

Department of Vegetable Crops and Medicinal Plants, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture, University of Life Sciences in Lublin, 58 Leszczyńskiego str., 20-068 Lublin
e-mail: renata.nurzynska@up.lublin.pl

GRAŻYNA ZAWIŚLAK, RENATA NURZYŃSKA-WIERDAK

**Rozwój roślin oraz skład chemiczny olejku eterycznego
krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.)
uprawianego w warunkach klimatu umiarkowanego**

Plant development and chemical composition of essential oil of yarrow
(*Achillea millefolium* L.) cultivated under temperate climate

Streszczenie. Krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.) jest gatunkiem zróżnicowanym morfologicznie oraz chemicznie. Prezentowane badania dotyczyły dynamiki wzrostu oraz składu chemicznego olejku eterycznego krwawnika w pierwszym roku wegetacji. Rozsadę krwawnika posadzono w pole w połowie maja, a ziele zebrano w fazie kwitnienia na początku sierpnia. W wysuszonym (35°C) surowcu oznaczono zawartość olejku eterycznego i określono jego skład chemiczny (GC-MS/MS). Rośliny krwawnika uprawiane w warunkach klimatu umiarkowanego w pierwszym roku wegetacji odznaczają się dość intensywnym wzrostem, wytwarzają pędy kwiatostanowe, ale nie osiągają znacznej wielkości. W badanym oleju eterycznym frakcja węglowodorów monoterpenu stanowiła 30,14%, a frakcja węglowodorów seskwiterpenowych – 24,34%. W oleju dominował β -pinen (19,32%) i chamazulen (14,41%).

Słowa kluczowe: aromatyczne rośliny lecznicze, uprawa, ziele krwawnika, olejek eteryczny, chamazulen

WSTĘP

Krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.) jest byliną z rodziny Asteraceae, rodzimą dla rejonów o klimacie umiarkowanym półkuli północnej (Europa, Azja, Ameryka Północna). W Polsce krwawnik występuje w stanie naturalnym na całym obszarze kraju. Jest gatunkiem odpornym na suszę [Lakshmi i in. 2011], charakteryzuje się także dużą zdolnością przeciwstawiania się zmianom warunków klimatycznych [Nadim i in. 2011]. Stanowiska naturalnego występowania *A. millefolium* różnią się pod względem odczynu gleby oraz zawartości w niej fosforu, potasu i magnezu, co potwierdza duże zdolności adaptacyjne gatunku [Pitura i in. 2014]. Jako surowiec zielarski pozyskuje się części nadziemne krwawnika w okresie kwitnienia. Surowiec zawiera olejek eteryczny, kumaryny, flawonoidy, lak-

tony seskwiterpenowe, poliacetyleny, triterpeny, garbniki, sterole i kwasy organiczne [Souza i in. 2006, Lakshmi i in. 2011, Vitalini i in. 2011]. Rośliny dziko rosnące różnią się pod względem cech morfologicznych i składu chemicznego [Bączek i in. 2013, Pitura i in. 2014]. Jak podają Bączek i in. [2013], zawartość olejku eterycznego (0,17–0,60%) i garbników (0,51–2,67%) w ziele krwawnika pochodzącego ze stanu naturalnego jest zróżnicowana, podobnie jak zawartość głównych składników olejku: chamazulenu (0,88–16,75%) i bisabololu (0,10–5,85%). Pozyskanie standaryzowanego surowca, o określonej aktywności biologicznej, możliwe jest jedynie w przypadku uprawy tej rośliny. Wyniki badań Giorgi i in. [2013] wskazują, że sezon wegetacyjny i warunki świetlne wpływają znacząco na wzrost i akumulację fenylopropanoidów w roślinach krwawnika pagórkowego [*Achillea collina* (Becker ex Rchb.) Heimerl], dziko rosnącego i uprawianego gatunku europejskiego krwawnika. Jednocześnie autorzy nie wykazali istotnego wpływu światła na zdolność antyoksydacyjną ekstraktów z krwawnika.

Uprawa krwawnika dla celów farmaceutycznych prowadzona jest różnymi metodami i w różnych warunkach. W uprawie ekologicznej krwawnika Habán i Otepa [2007] uzyskali wysoki plon surowca zawierającego 0,35% olejku eterycznego już w pierwszym roku wegetacji, określonym jako gorący i bardzo suchy. Zawartość olejku eterycznego oraz jego skład chemiczny są różne w poszczególnych organach rośliny [Figueiredo i in. 1992, Costescu i in. 2014]. Costescu i in. [2014] podają następujące zawartości olejku krwawnikowego: 0,5% (kwiat), 0,7% (liść), 0,9% (korzeń) i 1,2% (łodyga), przy zmiennym udziale związków dominujących: chamazulenu (9,7–45,79%), β -pinenu (0,11–17,2%), β -felandrenu (2,56–12,1%), 1,8-cyneolu (0,2–7,7%), β -kariofilenu (2,3–7,67%) i α -bisabololu (0,68–16,0%). Stwierdzono także różnice składu chemicznego olejku eterycznego krwawnika wynikające ze zmienności genetycznej i środowiskowej [Mockute i Judžentienė 2002, Mazandarani i in. 2013].

Ziele krwawnika (*Millefolii herba*) odznacza się wielokierunkową aktywnością biologiczną. Wodny standaryzowany ekstrakt z ziela działa przeciwskurczowo i jest bardzo skuteczny w chorobach żołądka [Vitalini i in. 2011, Borrelli i in. 2012]. Sedighi i in. [2013] dowiedli, że ekstrakt z *A. millefolium* hamuje skurcze jelita krętego i może być stosowany u pacjentów ze schorzeniami gastrycznymi. Surowiec oraz składniki bioaktywne krwawnika wykazują także właściwości przeciwzapalne, przeciwutleniające oraz przeciwdrobnoustrojowe [Hemmati i in. 2011, Lakshmi i in. 2011, Vitalini i in. 2011]. Uważa się, że alkaloidy wyekstrahowane z liści krwawnika wykazują działanie przeciwzapalne i przeciwbólowe [Lakshmi i in. 2011]. Z kolei glikozydy flawonoidowe wskazywane są jako potencjalne składniki odpowiedzialne za aktywność antyoksydacyjną i antyagregacyjną krwawnika [Vitalini i in. 2011]. Badania Mazandarani i in. [2013] wykazały, że olejek eteryczny krwawnika działa antybakteryjnie i może stać się potencjalnym środkiem kontroli niektórych ważnych bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych, które powodują wiele chorób zakaźnych, przy czym skuteczność olejku jest zróżnicowana i zależy od pochodzenia surowca.

Przedstawione badania miały na celu ocenę dynamiki wzrostu oraz analizę składu chemicznego olejku eterycznego krwawnika pospolitego (*A. millefolium* L.) w pierwszym roku wegetacji, uprawianego w warunkach klimatu umiarkowanego.

MATERIAŁ I METODY

Uprawę krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.) prowadzono w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, na glebie płowej wy-

tworzonej z utworu lessowego na marglach kredowych. Nasiona, pochodzące z Ogrodu Botanicznego UMCS w Lublinie, wysiano w szklarni ogrzewanej w III dekadzie marca 2012 r. Siewki pikowano w kwietniu. Rozsadę krwawnika posadzono w pole w połowie maja w rozstawie 40 × 40 cm. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na ręcznym odchwaszczaniu roślin oraz spulchnianiu gleby w międzyrzędziach. Po posadzeniu rozsady na przykładzie 20 losowo wybranych roślin obserwowano dynamikę ich wzrostu, wykonując pomiary w następujących terminach: 28 maja, 25 czerwca, 3 lipca, 10 lipca i 17 lipca. Określono wysokość i średnicę roślin, a także liczbę pędów. Zbiór ziela wykonano na początku sierpnia, ścinając nadziemne części kwitnących roślin na wysokości 8–10 cm nad powierzchnią gleby. Po zbiorze surowiec wysuszono w suszarni termicznej z dobrą wentylacją, w temperaturze 35°C. Oznaczono zawartość olejku eterycznego metodą destylacji z parą wodną [Farmakopea Polska VII, 2006] oraz skład chemiczny olejku (GC-MS/MS). Skład jakościowy olejku eterycznego określono metodą chromatografii gazowej w połączeniu z detektorem masowym na aparacie chromatograf Varian 4000 GC/MS, z kolumną VF-5 ms (odpowiednik DB-5). Temperatura dozownika wynosiła 250°C, dozowano 1 µl roztworu (1 µl próby w 1000 µl heksanu). Zastosowano przyrost temperatury do 50°C przez 1 min, następnie przyrost 50–250°C (4°C na 1 min), potem utrzymywano 250°C przez 10 min. Wykorzystano hel jako gaz nośny, ze stałym przepływem 0,5 ml na 1 min. Użyto detektora Varian 4000 MS/MS, o szybkości skanu 0,8 s na skan. Indeks retencji wyznaczono w oparciu o szereg n-alkanów C₆-C₄₀ [Van Den Dool i Kratz 1963]. Zawartość składników olejku określono na podstawie porównania z wzorcami wewnętrznymi. Tożsamość związków potwierdzano indeksami retencji z danych piśmiennictwa [Adams 2004].

WYNIKI I DYSKUSJA

Rośliny krwawnika rosły dynamicznie od czasu posadzenia rozsady (28 maja) do ok. 10 lipca (tab. 1). Po tym czasie stwierdzono nieznaczne przyrosty roślin, które osiągnęły ostatecznie średnią wysokość 42,6 cm. Podobnie średnica rośliny szybko zwiększała się od czasu posadzenia rozsady do 3 lipca (12,4–28,1 cm), po którym to czasie przyrost był mniejszy. Badane rośliny zaczynały tworzyć pędy 25 czerwca i osiągnęły ostatecznie 10 lipca maksymalną średnią liczbę 5,4 szt. na roślinie. Krwawnik osiąga wysokość od 20 do 100 cm, zależnie od wieku rośliny oraz warunków środowiskowych [Lakshmi i in. 2011, Gorgi i in. 2013, Pitura i in. 2014]. Prezentowane wyniki dotyczą roślin będących w pierwszym roku wegetacji, osiągających z reguły większe rozmiary w kolejnych latach uprawy. Z przedstawionych danych wynika, że rośliny krwawnika w pierwszym roku wegetacji rosną dynamicznie, jednak ostatecznie nie osiągają znacznych rozmiarów.

Tabela 1. Dynamika wzrostu roślin krwawnika
Table 1. Plant growth dynamics of yarrow

Cecha Feature	Data pomiaru/ Measurement date				
	28.05	25.06	3.07	10.07	17.07
Wysokość rośliny (cm) Plant height (cm)	7,6	18,1	35,3	41,6	42,6
Średnica rośliny (cm) Plant diameter (cm)	12,4	23,9	28,1	28,2	30,1
Liczba pędów (z rośliny) Number of shoots (per plant)	–	2,3	4,7	5,4	5,4

Wydajność olejku eterycznego z badanego surowca krwawnika wynosiła 2 mL kg⁻¹ i odpowiadała polskiej normie farmakopealnej [Farmakopea Polska X, 2014]. Potwierdza to informacje podane przez Habána i Otepkę [2007] i wskazuje na przydatność dla celów farmaceutycznych surowca krwawnika zbieranego w pierwszym roku uprawy. Otrzymany w niniejszych badaniach olejek charakteryzował się intensywną, szafirową barwą. Skład chemiczny olejku przedstawiono w tabeli 2. Stwierdzono obecność 95 związków chemicznych, z których 27 występowało w ilościach śladowych. W badanym oleju dominowały dwa związki: β -pinen (19,32%), reprezentujący grupę węglowodorów monoterpenu oraz chamazulen (14,41%) – przedstawiciel grupy węglowodorów seskwiterpenowych.

Tab. 2 Skład chemiczny olejku eterycznego krwawnika
Tab. 2 Chemical composition of yarrow essential oil

Lp./ No	Związek/ Compound	IR*/RI	%
1	α -tujen/ α -thujene	979	0,32
2	α -pinen/ α -pinene	981	4,54
3	kamfen/ camphene	986	0,29
4	sabinen/ sabinene	993	6,28
5	β -pinen/ β -pinene	994	19,32
6	mircen/ myrcene	997	0,32
7	α -terpinen/ α -terpinene	1018	0,23
8	orto-cymen/ orto-cymene	1025	0,53
9	sylwestren/ sylvestrene	1030	0,82
10	1,8-cyneol/ 1,8-cineole	1033	6,56
11	(E)- β -ocymen/ (E)- β -ocimene	1044	0,30
12	γ -terpinen/ γ -terpinene	1057	0,64
13	wodzian cis-sabinenu/ cis-sabinene hydrate	1069	0,31
14	terpinolen/ terpinolene	1084	0,12
15	linalol/ linalool	1095	0,18
16	wodzian cis-sabinenu/ cis-sabinene hydrate	1099	0,28
17	<i>trans</i> -tujon/ <i>trans</i> -thujone	1118	3,17
18	<i>trans</i> -pinokarweol/ <i>trans</i> -pinocarveol	1143	0,59
19	kamfora/ camphor	1151	0,97
20	pinokarwan/ pinocarvane	1166	1,00
21	umbelulon/ umbellulone	1173	0,20
22	borneol	1176	0,61
23	terpinen-4-ol/ terpinen-4-ol	1184	0,68
24	δ -terpineol	1199	1,89
25	<i>trans</i> -karweol/ <i>trans</i> -carveol	1218	0,23
26	chryzantenyl/ chrysanthenyl	1235	0,63
27	octan <i>cis</i> -chryzantenyli/ <i>cis</i> -chrysanthenyl acetate	1263	0,08
28	octan <i>trans</i> -sabinylu/ <i>trans</i> -sabinyl acetate	1276	0,26
29	octan lawandulylu/ lavandulyl acetate	1287	0,09
30	octan bornylu/ bornyl acetate	1294	0,19
31	tymol/ thymol	1298	0,07
32	karwakrol/ carvacrol	1306	0,11
33	eugenol	1359	0,13
34	α -kopaen/ α -copaene	1383	0,07
35	β -burbonen/ β -bourbonene	1391	0,33
36	β -elemen/ β -elemene	1394	0,07

37	metyloeugenol/ methyl eugenol	1402	0,88
38	E-kariofilen/ E-caryophyllene	1432	5,55
39	α -humulen/ α -humulene	1472	0,88
40	β -akoradien/ β -acoradiene	1491	0,21
41	ar-kurkumen/ ar-curcumene	1495	0,18
42	germakren/ germacrene	1500	4,38
43	α -zingiberen/ α -zingiberene	1508	0,30
44	bicyklogermakren/ bicyclogermacrene	1514	0,32
45	β -birabolen/ β -birabolene	1521	0,09
46	δ -kadinen/ δ -cadinene	1532	0,43
47	β -seskwifelandren/ β -sesquiphellandrene	1536	0,13
48	elemicyn/ elemicin	1554	0,16
49	E-neridol	1567	4,37
50	spatulenol/ spathulenol	1588	1,62
51	tlenek kariofilenu/ caryophyllene oxide	1594	3,26
52	wiridiflorol/ viridiflorol	1606	0,66
53	globulol	1618	0,21
54	epoksyd humulenu II/ humulene epoxide II	1623	0,32
55	β -atlantol	1627	0,38
56	eremoligenol	1656	0,41
57	epoksyd allo-aromadendrenu/ epoxy allo-aromadendrene	1663	0,68
58	α -kadinol/ α -cadinol	1671	0,73
59	bulesol	1676	0,48
60	14-hydroksy-9-epi-(E)-kariofilen/ 14-hydroxy-9-epi-(E)-caryophyllene	1680	0,21
61	kusinol/ khusinol	1688	0,78
62	(Z)- α -trans-bergamotol	1697	0,49
63	Z,E-farnezol/ Z,E-farnesol	1700	0,40
64	(Z)-epi- β -santalol	1704	0,76
65	Z,Z-farnezol/ Z,Z-farnesol	1714	0,50
66	octan E,E-farnezylu/ E,E-farnesyl acetate	1725	0,36
67	chamazulen/ chamazulene	1749	14,41
68	6R.7R-bisabolen/ 6R.7R-bisabolene	1754	0,82
69	bicyklowetiwenol/ bicyclovetivenol	1806	0,13
Grupy związków/ Groups of compounds			
1	węglowodory monoterpenowe/ monoterpene hydrocarbons		30,14
2	utlenione monoterpeny/ oxygenated monoterpenes		12,63
3	węglowodory seskwiterpenowe/ sesquiterpene hydrocarbons	-	24,34
4	utlenione seskwiterpeny/ oxygenated sesquiterpenes		9,25

* Indeksy retencji na kolumnie VF-5ms (odpowiednik DB-5) dla szeregu n-alkanów C₉-C₂₀ [van Den Dool and Kratz, 1963]/ Retention indices relative to C₉-C₂₀ n-alkanes on the VF-5ms column [van Den Dool and Kratz, 1963]

W ilościach śladowych (<0,05%) stwierdzono następujące związki/ The following compounds were found in trace amounts (<0.05%): tuja-2-4(10)-dien/ thuja-2-4(10)-diene, benzaldehyd/ benzaldehyde, dehydro-1,8-cyneol/ dehydro-1,8-cineole, α -felandren/ α -phellandrene, octan heksylu/ hexyl acetate, *cis*-tujon/ *cis*-thujone, *cis*-para-ment-2-en/ *cis*-para-menth-2-en, Z-miroksyd/ Z-myroxida, tlenek β -pinenu/ β -pinene oxide, *cis*-chryzantenol/ *cis*-chrysanthenol, meta cymen-8-ol, mirtenol/ myrtenol, *cis*-pinentol/ *cis*-pinentol, octan karwyłu/ carvyl acetate, (Z)- β -farnezen/ (Z)- β -farnesene, octan nerylu/ neryl acetate, aromadendren/ aromadendrene, allo-aromadendren/ allo-aromadendrene, dehydro-aromadendren/ dehydro-aromadendrene, γ -kadinen/ γ -cadinene, B-akoraorienol/ B-acoraolienol, 14-hydroksy- α -murolen/ 14-hydroxy- α -murolene

Polskie dziko rosnące populacje krwawnika odznaczają się zmiennym udziałem chamazulenu, od 0,88 do 16,75% [Bączek i in. 2013], podobnie jak populacje litewskie: 0,0–6,8% [Mockutė i Judžentienė 2002]. Krwawnik pospolity jest gatunkiem bardzo zróżnicowanym pod względem składu chemicznego olejku eterycznego. Jedną z głównych frakcji olejku krwawnikowego są azuleny, odpowiedzialne za jego intensywną barwę i właściwości fizjologiczne [Popovici i in. 2006, Capuzzo i in. 2014]. Udział chamazulenu w olejku krwawnika rosnącym w Estonii wynosi od 0,1–13,3% [Orav i in. 2006]. Zróżnicowanie zawartości chamazulenu w olejku eterycznym krwawnika związane jest także z organem rośliny. Costescu i in. [2014] podają następujące zawartości chamazulenu w olejku: z liści – 9,7%, z kwiatów – 12,9%, z korzeni – 33,82% i z łodyg – 45,79%. Istnieją także bezazulenowe formy krwawnika, o dominującym udziale β -pinenu, α -tujonu, eukaliptolu i kamfory [Rohloff i in. 2000, Candan i in. 2003], a także formy o niskiej zawartości chamazulenu (2,3–2,9%) i dominującym udziale terpinolenu (80%) oraz eukaliptolu (18,6%) i kamfory (13,9%) [Mazandarani i in. 2013]. Chatzopoulou i in. [1992] opisali dziko rosnącą w północnej Grecji bezazulenową formę krwawnika, o wysokiej zawartości askarydolu (47,2%). Askarydol, związek występujący m.in. w olejku eterycznym roślin z rodzaju *Chenopodium*, ma udokumentowane właściwości uspokajające, przeciwbólowe, przeciwgrzybicze, a także przeciwnowotworowe [Dembitsky i in. 2008]. Podobnie Afsharypuor i Asgary [1996] wykazali nieobecność chamazulenu w olejku krwawnika występującego w stanie naturalnym w Iranie, przy dominującej zawartości α -bisabololu (22,9%) i spatulenolu (12,4%). Można zatem przypuszczać, że surowiec oraz olejek eteryczny formy bezazulenowej, o dominującej zawartości innego związku, będzie miał inne działanie fizjologiczne i zastosowanie medyczne.

Związki oznaczone w ilości powyżej 1% zaklasyfikowano do 4 grup, wśród których dominowały węglowodory monoterpeneowe (30,14%) oraz węglowodory seskwiterpeneowe (24,34%) (tab. 2). Podobnie olejek norweskich populacji krwawnika charakteryzuje się przewagą monoterpenu nad seskwiterpenami [Rohloff i in. 2000]. Olejek krwawnikowy z Estonii zawiera duże ilości monoterpenu i chamazulenu, podobnie jak olejek pochodzący z Węgier, Grecji, Mołdawii, Łotwy, Litwy i Niemiec [Orav i in. 2006]. Litewskie dziko rosnące formy krwawnika charakteryzuje olejek o przewadze węglowodórów terpenowych (22,8–48,7%) i utlenionych monoterpenu (18–27,7%), jakkolwiek frakcja utlenionych seskwiterpenów u niektórych form stanowi 31,5% wszystkich składników [Mockutė i Judžentienė 2002]. Afsharypuor i Asgary [1996] podają natomiast jako główną frakcję olejku eterycznego irańskiej populacji krwawnika seskwiterpeny zawierające tlen (48,4%), przed monoterpenu zawierającymi tlen (17,6%). Różnice te należy tłumaczyć zmiennością genetyczną rodzaju *Achillea*, z prawdopodobnym wpływem zmienności środowiskowej. Badania Giorgi i in. [2013] dowiodły istotnego wpływu warunków świetlnych na kumulację fenylopropanoidów w ziele krwawnika. Prawdopodobny wydaje się także wpływ warunków klimatycznych na gromadzenie i skład olejku eterycznego, na co wskazują rozbieżne wyniki badań prowadzonych w różnych rejonach świata. Figueiredo i in. [1992] wskazują, że olejek otrzymany z liści i kwiatów zebranych w okresie kwitnienia krwawnika składa się głównie z monoterpenu (80%), podczas gdy w olejku pozyskiwanym w fazie wegetatywnej dominowały seskwiterpeny (92%). Wskazuje to na znaczny wpływ zmienności ontogenetycznej na skład chemiczny olejku eterycznego krwawnika.

Podsumowując, można stwierdzić, że zawartość i skład chemiczny olejku eterycznego krwawnika pospolitego są modyfikowane różnymi czynnikami zmienności, co może mieć wpływ na aktywność surowca i możliwość zastosowania w fitoterapii.

WNIOSKI

1. Rośliny krwawnika pospolitego uprawiane w warunkach klimatu umiarkowanego w pierwszym roku wegetacji odznaczają się dość intensywnym wzrostem, wytwarzają pędy kwiatostanowe, ale nie osiągają znacznej wielkości.

2. Badane rośliny krwawnika reprezentowały formę azulenową. W olejku eterycznym otrzymanym z ziela zebranego w fazie kwitnienia chamazulen stanowił 14,41% zawartości wszystkich związków.

3. W olejku eterycznym krwawnika zidentyfikowano obecność 95 składników. Frakcja węglowodorów monoterpenu stanowiła 30,14%, a frakcja węglowodorów seskwiterpenowych – 24,34% wszystkich składników badanego olejku.

PIŚMIENNICTWO

- Adams R.P., 2004. Identification of Essential Oil Compounds by Gas Chromatography/ Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Pub. Corp., Carol Stream (USA).
- Afsharypuor S., Asgary S. 1996. Volatile constituents of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* from Iran. *Flav. Fragr. J.* 11, 265–267.
- Bączek K., Kosakowska O., Przybył J., Kuczerenko A., Pióro-Jabrucka E., Węglarz Z., 2013. Zróżnicowanie chemiczne dziko rosnących populacji krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.). *J. Agronom.* 15, 89–94.
- Borrelli F., Romano B., Fasolino I., Tagliatela-Scafati O., Aprea G., Capasso R., Coppola-Bottazzi E., Izzo A.A., 2012. Prokinetic effect of a standardized yarrow (*Achillea millefolium*) extract and its constituent choline: studies in the mouse and human stomach. *Neurogastroenterol. Motil.* 24, 164–171.
- Candan F., Unlu M., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., Sökmen A., Akpulat H.A., 2003. Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae). *J. Ethnopharmacol.* 87, 215–220.
- Capuzzo A., Occhipinti A., Maffei M.E., 2014. Antioxidant and radical scavenging activities of chamazulene. *Nat. Prod. Res.* 28 (24), 2321–2323.
- Chatzopoulou P., Katsiotis S.T., Svendsen A.B. 1992. An ascaridole containing essential oil of the *Achillea millefolium* L. complex growing wild in northern Greece. *J. Essent. Oil Res.* 4, 457–459.
- Costescu C.I., Rădoi B.P., Hădăruță N.G., Gruia A.T., Riviș A., Părvu D., David I., Hădăruță D.I., 2014. Obtaining and characterization of *Achillea millefolium* L. extracts. *J. Agroalim. Process. Technol.* 20 (2), 142–149.
- Dembitsky V., Shkrob I., Hanus L.O., 2008. Ascaridole and related peroxides from the genus *Chenopodium*. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacký Olomouc Czech Repub.* 152 (2), 209–215.
- Farmakopea Polska VII, 2006. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa.
- Farmakopea Polska X, 2014. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa.
- Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pais M.S.S., Scheffer J.J.C., 1992. Composition of the essential oils from leaves and flowers of *Achillea millefolium* L. ssp. *millefolium*. *Flav. Fragr. J.* 7 (4), 219–222.

- Giorgi A., Manzo A., Vagge I., Panseri S., 2013. Effect of light environment on growth and phenylpropanoids of yarrow (*Achillea collina* cv. SPAK) grown in the Alps. *Photochem. Photobiol.* 20, DOI: 10.1111/php.12150.
- Habán M., Otepka P., 2007. Organically cultivated medicinal plants and their quality analysis. *Proc. Conf. „Organic farming 2007”*, 6.–7.02.2007, 143–145.
- Hemmati A.A., Arzi A., Adinehvand A., Mostofi N.E., Mozaffari A.R., Jalali A., 2011. Yarrow (*Achillea millefolium* L.) extract impairs the fibrogenic effect of bleomycin in rat lung. *J. Med. Plant. Res.* 5 (10), 1843–1849.
- Lakshmi T., Goetha R.V., Roy A., Kumar A., 2011. Yarrow (*Achillea millefolium* Linn.) a herbal medicinal plant with broad therapeutic use – A review. *Internat. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 9 (2), 136–141.
- Mazandarani M., Mirdeilami S.Z., Pessarakli M., 2013. Essential oil composition and antibacterial activity of *Achillea millefolium* L. from different regions in North east of Iran. *J. Med. Plants Res.* 7 (16), 1063–1069.
- Mockutė D., Judžentienė A., 2002. Chemical composition of the essential oils of *Achillea millefolium* L. ssp. *millefolium* (yarrow) growing wild in Vilnius. *Chemija* 13 (2), 97–102.
- Nadim M.M., Malik A.A., Ahmad J., Bakshi S.K., 2011. The essential oil composition of *Achillea millefolium* L. cultivated under tropical condition in India. *World J. Agric. Sci.* 7 (5), 561–565.
- Orav A., Arak E., Raal A., 2006. Phytochemical analysis of the essential oil of *Achillea millefolium* L. from various European countries. *Nat. Prod. Res.* 20 (12), 1082–1088.
- Pitura K., Błażewicz-Woźniak M., Jarosz Z., Konopińska J., 2014. Cechy wzrostu i kwitnienia krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.) na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim w zależności od siedliska. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 24 (4), 31–41.
- Popovici M., Mircea T., Ilioara O., Coldea G., 2006. Intraspecific chemical taxa of *Achillea distans* W. et K. *Proc. 4th Conf. Medicinal and Aromatic Plants of South-East European Countries*, 28–31.05.2006, Iasi, România, 71.
- Rohloff J., Skagen E.B., Steen A.H., Iversen T.-H., 2000. Production of yarrow (*Achillea millefolium* L.) in Norway: Essential oil content and quality. *J. Agric. Food Chem.* 48, 6205–6209.
- Sedighi M., Nasri H., Rafieian-Kopaei M., Mortazaei S., 2013. Reversal effect of *Achillea millefolium* extract on ileum contractions. *J. Herbmed. Pharmacol.* 2 (1), 5–8.
- Souza T. M., Rangel V.L.B.I., Pietro R.C.L.Rr., Santos L.E., Moreira R.R.D., 2006. Phytochemical screening of *Achillea millefolium* harvested at Araraquara – SP. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu* 8, 151–154.
- 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.
- Vitalini S., Beretta G., Iriti M., Orsenigo S., Basilico N., Dall’Acqua S., Iorizzi M., Fico G., 2011. Phenolic compounds from *Achillea millefolium* L. and their bioactivity. *Acta Biochim. Pol.* 58 (2), 203–207.

Summary. Yarrow (*Achillea millefolium* L.) is a morphologically and chemically diverse species. The presented research was concerned with the growth dynamics and chemical composition of essential oil of yarrow in the first year of vegetation. The yarrow seedlings were planted in mid-May, and the herb was harvested in the flowering phase in early August. The content of essential oil in the dried (35°C) raw material and its chemical composition (GC-MS/MS) was determined. Yarrow plants grown in temperate climate in the first year of vegetation are characterized by quite intense growth, they produce inflorescence shoots but do not reach a significant size. In the studied essential oil the fraction of monoterpenic hydrocarbons was 30.14% and the fraction of sesquiterpene hydrocarbons – 24.34%. The oil was dominated by β -pinene (19.32%) and chamazulene (14.41%).

Key words: aromatic medicinal plants, cultivation, yarrow raw material, essential oil, chamazulene

Orzymano:/ Received: 10.04.2017
Zaakceptowano:/ Accepted: 14.06.2017