

Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: renata.nurzynska@up.lublin.pl

RENATA NURZYŃSKA-WIERDAK, GRAŻYNA ZAWIŚLAK

**Dolistne dokarmianie azotem a plon surowca
i skład chemiczny olejku eterycznego
melisy lekarskiej (*Melissa officinalis* L.)**

Nitrogen foliar feeding in relation to the yield of raw material and the chemical composition of the essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.)

Streszczenie. Badania dotyczyły określenia zależności pomiędzy dolistną aplikacją mocznika a plonem surowca oraz zawartością i składem chemicznym olejku eterycznego melisy lekarskiej. Melisę uprawiano w nieogrzewanym tunelu foliowym. Dolistne dokarmianie roślin azotem wykonano, stosując oprysk 0,5-procentowym roztworem mocznika w terminach: 11, 18 i 25 czerwca 2011 r. Ziele melisy wysuszono w suszarni w 35°C, określono masę powietrznie suchego zela i powietrznie suchych liści oraz zawartość i skład chemiczny olejku eterycznego (GC-MS/MS) w surowcu (liść melisy). Wykazano brak istotnego wpływu azotu na wielkość plonu powietrznie suchego zela i powietrznie suchych liści melisy oraz na zawartość olejku eterycznego. Składnikami dominującymi badanego olejku były geranial i neral. Dolistna aplikacja azotu przyczyniła się do zwiększenia koncentracji neralu i tlenku kariofilenu oraz do zmniejszenia udziału p-cymenu, cytronelalu, geranialu i E-kariofilenu, modyfikując także zawartość pozostałych składników olejku.

Słowa kluczowe: rośliny lecznicze, substancje lotne, cytral, zmienność środowiskowa

WSTĘP

Zagadnienia związane z dolistnym dokarmianiem roślin są dość dobrze poznane i opisane w wielu publikacjach [Alexander 1986, Czuba 1996, Wójcik 1998], choć w niewielkim stopniu dotyczy to roślin leczniczych. Liście i inne części nadziemne roślin mogą pobierać składniki pokarmowe przez szparki i przetchlinki. Wchłanianie składników przez liście jest tym większe, im dłużej pozostają one zwilżone stosowanym roztworem, ponieważ warunkiem przenikania składników pokarmowych do rośliny jest dostateczna wilgotność powierzchni liścia [Czuba 1993, Krzywy 2007]. Spośród składników pokarmowych rośliny pobierają łatwo tą drogą azot, zwłaszcza z wodnego roztworu mocznika, ponieważ amidowa forma azotu zwiększa przepuszczalność kutikuli [Czuba

1993]. Dolistna aplikacja azotu w postaci mocznika zwiększa masę i plon świeżego ziela bazylii oraz powoduje zwiększenie koncentracji N-NO₃, N-NH₄, K i Ca, w porównaniu z kontrolą [Nurzyńska-Wierdak i in. 2011]. Zawartość barwników fotosyntetycznych (chlorofilu a i b oraz karotenoidów) w roślinach kostrzewy (podobnie jak parametry wymiany gazowej) zwiększa się pod wpływem dolistnej aplikacji azotu [Zhao i in. 2008]. Dokarmianie dolistne mocznikiem zwiększa intensywność fotosyntezy netto w liściach bobiku, co z kolei przyczynia się do większej akumulacji azotu i zwiększenia plonu nasion. Dolistna aplikacja mocznika jest bardziej efektywna niż stosowanie doglebowe, niezależnie od podstawowej dawki azotu [Kocoń 2010]. Wyniki badań Szewczuka [2009] wskazują na celowość dolistnego dokarmiania roślin tytoniu mocznikiem i nawozem wieloskładnikowym Tytoń-Vit (N – 5,0; Mg – 10,3; B – 1,0; Zn – 0,5; Cu – 0,2; Mn – 0,04; Ti – 0,03 oraz Fe i Mo po 0,02%). Korzystny wpływ mocznika dostarczanego dolistnie na wielkość plonu roślin może wynikać z prostego wbudowywania się zredukowanej formy azotu do związków organicznych, bez konieczności zużywania energii.

Melisa lekarska (*Melissa officinalis* L.) uprawiana jest w wielu krajach świata w celu pozyskania surowca w postaci liści (*Melissae folium*), ziela (*Melissae herba*) oraz olejku eterycznego (*Melissae oleum*). Roślina ta wymaga gleb żyznych, próchnicznych i wilgotnych; ma też wysokie wymagania pokarmowe, szczególnie w stosunku do azotu i potasu [Ozturk i in. 2004, Moqbeli i in. 2011]. Składnikami dominującymi w olejku melisowym są: cytral – geranial (cytral a) i neral (cytral b), cytronelal, β-kariofilen i tlenek β-kariofilenu [Patora i in. 2003, Bona da Silva i in. 2008]. Plon surowca i olejku eterycznego melisy jest determinowany przez czynniki środowiskowe i agrotechniczne [Patora i in. 2003, Nurzyńska-Wierdak i in. 2014]. Melisa dobrze reaguje na nawożenie mocznikiem [Aziz i El-Ashry 2009], który przyczynia się do istotnego zwiększenia plonu świeżego i suchego ziela. Ponadto mocznik zastosowany doglebowo w postaci różnych nawozów wolno działających, istotnie zwiększa plon olejku melisy, a także modyfikuje jego skład chemiczny [Aziz i El-Ashry 2009]. Olejek eteryczny destylowany ze świeżych i wysuszonych liści melisy uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego charakteryzuje się tym samym składem jakościowym, przy pewnych zmianach ilościowych niektórych składników [Sodré i in. 2012]. Przytoczone wyżej dane wskazują możliwy wpływ zróżnicowanego żywienia roślin zielarskich na plon i skład olejku eterycznego. Celem przedstawionych badań było określenie zależności pomiędzy dolistną aplikacją azotu a wielkością i jakością plonu surowca melisy mierzoną zawartością i składem chemicznym olejku eterycznego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w 2011 roku, na glebie płowej, wytworzonej z utworów lessowych, o zawartości próchnicy 1,7%. Doświadczenie założono w nieogrzewanym tunelu foliowym, jako jednoczynnikowe, metodą kompletnej randomizacji w 4 powtórzeniach. Nasiona melisy lekarskiej (*Melissa officinalis* L.), pochodzące z firmy W. Legutko Przedsiębiorstwo Hodowlano-Nasienne Sp. z o.o., wysiano 25 marca do skrzynek wysiewnych wypełnionych substratem torfowym. Następnie 20 kwietnia rośliny przepikowano do wielodoniczek. Rostadę w fazie 3–4 liści właściwych wysadzono 27 maja w rozstawie

30 × 30 cm. Gleba w tunelu została przygotowana zgodnie z ogólnymi zasadami dotyczącymi uprawy melisy [Król 2010] i na podstawie analizy chemicznej ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 7,5 l, $<0,24 \text{ g NaCl} \cdot \text{l}^{-1}$, $11,6 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$, $168 \text{ mg P} \cdot \text{l}^{-1}$, $57 \text{ mg K} \cdot \text{l}^{-1}$, $1163 \text{ mg Ca} \cdot \text{l}^{-1}$, $119 \text{ mg Mg} \cdot \text{l}^{-1}$) wzbogacona o następujące składniki pokarmowe: azot ($80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) i potas ($100 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$), w postaci odpowiednio: saletry wapniowej i siarczanu potasu. Azot zastosowano w dwóch dawkach, połowę przed sadzeniem i połowę po przyjęciu się rozsady; potas wniesiono jednorazowo przed sadzeniem roślin. Dolistne dokarmianie roślin azotem wykonano, stosując oprysk 0,5-procentowym roztworem mocznika, do całkowitego zwilżenia blaszki liściowej. Rośliny kontrolne w tym czasie w ten sam sposób opryskiwano wodą wodociągową. Prowadzono systematyczne nawadnianie roślin za pomocą linii kroplujących (co 1–2 dni); jednorazowa dawka wody wynosiła 20 mm. W okresie wegetacji wykonano trzy zabiegi dolistnego dokarmiania roślin mocznikiem, w terminach: 11, 18 i 25 czerwca. Zbiór melisy przeprowadzono ręcznie 12 lipca. W czasie zbioru określono wysokość (cm) i masę (g) nadziemnej części rośliny, oceniając po 10 losowo wybranych roślin z każdego powtórzenia. Zebrany surowiec wysuszono w suszarni termicznej (35°C), a następnie określono masę powietrznie suchego ziela (g) oraz powietrznie suchych liści (g).

Z surowca (liść melisy – *Melissae folium*) wyekstrahowano olejek eteryczny, który poddano ilościowej i jakościowej analizie, stosując odpowiednio: metodę hydrodestylacji [Farmakopea Polska VIII 2008] oraz metodę chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS/MS). Oznaczenia ilościowe wykonano w 3 powtórzeniach. Skład olejku eterycznego melisy oznaczono na chromatografii gazowej Varian Chrompack CP-3800 z detektorem masowym (4000 GC-MS/MS). Analizę rozpoczęto w temperaturze 50°C (przez 1 min), a następnie zwiększono ją (szybkość przyrostu: $4^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$) do 250°C i tę temperaturę utrzymywano przez 10 min. Użyto kolumny VF-5ms (odpowiednik DB-5) firmy J&W (USA); gazem nośnym był hel o przepływie stałym $0,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$; temperatura dozownika: 250°C , podział 1 : 100. Dozowano $1 \mu\text{l}$ roztworu ($10 \mu\text{l}$ próby w $1000 \mu\text{l}$ heksanu). Zastosowano detektor Varian 4000 MS/MS, zakres rejestrowany: 40–1000 m/z, szybkość skanu $0,8 \text{ s}$ na skan. Indeksy retencji Kovatsa (nieizotermiczny indeks retencji) wyznaczono w oparciu o szereg alkanów C_{10} – C_{40} [Van Den Dool i Kratz 1963]. Zawartość składnika w mg w analizowanej próbce olejku określono na podstawie porównania z wzorcami wewnętrznymi. Identyfikację związków przeprowadzono na podstawie własnych indeksów retencji i danych z literatury [Adams 2004]. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla klasyfikacji pojedynczej przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Dolistne stosowanie wodnego roztworu mocznika w uprawach polowych jest uzasadnionym i wysoko efektywnym zabiegiem agrotechnicznym [Czuba 1993, Kocoń 2010]. Ustalając dawkę i stężenie roztworu, należy brać pod uwagę gatunek rośliny i fazę rozwojową. Zbyt wysokie stężenie aplikowanego roztworu mocznika może powodować oparzenia liści [Czuba 1993], co jest niedopuszczalne w uprawie roślin zielarskich na zbiór liści i ziela. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że dolistna aplikacja mocznika nie wpłynęła istotnie na badane parametry morfologiczne roślin melisy

(tab. 1). Nie stwierdzono także uszkodzeń blaszki liściowej. Rośliny osiągnęły średnią wysokość 64,2 cm oraz masę 149,0 g, co było porównywalne z wynikami jednych autorów [Abbaszadeh i in. 2009], a przewyższało niektóre dane innych [Ozturk i in. 2004, Moqbeli i in. 2011]. Wykazano brak istotnego wpływu azotu podanego dolistnie na wielkość plonu powietrznie suchego zieleń i powietrznie suchych liści oraz na zawartość olejku eterycznego w zieleń.

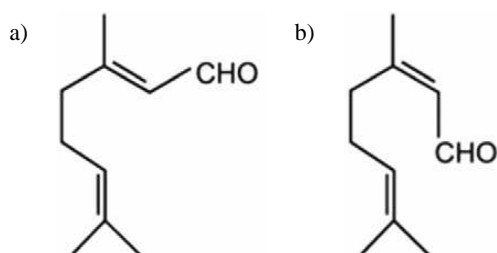
Tabela 1. Cechy biometryczne roślin melisy lekarskiej i zawartość olejku eterycznego w liściach melisy w zależności od dokarmiania azotem

Table 1. The biometric features of lemon balm plants and essential oil content in the leaves of lemon balm depending on the feeding with nitrogen

Dokarmianie Foliar feeding	Wysokość rośliny Plant height (cm)	Masa rośliny Plant mass (g)	Masa powietrznie suchego zieleń Mass of air-dry herb (g · roślin. ⁻¹) (g · plant ⁻¹)	Masa powietrznie suchych liści Mass of air-dry leaves (g · roślin. ⁻¹) (g · plant ⁻¹)	Zawartość olejku eterycznego Essential oil content (ml · 100 g ⁻¹)
Bez N/ Without N	64,9	154,4	24,3	11,0	0,18
Z N/ With N	63,5	143,6	21,8	10,8	0,19
Średnio/ Mean	64,2	149,0	23,1	10,9	0,19
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	n.i./ n.s.	n.i./ n.s.	n.i./ n.s.	n.i./ n.s.	n.i./ n.s.

Olejek eteryczny melisy, otrzymywany ze świeżych i wysuszonych kwiatów, liści i pędów, charakteryzuje się świeżym cytrynowym zapachem i jasnożółtą barwą [Bağdad i Coşge 2006]. Otrzymany z badanego zieleń melisy olejek odpowiadał temu opisowi. Surowiec melisy lekarskiej może gromadzić olejek eteryczny w zmiennej ilości, od 0,030–0,067% [Sari i Ceylan 2002] do 0,104–0,301% [Abbaszadeh i in. 2009]. Koncentracja olejku nie powinna być jednak niższa niż 0,05% [Bağdad i Coşge 2006]. Badania surowca melisy pochodzącego z polskich upraw [Patora i in. 2003] wskazują również na duże zróżnicowanie pod względem zawartości i składu chemicznego olejku. Analizowane przez Patorę i in. [2003] liście melisy zawierały od 0,085 do 0,233 ml olejku w 100 g wysuszonego materiału. Koncentracja olejku w zieleń została określona w przedziale 0,060–0,167 ml · 100 g⁻¹ [Patora i in. 2003]. Wyniki niniejszych badań wykazały brak istotnego wpływu dolistnego dokarmiania roślin melisy azotem na gromadzenie się olejku eterycznego w liściach (tab. 1). Zjawisko to można wyjaśnić biochemiczną odpowiedzią rośliny na warunki stresowe. Deficyt wody ma pozytywny wpływ na zawartość olejku melisowego, podczas gdy zwiększone zasolenie zmniejsza gromadzenie się tej substancji [Ozturk i in. 2004]. Wydaje się zatem, że w optymalnych warunkach pokarmowych rośliny melisy nie reagują wzmożoną produkcją olejku eterycznego, tak jak dzieje się to w sytuacji stresowej. Taką prawidłowość potwierdzają wyniki wcześniejszych badań [Nurzyńska-Wierdak 2012], w których nie stwierdzono istotnego wpływu aplikacji mocznika na gromadzenie olejku eterycznego przez rośliny bazylii.

Skład olejku melisowego podlega zmienności genetycznej [Patora i in. 2003], ontogenetycznej [Nurzyńska-Wierdak i in. 2014] i środowiskowej [Aziz i El-Ashry 2009]. Modyfikacje składu chemicznego olejku eterycznego melisy zachodzą także pod wpływem regulatorów wzrostu [Silva i in. 2005]. Cytral (3,7-dimetylo-2,6-oktadienal) – główny składnik olejku melisowego – jest naturalną mieszaniną dwóch izomerów, aldehydów monoterpenu: geranialu (trans-cytral, cytral a) i neralu (cis-cytral, cytral b) (rys. 1.). Głównymi składnikami badanego olejku również były geranial (39,96–44,87%) i neral (28,27–34,40%) – tab. 2. Wykazano, że dolistna aplikacja azotu przyczyniła się do zwiększenia koncentracji neralu i tlenku kariofilenu oraz do zmniejszenia udziału p-cymenu, cytronelalu, geranialu i E-kariofilenu, a także do zmiany zawartości pozostałych składników olejku. Potwierdzono tym samym wyniki badań Aziz i El-Ashry [2009], w których po dogłębowym zastosowaniu mocznika stwierdzono wzrost koncentracji cytronelalu, neralu i geraniolu w olejku melisy, przy jednoczesnym obniżeniu udziału octanu geranylu, linalolu, cytronelolu i geraniolu. Sodr  i in. [2012] w uprawie melisy stwierdzili najwyższy udział neralu w olejku (38,90%) po zastosowaniu 4 kg obornika na 1 m² i geranialu (40,84%) w wyniku nawożenia mineralnego. Zwiększone nawożenie organiczne powodowało ponadto zmniejszenie koncentracji cytronelalu z 5,79 do 3,77%. Podobnie próbki olejku destylowane z surowca (*Melissae folium*) otrzymanego z roślin kontrolnych zawierały więcej cytronelalu niż z roślin żywionych mineralnie (odpowiednio: 6,37 i 5,67%) [Sodr  i in. 2012].



Rys. 1. Struktura chemiczna cytralu – głównego składnika olejku melisy: a) cytral a, b) cytral b
Fig. 1. Chemical structure of the cytral – the main compound of lemon balm oil: a) citral a, b) citral b

Zauważalny antagonistyczny stosunek cytralu a do cytralu b pod wpływem aplikacji mocznika (tab. 2) może sugerować wzajemne przekształcenia izomerów cytralu stymulowane obecnością azotu. Podobne zależności dotyczące udziału wymienionych związków olejku po zastosowaniu granulowanej formy mocznika zaznaczyły się także w dwóch kombinacjach doświadczenia, które przeprowadzili Aziz i El-Ashry [2009]. Olejek melisowy, którego głównymi składnikami są aldehydy monoterpenu, wykazuje silną aktywność antybakteryjną i cytotoksyczną [Bağdad i Coşge 2006]. Cytral działa grzybobójczo i bakteriobójczo [Bona da Silva i in. 2008, Saddiq i Khayyat 2010, Leite i in. 2014], a tlenek kariofilenu wykazuje właściwości przeciwbólowe i przeciwzapalne [Chavan i in. 2010]. Zwiększenie koncentracji neralu i tlenku kariofilenu należy uznać za pozytywny skutek dolistnego dokarmiania roślin melisy azotem.

Tabela 2. Skład chemiczny olejku eterycznego destylowanego z liści melisy
 Table 2. The chemical composition of the essential oil distilled from the leaves of lemon balm

Związek Compound	Dokarmianie Foliar feeding			
	bez N/ without N		z N/ with N	
	IR/RI	%	IR/RI	%
werben verbene	1013	2,74	1015	3,47
p-cymen p-cymene	1033	5,83	1034	5,26
para-cymen para-cymene	1103	2,13	1106	1,79
1,3,8-para-metatrien 1,3,8-para-metatriene	1123	1,17	1125	1,47
cytronelal citronellal	1161	5,77	1164	4,23
cis-chryzanteol cis-chrysantheole	1172	1,49	1170	1,34
trans-karweol trans-carveol	1190	2,34	1193	1,98
cis-karweol cis-carveol	1194	1,67	1195	2,47
neral	1248	28,27	1250	34,40
metylocytronelol methyl citronellol	1264	0,36	1265	0,45
geranial	1278	44,87	1280	39,96
E-kariofilen E-caryophyllene	1429	1,29	1429	0,73
tlenek kariofilenu caryophyllene oxide	1599	2,07	1599	2,44

IR – indeks retencji/ RI – retention index

Poprzez odpowiednie odżywianie roślin można zwiększać zawartość niektórych substancji bio-aktywnych [Steward i in. 2001]. Wcześniejsze badania [Nurzyńska-Wierdak 2012] wykazały zmiany zawartości niektórych związków w olejku bazyliowym pod wpływem dolistnej aplikacji mocznika. Należy zauważyć, że zmiany stężeń składników olejku bazylii były na ogół niewielkie, co sugeruje większy wpływ czynników genetycznych i ontogenetycznych niż środowiskowych na profil aromatyczny bazylii. Inaczej natomiast zależność ta kształtuje się u melisy (tab. 2), zwłaszcza w odniesieniu do składników ilościowo dominujących w olejku.

WNIOSKI

1. Dolistna aplikacja mocznika nie wpłynęła istotnie na badane parametry morfologiczne roślin melisy. Wykazano brak istotnego wpływu azotu na wielkość plonu powietrznie suchego ziela i liści oraz na zawartość olejku eterycznego w ziele melisy.

2. W olejku eterycznym otrzymanym z liści melisy oznaczono 13 składników, wśród których dominowały ilościowo geranial i neral.

3. Dolistna aplikacja azotu prowadzi do zwiększenia zawartości w olejku neralu i tlenu kariofilenu oraz do zmniejszenia zawartości p-cymenu, cytronelalu, geranialu i E-kariofilenu.

PIŚMIENNICTWO

- Abbaszadeh B., Farahani H.A., Morteza E., 2009. Effects of irrigation levels on essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.). Am.-Eurasian J. Sustain. Agric. 3, 53–56.
- Adams R.P., 2004. Identification of Essential Oil Compounds by Gas Chromatography/ Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Pub. Corp., Carol Stream (USA).
- Alexander A., 1986. Optimum timing of foliar nutrient sprays. Proc. First Int. Symp. Foliar Fert. organized by Schering Agrochemical Division, Special Fertilizer Group, Berlin (FRG), March 14–16, 1985, 81–88.
- Aziz E.E., El-Ashry S.M., 2009. Efficiency of slow release urea fertilizer on herb yield and essential oil production of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plant. Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 5 (2), 141–147.
- Bağdat R.B., Coşge B., 2006. The essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.), its components and using fields. J. Fac. Agric., OMU 21 (1), 116–121.
- Bona da Silva C. de, Guterres S.S., Weisheimer V., Schapoval E.E.S., 2008. Antifungal activity of the lemongrass oil and citral against *Candida* spp. Braz. J. Infect. Dis., 12 (1), 63–66.
- Chavan M.J., Wakte P.S., Shinde D.B., 2010. Analgesic and anti-inflammatory activity of Caryophyllene oxide from *Annona squamosa* L. bark. Phytomedicine 17, 149–151.
- Czuba R., 1993. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Część I. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu. Roczn. Glebozn. 44 (3/4), 69–78.
- Czuba R., 1996. Celowość i możliwość uzupełniania niedoborów mikroelementów u roślin. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol., 434, 55–64.
- Farmakopea Polska VIII. 2008. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa.
- Kocóń A., 2010. The effect of foliar or soil top-dressing of urea on some physiological processes and seed yield of faba bean. Pol. J. Agron. 3, 15–19.
- Król B., 2010. Melisa lekarska (*Melissa officinalis* L.). W: B. Kołodziej (red.), Uprawa ziół. PWRiL, Warszawa.
- Krzywy E., 2007. Żywnienie roślin. Wyd. AR w Szczecinie, Szczecin.
- Leite M.C.A., Brito Bezerra A.P. de, Sousa J.P. de, Sarmento Guerra F.Q., Oliveira Lima E. de, 2014. Evaluation of antifungal activity and mechanism of action of citral against *Candida albicans*. Evid.-Based Compl. Alt. Med., <http://dx.doi.org/10.1155/2014/378280>.
- Moqbeli E., Fathollahi S., Olfati J.-A., Reyvast G.-A., Hamidoqli Y., Bakhshi D., 2011. Investigation of soil condition on yield and essential oil in lemon balm. South West. J. Hortic. Biol. Environ. 2 (1), 87–93.
- Nurzyńska-Wierdak R., 2012. Sweet basil essential oil composition: relationship between cultivar, foliar feeding with nitrogen and oil content. J. Essent. Oil Res. 24 (3), 217–227.
- Nurzyńska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Szymczak G., 2014. Volatile constituents of *Melissa officinalis* L. leaves depending on plant age. Nat. Prod. Commun. 9 (5), 703–706.
- Nurzyńska-Wierdak R., Borowski B., Dzida K., 2011. Yield and chemical composition of basil herb depending on cultivar and foliar feeding with nitrogen. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 10 (1), 207–219.

- Ozturk A., Unlukara A., Ipek A., Gurbuz B., 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Pak. J. Bot. 36 (4), 787–792.
- Patora J., Majda T., Góra J., Klimek B., 2003. Variability in the content and composition of essential oil from lemon balm (*Melissa officinalis* L.) cultivated in Poland. Acta Pol. Pharm. Drug Res. 60 (5), 395–400.
- Saddiq A.A., Khayyat S.A., 2010. Chemical and antimicrobial studies of monoterpene: Citral. Pestic. Biochem. Phys. 98, 89–93.
- Sari A.O., Ceylan A., 2002. Yield characteristics and essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) grown in the Aegean region of Turkey. Turk. J. Agric. For. 26, 217–224.
- Silva S. da, Alice Sato A., Salgueiro Lagea C.L., Silva San Gilc R.A. da, Almeida Azevedoc D. de, Esquibel M.A., 2005. Essential oil composition of *Melissa officinalis* L. *in vitro* produced under the influence of growth regulators. J. Braz. Chem. Soc. 16 (6B), 1387–1390.
- Sodré A.C.B., Luz J.M.Q., Haber L.L., Marques M.O.M., Rodrigues C.R., Blank A.F., 2012. Organic and mineral fertilization and chemical composition of lemon balm (*Melissa officinalis*) essential oil. Braz. J. Pharm. 22 (1), 40–44.
- Steward A.J., Chapman W., Jenkins G.I., Graham I., Martin T., Crozier A., 2001. The effect of nitrogen and phosphorus deficiency on flavonol accumulation in plant tissues. Plant Cell Environ. 24, 1189–1197
- Szewczuk C., 2009. Wpływ dolistnego dokarmiania tytoniu na plony i jakość liści. Annales UMCS, sec. E, Agricultura 64 (1), 46–51.
- Wójcik P., 1998. Pobieranie składników mineralnych przez nadziemne części roślin z nawożenia pozakorzeniowego. Post. Nauk Roln. 1, 49–64.
- Van Den Dool H., Kratz P.D., 1963. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. J. Chromat. 11, 463–471.
- Zhao W.Y., Xu S., Li J.L., Cui L.J., Chen Y.N., Wang J.Z., 2008. Effects of foliar application of nitrogen on the photosynthetic performance and growth of two fescue cultivars under heat stress. Biol. Plant. 52 (1), 113–116.

Summary. The research was related to the relationship between foliar application of urea and the herb yield and content as well as the chemical composition of the essential oil. Lemon balm was cultivated in an unheated plastic tunnel. The foliar application of nitrogen was used by spraying the plants with 0.5% urea solution on 11, 18 and 25 June. The lemon balm herb was dried in a dryer at 35°C. The weight of air-dried herb and leaves and the content and chemical composition of essential oil in the leaves (GC-MS/MS) were determined. The results showed no significant effect of nitrogen on the yield of air-dried herb and leaves of lemon balm and essential oil content. The major components of the studied oil were geranial and neral. Foliar application of nitrogen contributed to the increase in the concentration of neral and caryophyllene oxide and a reduction of the amounts of p-cymene, citronellal, geranial and E-caryophyllene, also modifying the content of the remaining oil components.

Key words: medicinal plants, volatiles, citral, environmental variability