycznego i zawartego w nim mentolu. Wyciągi z surowca wzmagają czynność wydzielniczą żołądka oraz wątroby, zwiększają ilość soku żołądkowego, ułatwiają trawienie oraz pobudzają wytwarzanie żółci [Senderski 2009]. Olejek z mięty pieprzowej jest lekarstwem na wiele problemów żołądkowo-jelitowych, ale wykorzystuje się go również w przemyśle kosmetycznym [Góra i Lis 2005].

Mięta jest wykorzystywana w wielu gałęziach przemysłu. Jej szczególne znaczenie gospodarcze wynika właśnie z zawartości olejku eterycznego, którego głównym składnikiem jest mentol, stosowany również w produktach do higieny jamy ustnej, farmaceutykach, kosmetykach oraz w żywności [Scavroni i in. 2005].

Mięta pieprzowa (*Mentha piperita* L.) znana od starożytności, uprawiana jest praktycznie na wszystkich kontynentach świata, przy czym w największej ilości w Europie, Azji (Japonia) oraz Ameryce Południowej. Roślina jest hodowana w kilku odmianach, jednak w lecznictwie najczęściej wykorzystywane są: mięta czarna (*M. piperita* L. var. *officinalis* Solef. *rubescens* Camus) – ma dużą zawartość olejku eterycznego i intensywny mentolowy zapach; mięta biała (*M. piperita* L. var. *officinalis* Solef. *pallenscens* Camus) – ma mniejszą zawartość olejku eterycznego w porównaniu z miętą czarną [Grzeszczuk i Jadczyk 2009].

Surowcem zielarskim w przypadku mięty pieprzowej jest ziele, a w szczególności liście. Są one źródłem wielu związków z grupy metabolitów wtórnych oraz m.in. witamin czy soli mineralnych. Mięta ma szerokie właściwości farmakologiczne. Stymuluje czynności wydzielnicze żołądka oraz wątroby poprzez zwiększenie wytwarzania soku żołądkowego i żółci. Dodatkowo poprawia perystaltykę jelit, trawienie, zmniejsza wzdęcia. Ma właściwości rozkur-

czowe, rozgrzewające, wiatropędne, uspokajające, odkażające, znieczulające oraz przeciwzapalne i przeciwwrzodowe. Ponadto obniża ciśnienie krwi [Senderski 2009]. Mięta pieprzowa spożywana jest w formie herbaty, nalewki, olejku lub wyciągu oraz stosowana zewnętrznie jako składnik różnego rodzaju maści [Kołczyk 2012].

Olejek z mięty pieprzowej należy do najcenniejszych olejków eterycznych. Jest to bezbarwna, jasno-żółta lub bladozielonkawożółta ciecz o charakterystycznym zapachu i smaku powodującym uczucie zimna. Olejek ten jest łatwo rozpuszczalny w etanolu (70%) [Alankar 2009]. Skład chemiczny olejków miętowych nie jest identyczny. Biorąc pod uwagę główne składniki występujące w olejkach, wyróżniono grupy chemiczne odznaczające się dużą zawartością związków takich jak:

- mentol, menton oraz izomenton,
- linalol lub jego octan,
- pulegon lub izopulegon,
- pulegon, menton i izomenton,
- geraniol i jego octan,
- mentofuran,
- karwon lub dihydrokarwon,
- piperytenon lub piperyton,
- epitenki piperytenonu [Góra i Lis 2005].

Liście mięty zawierają około 2% olejku eterycznego, który oprócz głównych składników – mentolu (ponad 50%) i mentonu (ok. 20%) – zawiera ponad 30 innych związków. Olejek miętowy należy do najczęściej produkowanych i wykorzystywanych olejków eterycznych jako wsparcie organizmu w zmniejszaniu stanów zapalnych dróg żółciowych [Iscan i in. 2002, Góra i Lis 2005]. Wykorzystywany jest w leczeniu zapalenia dziąseł jako środek antybakteryjny. Olejek miętowy wykazuje właściwości przeciwbakteryjne między innymi wobec: *Aspergillus niger*, *Rhizopus solani* oraz *Arternaria arternata* [Hussain i in. 2010].

Wyjątkowe właściwości roślin zielarskich wynikają z obecności związków biologicznie aktywnych, wśród których możemy wyróżnić flawonoidy, antocyjany, garbniki, olejki eteryczne, kwasy organiczne, saponiny, śluzu i inne składniki. Świeże zioła, są źródłem wielu witamin, enzymów, fitoncydów oraz glikozydów [Kazimierczak i in. 2011]. Wiele wyni-

ków badań potwierdza, że prawidłowo zbilansowana dieta, bogata w związki polifenolowe, witaminy, tokoferole i fosfolipidy, zmniejsza ryzyko wystąpienia nowotworów czy chorób układu krążenia [Czechot 2000]. Obecne w roślinach związki o właściwościach przeciwutleniających chronią organizm człowieka przed chorobami związanymi z działaniem wolnych rodników m.in. miażdżycą, chorobą Alzheimera, chorobą Parkinsona. Substancje biologicznie aktywne w każdej roślinie występują w innych proporcjach i składzie. Różnice te w dużej mierze zależą nie tylko od sposobu uprawy, zbioru oraz dalszej obróbki, ale przede wszystkim od gatunku oraz części danej rośliny. Większości tych substancji organizm nie jest w stanie sam produkować lub wytwarza je w niewystarczającej ilości, dlatego ich dostarczenie może odgrywać kluczową rolę w profilaktyce wielu chorób cywilizacyjnych [Venables i in. 2008].

Olejki eteryczne zaliczane są do wtórnych metabolitów roślin. Stanowią zbiór wielu składników chemicznych, przy czym w największej ilości występują w nich terpeny – monoterpenowe węglowodory, seskwiterpenowe, jak również tlenowe pochodne tych substancji [Peter 2006]. W olejkach znajdują się także aldehydy, ketony, etery oraz estry, kumaryny, kwasy organiczne czy też związki siarki lub azotu [Kończyk 2012].

Zwiększające się zapotrzebowanie na surowce zielarskie sprawia, że do uprawy ziół wprowadza się nowe lub mniej rozpowszechnione odmiany i gatunki – bardziej wydajne w plonowaniu, odznaczające się dobrymi cechami sensorycznymi oraz wysoką aktywnością biologiczną. Ze względu na małą trwałość świeżych ziół są one zwykle przetwarzane na susze. Wygodną i dobrą metodę ich konserwowania stanowi zamrażanie [Wójcik-Stopczyńska 2010].

Podczas przechowywania surowców roślinnych zachodzą w nich procesy fizyczne, biochemiczne i mikrobiologiczne, które powodują zmiany składu chemicznego, w tym również zawartości azotanów. Zachowanie tych związków zależy od wielu czynników: od gatunku i odmiany roślin, a także od sposobu ich przechowywania [Wojtowicz i in. 2012].

Celem pracy było określenie wpływu warunków przechowywania mięty pieprzowej (*Mentha piperita* L.) na zmiany jakościowe, aktywność antyoksyda-

cyjną w badanych naparach oraz ilość i skład olejków eterycznych w materiałach wyjściowych po 30 dniach przechowywania w różnych warunkach.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiła suszona mięta pieprzowa zakupiona w przedsiębiorstwie zielarskim „Dary Natury”, którą poddano standaryzacji poprzez połączenie oraz rozdrobnienie do jednakowej frakcji. Następnie gotowy materiał podzielono na dwie równomierne frakcje, z których jedną przechowywano w opakowaniach foliowych w warunkach ograniczających dostęp światła i powietrza (mięta A), zaś drugą przechowywano w warunkach z dostępem powietrza i światła (mięta B). Materiały do badań przechowywano w temperaturze pokojowej ($\approx 24^{\circ}\text{C}$). Badania wykonano po 30 dniach przechowywania na naparach wykonanych klasyczną ekstrakcją odpowiadającą procesowi przygotowania naparów herbacianych zgodnie z normą PN-ISO 3103 w 6 i 10 min. W tym celu do zlewki odważono 2 g surowca, następnie zalano 100 cm^3 wrzącej wody destylowanej (100°C) i przykryto szalką w celu dokonania ekstrakcji.

Polifenole

Zawartość polifenoli oznaczano według procedury Singleton i Rossi [1965] przy użyciu odczynnika Folina–Ciocalteu w stosunku 1 : 5. Wyniki podano w $\text{mg}/100\text{ cm}^3$ naparu w przeliczeniu na kwas galusowy. Pomiar wykonano w trzech powtórzeniach. Do kolby miarowej o pojemności 25 cm^3 pobierano $0,05\text{ cm}^3$ naparów, dodawano kolejno 2 cm^3 metanolu, 10 cm^3 wody destylowanej oraz 2 cm^3 odczynnika Folina–Ciocalteu’a (stosunek 1 : 5). Odstawiono na 3 min. Po tym czasie dodano 1 cm^3 10% roztworu Na_2CO_3 , dokładnie wymieszano i pozostawiono na 30 min do inkubacji. Następnie kolby z próbkami uzupełniono wodą destylowaną do kreski. Absorbancje mierzono przy długości fali 750 nm wobec próby zerowej.

Flawonoidy

Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechinę oznaczano spektrofotometrycznie według

procedury opisanej przez Karadeniza i in. [2005]. Do probówek pobrano po 0,5 cm³ naparów, dodano 2,5 cm³ wody destylowanej, 0,15 cm³ 5% (w/w) wodnego roztworu azotanu (III) sodu i wymieszano. Po upływie 5 min wprowadzono również 0,3 cm³ 10% (w/w) wodnego roztworu sześciowodnego chlorku glinu, po raz kolejny wymieszano i pozostawiono na 5 min. Następnie dodawano 2 cm³ 1 M wodnego roztworu NaOH i 0,55 cm³ wody destylowanej. Pomiar absorbancji wykonano przy długości fali 510 nm.

DPPH

Aktywność antyoksydacyjną oznaczano według zmodyfikowanej metody Branda-Wiliamsa i in. [1995] z użyciem syntetycznego rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl, Sigma Aldrich). Absorbancję roztworów mierzono przy długości fali $\lambda = 517$ nm. 0,5 mM alkoholowy roztwór DPPH przygotowano, rozpuszczając 19,71 mg DPPH ($M = 394.32$ g/mol) w 100 cm³ metanolu. Otrzymany roztwór rozcieńczono, tak aby jego absorbancja przy długości fali $\lambda = 517$ nm wynosiła ok. 0,9. Roztwór przechowywano w ciemności. W pierwszym etapie doświadczenia zmierzono absorbancję roztworu rodnika DPPH (A_0). Następnie zdolność badanego antyoksydantu do przeciwdziałania reakcji utleniania obliczano ze wzoru:

$$\% \text{inhibicji} = 100 \cdot (A_0 - A_{\text{sr}}) \cdot A_0^{-1}$$

gdzie:

A_0 – absorbancja roztworu rodnika DPPH,

A_{sr} – średnia wartość absorbancji badanego roztworu zawierającego antyoksydant.

Olejki eteryczne

Olejki eteryczne pozyskane z pierwotnego materiału roślinnego poddano chromatograficznej analizie jakościowej i ilościowej (GC-FID, GC-MS). Analizę jakościową przeprowadzono na podstawie porównania indeksów retencji i otrzymanych widm MS dla rozdzielonych składników lotnych z danymi uzyskanymi dla substancji wzorcowych oraz danymi literaturowymi [Adams 2001, Mass Spectral Library 2005]. Analizę ilościową przeprowadzono metodą

normalizacji wewnętrznej, określając udział poszczególnych składników olejków eterycznych w sumie wszystkich zidentyfikowanych związków lotnych. Procentową zawartość olejku eterycznego oznaczano metodą destylacji z parą wodną w aparacie Derynga zgodnie z Farmakopeą Europejską.

Skład jakościowy i ilościowy olejku eterycznego wyznaczano metodą GC/MS przy użyciu aparatu firmy Agilent model 6890 z kolumną chromatograficzną HP-5MS o długości 30 m, średnicy 0,25 mm. Grubość filmu fazy stacjonarnej wynosiła 0,25 μm , a stosowanym gazem nośnym był hel. Temperatura dozownika wynosiła 250°C. Stosowano gradient temperatury (60°C przez 3 min, następnie przyrost o 10°C/min do 300°C). Analizę MS prowadzono z zastosowaniem jonizacji elektronowej (70 V) w zakresie mas 35–400 jma.

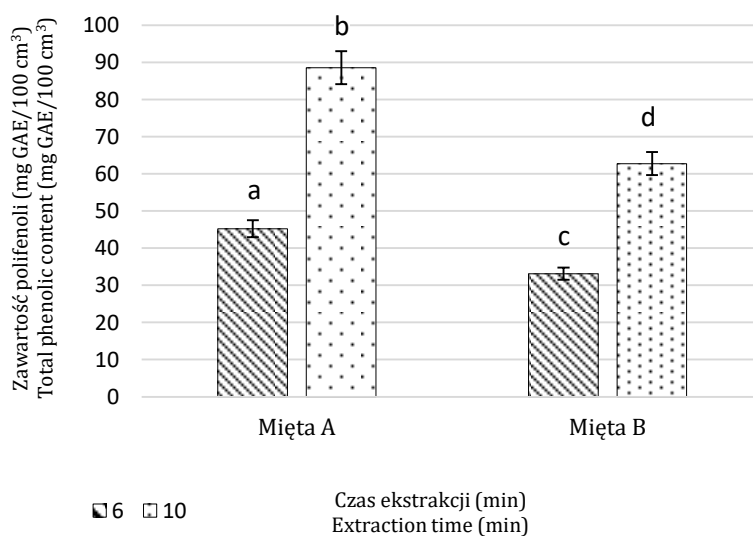
Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statistica 6.0 PL. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA w celu określenia istotności wpływu warunków przechowywania suszów na ich właściwości antyoksydacyjne (zawartość polifenoli, w tym flawonoidów, zdolność antyoksydacyjna oraz zawartość olejków eterycznych). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunkach 1–2 przedstawiono wyniki obrazujące zawartość związków biologicznie czynnych, tj. polifenoli i flawonoidów, w naparach z mięty pieprzowej oznaczonej jako A (przechowywanej w odpowiednich warunkach) oraz mięty pieprzowej oznaczonej jako B (przechowywanej w warunkach z dostępem powietrza i światła) w dwóch wariantach czasowych ekstrakcji, tj. 6 i 10 min. Rysunek 1 przedstawia zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy (GAE). Największą zawartością tych związków charakteryzował się ekstrakt z mięty pieprzowej A przygotowany w 10 min (88,61 mg GAE/100 cm³). Ekstrakt z mięty pieprzowej B zawierał znacznie mniej polifenoli (62,77 mg GAE/100 cm³). Ponadto wyka-

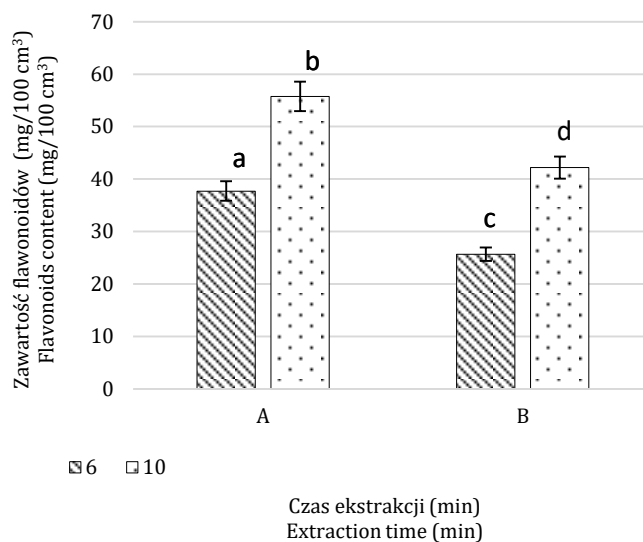
zowano wpływ czasu ekstrakcji na zawartości związków polifenolowych – wraz z wydłużeniem czasu ekstrakcji wartości te zwiększały się. Dmowski i in. [2014] również wykazali, że czas ekstrakcji był istotnym czynnikiem wpływającym na zawartość polifenoli. W piętnastominutowych naparach z herbaty czarnej oznaczyli nawet dwukrotnie więcej związków polifenolowych aniżeli w naparach trzyminutowych. Średnia zawartość polifenoli w badanych próbkach naparów z herbat mieściła się w zakresie od 67,70 mg GAE/100 cm³ (napary 3-minutowe) do 239,57 mg GAE/100 cm³ (napary 15-minutowe). Cieszyńska i in. [2011] również wykazali, że zawartość zarówno związków polifenolowych, jak i flawonoidów w badanych naparach sporządzonych z różnych handlowych herbat zielonych zależy od czasu ich naparzania. Ponadto Kurzeja i inni [2012]

wykazali podobną zależność odnośnie wpływu warunków przechowywania ziół na zawartość związków polifenolowych. Zawartość polifenoli w poszczególnych ziołach zmniejszała się kolejno: oregano > tymianek > majeranek > bazylika. Stężenia polifenoli oznaczone dla tych samych ziół w 2011 r., czyli po 12 miesiącach przechowywania, uległy znacznemu, 8–15-krotnemu zmniejszeniu. W trakcie przechowywania surowców zielarskich polifenole w nich zawarte są degradowane głównie wskutek utleniania. W pracy Śledź i Witrowej-Rajchert [2012] również wykazano wpływ warunków przechowywania na zawartość związków polifenolowych. Znaczące zmniejszenie zawartości polifenoli po 3 miesiącach zaobserwowano w pietruszce przechowywanej w wysokiej temperaturze (40°C). Strata ta wyniosła 10% w stosunku do liści bezpośrednio po suszeniu.

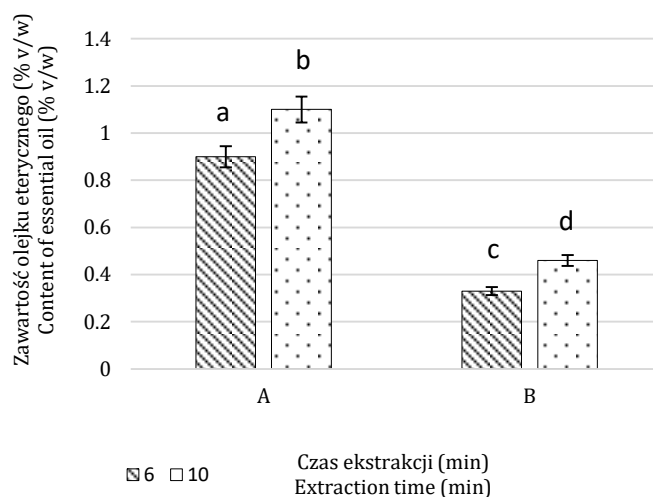


Rys. 1. Zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy w mięcie A i B w zależności od czasu ekstrakcji

Fig. 1. Content of polyphenols expressed as gallic acid in peppermint A and B depending on the extraction time



Rys. 2. Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechinę w mięcie A i B w zależności od czasu ekstrakcji
Fig. 2. Content of flavonoids expressed as epicatechin in peppermint A and B depending on the time extraction



Rys. 3. Zawartość olejku eterycznego w materiale wyjściowym w mięcie A i B w zależności od czasu ekstrakcji
Fig. 3. Content of essential oil in starting material in peppermint A and B depending on the time extraction

Flawonoidy są grupą związków wchodzących w skład polifenoli. Ich obecność stwierdza się m.in. w owocach, warzywach, roślinach strączkowych. Wykazują silne właściwości antyoksydacyjne. Rysunek 2 przedstawia zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechinę. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że największą ich zawartością charakteryzował się ekstrakt z mięty A uzyskany w 10 min (55,75 mg/100 cm³). W mięcie B dla tej samej temperatury zaobserwowano zmniejszenie do ilości 42,18 mg/100 cm³. W przypadku zawartości flawonoidów wykazano podobną zależność jak dla zawartości polifenoli – zarówno czas ekstrakcji, jak i warunki przechowywania mięty wpływały na zawartość tych związków w sporządzonych ekstraktach.

Na rysunku 3 przedstawiono zawartość olejku eterycznego w materiałach wyjściowych z mięty A i B. W przypadku olejków eterycznych czas nie wpływa istotnie na ich zawartość w porównaniu ze związkami polifenolowymi. Ponadto dużo mniejszą zawartość olejku wykazano w mięcie przechowywanej w warunkach z dostępem powietrza i światła (0,46% v/w), o ponad połowę mniej niż w przypadku mięty A (1,1% v/w). Olejki eteryczne ulatniają się, gdy nie zapewni się im dobrych warunków przechowywania.

W tabeli 1 przedstawiono wpływ warunków przechowywania na procentową zawartość poszczególnych składników otrzymanego olejku eterycznego. Stwierdzono, że warunki przechowywania nie tylko spowodowały istotne zmiany w ilości, ale również w składzie olejków eterycznych. W przypadku głównych składników wykazano, że ilość mentolu w mięcie A klasyfikowała się na poziomie 31,39%, zaś w przypadku mięty B zawartość ta spadła do 24,17%, podobne zależności wykazano dla mentonu (A 26,33%, B 19,18%), izomentolu (A 5,94%, B 2,17%) i neomentolu (A 14,13%, B 9,10%). W pracy Król i Kiełtyki-Dadasiewicz [2015] również wykazano znaczące zamiany w ilościach i składzie olejku eterycznego pozyskanego z tymianku pospolitego spowodowane procesem suszenia. Największe straty olejku wystąpiły w surowcu suszonym konwekcyjnie w temperaturze 60°C oraz w suszu liofili-

zowanym, zaś najwięcej olejku zachowało się w ziele suszonym naturalnie oraz konwekcyjnie w temperaturze 40°C. Suszenie wpłynęło także na zmniejszenie zawartości aromatycznych związków lotnych w olejku. Największy ubytek tych związków nastąpił w wyniku suszenia gorącym powietrzem oraz liofilizacji. Metody suszenia miały wpływ na różnice w składzie olejku eterycznego. Najmniejszą zawartością głównego składnika – tymolu – charakteryzował się olejek z ziela suszonego naturalnie (50,8%), a największą – suszonego sublimacyjnie (59,1%) i mikrofalowo (58,3%). Pod wpływem suszenia zmniejszyła się także zawartość E-kariofilenu oraz linalolu, natomiast zwiększył się udział p-cymenu i karwakrolu. W pracy Wojtowicz i in. [2007] wykazano, że na zawartość olejków eterycznych wpływ ma wiele czynników. Autorzy poddali tymianek sterylizacji. Proces ten spowodował zmniejszenie zawartości wszystkich oznaczanych związków lotnych, najmniejsze w przypadku sabinenu (4%), tymolu (22–27%), karwakrolu (19–22%). Większe straty obserwowano w pozostałych oznaczanych komponentach lotnych. Wynosiły one odpowiednio: β-pinen 7–29%, myrcen 59–92%, α-terpinen 77–92%, p-cymen 83–92%, limonen 21–75%, cyneol 66–86%, γ-terpinen 84–94%, wodzian cis-sabinenu 70–77%, linalol 40–69%, kamfora 15–57%, borneol 39–59%, 1-terpinen-4-olu 22–42%, karwon 71–72%, kariofyllen 46–59%. Według Lawrence'a [2006] skład olejków i ekstraktów może ulegać zmianom ze względu na czynniki środowiskowe, m.in. pochodzenie rośliny, wiek czy nasłonecznienie. Badania nad składem olejku eterycznego występującego w liściach różnych odmian mięty pieprzowej na przestrzeni kilkudziesięciu lat wskazują, że głównymi i charakterystycznymi składnikami olejku miętowego są: mentol (2–46%) i jego izomery (2,5–30%), estry mentolu, np. octan i izowalerianian (2–34%), ketony takie jak menton, izomenton, pulegon i piperyton (2–30%).

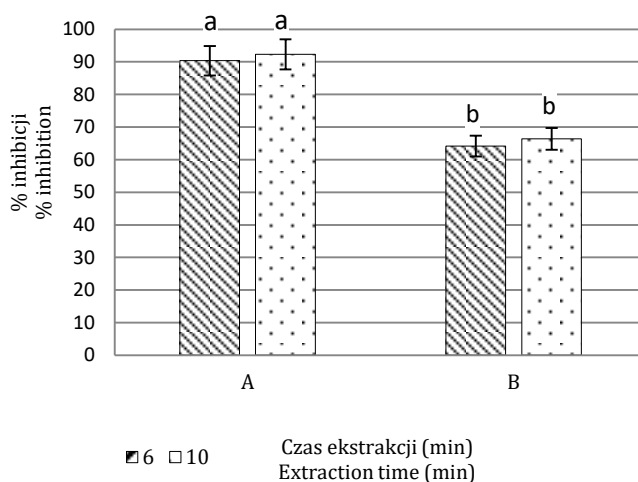
Całkowitą zdolność antyoksydacyjną zbadano metodą redukcji rodnika DPPH. Wykazano, że największe zdolności antyoksydacyjne wykazuje ekstrakt z mięty A uzyskany w 10 min (92,33%) oraz w ciągu 6 min (90,37%). W przypadku ekstraktów z mięty B uzyskanych w 10 min – 66,37%, a w 6 min

– 64,15% (rys. 4). Analiza statystyczna nie wykazała wpływu czasu ekstrakcji na zdolność antyoksydacyjną ekstraktów z mięty A i B. W pracy Kurzeji i in. [2012] wykazano, że wpływ temperatury na aktywność antyoksydacyjną produktów roślinnych nie jest jednoznaczny i zależy głównie od tempera-

tury oraz czasu jej oddziaływania na surowiec. W pracy tej wykazano, że aktywność zmniejszała się w szeregu: oregano > tymianek > majeranek > bazylia. Przechowywanie ziół przez 12 miesięcy również spowodowało spadek aktywności antyoksydacyjnej (1,5–4-krotny).

Tabela 1. Zawartość poszczególnych składników olejku eterycznego w mięcie pieprzowej A i B (%)
Table 1. The content of the individual components of the essential oil on the peppermint A and B (%)

Składnik Component	Mięta pieprzowa A Peppermint A	Mięta pieprzowa B Peppermint B
Menton Mentone	26,33 ±0,15	19,18 ±0,03
Mentol Menthol	31,39 ±0,55	24,17 ±0,00
Izomentol Isomenthol	5,94 ±0,00	2,17 ±0,03
Neomentol Neomenthol	14,13 ±0,02	9,10 ±0,01



Rys. 4. Całkowita zdolność antyoksydacyjna wyznaczona metodą redukcji rodnika DPPH w mięcie A i B w zależności od czasu ekstrakcji

Fig. 4. Total antioxidant capacity determined by the DPPH radical reduction method in peppermint A and B depending on the time of extraction

WNIOSKI

1. Warunki przechowywania surowców zielarskich mają istotny wpływ na zmianę cech jakościowych, tj. na zmniejszenie zawartości polifenoli i flawonoidów.

2. Wydłużenie czasu ekstrakcji przyczynia się do zwiększenia zawartości związków polifenolowych i flawonoidów w naparach.

3. Czas ekstrakcji ma istotny statystycznie wpływ na zawartość olejku eterycznego.

4. Czas ekstrakcji nie miał istotnego statystycznie wpływu na właściwości antyoksydacyjne naparu.

PIŚMIENNICTWO

- Adams, R.P. (2001). Identification of Essential Oil Compounds by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured, Carol Stream, IL, USA.
- Alankar, S. (2009). A review on peppermint oil. *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, 2(2), 27–33.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 28, 25–30.
- Cieszyńska, A., Michocka, K., Wieczorek, D., Zieliński, R. (2011). Wpływ czasu ekstrakcji na aktywność przeciwródnikową naparów herbaty zielonej. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 92(4), 872–875.
- Czczot, H. (2000). Biological activities of flavonoids – a review. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 9(50), 3–13.
- Dmowski, P., Śmiechowska, M., Sagan, E. (2014). Wpływ czasu parzenia i stopnia rozdrobnienia herbaty czarnej na barwę naparu i jego właściwości przeciwutleniające. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 5(96), 206–216.
- GUS (2017). Wyniki produkcji roślinnej w 2016 roku. Warszawa.
- Góra, J., Lis, A. (2005). Najcenniejsze olejki eteryczne. Wyd. UMK, Toruń.
- Grzeszczuk, M., Jadczyk, D. (2009). Estimation of biological value of some species of mint (*Mentha* L.). *Herba Pol.*, 55(3), 193–199.
- Hussain, A.I., Anwar, F., Nigam, P.S., Ashraf, M., Gilani, A.H. (2010). Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. *J. Sci. Food Agric.*, 90, 1827–1836.
- Iscan, G., Kirimer, N., Kurkcuoglu, M., Baser, K.H., Demirci, F. (2002). Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3943–3946.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turk. J. Agric. For.*, 29(4), 297–303.
- Kazimierczak, R., Hallmann, E., Sokołowska, O., Rembiałkowska, E. (2011). Zawartość związków bioaktywnych w roślinach zielarskich z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agric. Engineer.*, 56(3), 200–205.
- Kończyk, A. (2012). Olejki eteryczne i aromaterapia. *Przegl. Leś.*, 22(2), 12–13.
- Król, B., Kiełtyka-Dadasiewicz, A. (2015). Wpływ metody suszenia na cechy sensoryczne oraz skład olejku eterycznego tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.). *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 4(101), 162–175. DOI:10.15193/ZNTJ/2015/101/064.
- Kurzeja, E., Stec, M., Kiryk, M., Mały, B., Misiek, K., Sołujan, A. (2012). Zmiany właściwości antyoksydacyjnych ziół pod wpływem sterylizacji parowej i przechowywania. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 45(3), 980–984.
- Lawrence, B.M. (2006). Mint: the genus *Mentha*. Medicinal and aromatic plants – Industrial profiles. CRC Press, London.
- Markowska, J., Polak, E., Kasprzyk, I. (2015). Ziołowe surowce przyprawowe w przetwórstwie żywności. *Przem. Spoż.*, 11, 21–25.
- Mass Spectral Library (2005). NIST/EPA/NIH, USA.
- Peter, K.V. (2006). Handbook of herbs and spices. 1st ed. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- PN-ISO 3103:1996. Herbata. Przygotowanie naparu do badań sensorycznych.
- Rosłon, W. (2008). Rośliny zielarskie – źródło surowców dla przetwórstwa i przemysłu spożywczego. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.*, 7, 24–26.
- Scavroni, J., Boaro, C.S.F., Marques, M.O.M., Ferreira, L.C. (2005). Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17(4), 345–352.
- Senderski, M.E. (2009). Zioła. Praktyczny poradnik o ziołach i ziołolecznictwie. Wyd. K.E. Liber, Warszawa.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, 16, 144–158.

- Śledź, M., Witrowa-Rajchert, D. (2012). Zmiany zawartości chlorofilu oraz polifenoli podczas przechowywania suszonych mikrofalowo-konwekcyjnie liści pietruszki. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Roln.*, 570, 97–106.
- Venables, M.C., Hulston, C.J., Cox H.R., Jeukendrup, A.E. (2008). Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 87(3), 778–784.
- Wojtowicz, E., Zawirska-Wojtasiak, R., Adamiec, J. (2012). Sposób na zapewnienie wysokiej jakości aromatu naturalnych przypraw liściastych. *Nauka Przyr. Technol.* 6(2), 1–11.
- Wojtowicz, E., Zawirska-Wojtasiak, R., Przygoński, K. (2007). Wpływ procesu sterylizacji parą wodną na zawartość związków lotnych zapachowych w tymianku (*Thymus vulgaris* L.) oceniany metodą gc/ms. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 3(52), 98–108.

THE EFFECT OF STORAGE CONDITIONS OF DRIED PEPPERMINT (*Mentha piperita* L.) ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF THE INFUSIONS OBTAINED AND THE CONTENT AND COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the effect of storage conditions for dried peppermint (*Mentha piperita* L.) on qualitative changes, antioxidant activity in brewed infusions and the amount and composition of essential oils in raw materials. The research material was peppermint one of which was stored in foil packs under conditions limiting the light and atmospheric air access, sample A, and the other was stored on trays with atmospheric air and light access, sample B. The tests were carried out after 30 days of storage on infusions made within 6 and 10 min. The highest content of polyphenols and flavonoids was characterized by the infusion of mint A-stored under appropriate conditions during 10 min, respectively – 88.61 mg/100 cm³ and 55.75 mg/100 cm³. In addition, it has been shown that the strongest antioxidant capacity is demonstrated by the infusion of mint A in 10 min (92.33%) and 6 min (90.37%). In the case of the main components of essential oils, it was shown that the amount of menthol in the A-meal was 31.39%, while in the case of the B mint it dropped to 24.17%. Similar relationship between the effect of mint storage conditions on the composition of essential oil was demonstrated for menthone (A 26.33%, B 19.18%), isomenthol (A 5.94%, B 2.17%) and neomentol (A 14.13%, B 9.10%).

Key words: peppermint, storage conditions, polyphenols, antioxidant properties, DPPH, essential oils