

*Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: danuta.sugier@up.lublin.pl

**Katedra Biochemii i Chemii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Skromna 8, 20-964 Lublin

DANUTA SUGIER*, URSZULA GAWLIK-DZIKI**

**Wpływ nawożenia dolistnego na plonowanie
i jakość surowca *Arnica montana* L.
i *Arnica chamissonis* var. *foliosa***

The influence of foliar fertilization on yielding and quality of mountain arnica
(*Arnica montana* L.) and chamisso arnica (*Arnica chamissonis* var. *foliosa*)

Streszczenie. Badania przeprowadzono w latach 2004–2007 na dwu-, trzy- i czteroletnich plantacjach arniki górskiej i łąkowej, na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego. Celem eksperymentu było określenie wpływu nawożenia dolistnego Alkalinem PK 5 : 25 i Ekolistem S na wybrane cechy morfologiczne, plonowanie oraz jakość surowca *Arnicae anthodium*. Nawozy stosowano dwukrotnie – w fazie rozetki liściowej i wytwarzania pąków kwiatostanowych. Dokarmianie dolistne arniki łąkowej w istotny sposób wpłynęło na wysokość roślin, liczbę wytworzonych przez roślinę pędów kwiatostanowych i koszyczków kwiatowych oraz plon surowca we wszystkich latach badań. Podobnie reagowała arnika górska, jednak statystycznie istotne różnice stwierdzono jedynie w drugim roku uprawy. Nawozy dolistne w niewielkim stopniu modyfikowały zawartość kwercetyny w koszyczkach badanych gatunków arniki.

Słowa kluczowe: *Arnica montana* L., *Arnica chamissonis* var. *foliosa*, nawożenie dolistne, plon koszyczków kwiatowych, kwercetyna

WSTĘP

Arnica montana L. (*Asteraceae*) jest cenną rośliną leczniczą [Merfort i Wendisch 1987, 1992, Reider i in. 2001, Bilia i in. 2006]. Surowcem farmaceutycznym są jej kwiatostany – *Arnicae anthodium*, wykorzystywane od lat w lecznictwie, przemyśle zielarskim i kosmetycznym [Kisiel 1995, Jaroniewski 1996, Kowalczyk 2007]. Występuje ona obecnie na nielicznych stanowiskach w stanie naturalnym. Jest prawnie chroniona we

wszystkich krajach europejskich, poza Hiszpanią [Jambor 2006]. Do lecznictwa jest pozyskiwana ze specjalnie prowadzonych upraw. Plantacje tego gatunku zajmują niewielki areal w Niemczech – 14,2 ha, we Francji – 10 ha i w Holandii – 1 ha [EHGA Inventory 2004]. W latach 90. ubiegłego stulecia w Polsce podejmowano próby uprawy arniki górskiej, ale napotymano na trudności w zakładaniu i prowadzeniu plantacji, zatem jej areal jest bardzo mały [Buła 1993a, 1993b, 1995, Kozłowski i in. 1999, Weremczuk-Jeżyna i Wysokińska 2000]. Rozpoczęte ponownie doświadczenia zakończyły się pomyślnie [Sugier 2007], dlatego też kontynuowane są badania nad opracowaniem niektórych elementów agrotechniki.

Ważnym elementem uprawy, szczególnie w warunkach gleb lekkich, jest dokarmianie dolistne, pozwalające na szybkie dostarczenie deficytowych składników pokarmowych. Ten sposób nawożenia dotychczas nie był stosowany w uprawie arniki, podczas gdy w przypadku innych roślin zielarskich stwierdzono jego dodatni wpływ na wielkość uzyskanych plonów [Berbec i in. 2003, Sugier 2003, Gruszczyk i Berbec 2004, Kołodziej 2004].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu nawożenia dolistnego na wybrane cechy morfologiczne, plonowanie i jakość surowca arniki górskiej i łąkowej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2007 na dwu-, trzy- i czteroletnich plantacjach arniki górskiej i łąkowej. Badania prowadzono na glebie pływowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego, charakteryzującej się średnią zawartością próchnicy (1,55%), dużą zasobnością fosforu ($81,2 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$), średnią potasu ($102,1 \text{ mg K} \cdot \text{kg}^{-1}$) i małą magnezu ($27,0 \text{ mg Mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz kwaśnym odczynem ($\text{pH KCl} = 4,3$). Przedplonem dla arniki były ziemniaki na pełnej dawce obornika ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Plantację arniki górskiej i łąkowej zakładano w drugiej dekadzie maja 2004 r. poprzez wysadzanie rozsady. Rok, w którym założono doświadczenie, potraktowano jako wstępny, toteż nie stosowano nawożenia dolistnego. Natomiast lata 2005–2007 potraktowano jako produkcyjne i przedstawiono je w układzie czynnikowym.

W doświadczeniu zastosowano dwa gatunki arniki: *Arnica montana* L. i *Arnica chamissonis* var. *foliosa*. W obrębie każdego z nich wydzielono trzy obiekty: kontrolny (rośliny opryskiwane czystą wodą), z opryskiem dolistnym nawozem Alkalin PK 5 : 25 (stężenie 0,5%) i opryskiem Ekolistem S (0,2%). Preparaty te stosowano dwukrotnie, na początku I i II dekady maja (w fazie rozetki liściowej i wytwarzania pąków kwiatostanowych). Doświadczenie założono w układzie bloków losowych w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 5 m^2 .

Jesienią każdego roku na wszystkich poletkach zastosowano jednakowe nawożenie fosforowo-potasowe w dawkach $24,0 \text{ kg P}$ i $66,4 \text{ kg K}$ w przeliczeniu na ha. Nawozy azotowe stosowano dwukrotnie: wiosną przed rozpoczęciem wegetacji ($20,0 \text{ kg N} \cdot \text{kg}^{-1}$) i po zbiorze koszyczków kwiatowych ($20,0 \text{ kg N} \cdot \text{kg}^{-1}$). W okresie wegetacji roślin wykonano zabiegi pielęgnacyjne, polegające na płytkim (do 2 cm) spulchnianiu międzyrzędzi i trzykrotnym ręcznym odchwaszczaniu.

Zbiór koszyczków kwiatowych przeprowadzano stopniowo w miarę zakwitania roślin w odstępach trzydniowych od końca maja do końca czerwca. Pierwszy przeprowadzono, gdy kwiatostany były w pełni rozwinięte. Po każdym zbiorze określono średnicę koszyczków kwiatowych ($n = 60$), a następnie obliczono średnią ogólną dla koszyczków ze wszystkich zbiorów. W trakcie trwania badań na 40 losowo wybranych roślinach z każdego obiektu przeprowadzono pomiary wysokości roślin, liczby pędów kwiatostanowych oraz liczby koszyczków kwiatowych przypadających na jedną roślinę.

Bezpośrednio po zbiorze koszyczki były suszone w suszarni termicznej w temperaturze 40°C . Po wysuszeniu w surowcu arniki górskiej i łąkowej (próby zbiorcze z poszczególnych zbiorów) oznaczono zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę według Farmakopei Polskiej VI [2005]. Wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji i test Tukeya.

WYNIKI I Dyskusja

Podczas wegetacji arniki górskiej i łąkowej najważniejszy jest rozkład warunków pogodowych w okresie kwitnienia. Przebieg pogody w trzyletnim okresie doświadczenia był zróżnicowany, ale na ogół korzystny dla wzrostu i kwitnienia arniki (tab. 1). Najbardziej tym fazom sprzyjające warunki pogodowe odnotowano w 2007 r. Wysoka temperatura oraz opady w maju i czerwcu wpłynęły korzystnie na wzrost roślin. W 2007 r. w okresie kwitnienia arniki (czerwiec) rejestrowano wyższe temperatury i większą ilość opadów w porównaniu z 2005 i 2006 r. (tab. 1).

Dokarmianie dolistne arniki łąkowej w istotny sposób wpłynęło na wysokość roślin, liczbę wytworzonych przez roślinę pędów kwiatostanowych, koszyczków kwiatowych oraz plon surowca we wszystkich latach badań (rys. 1, tab. 2 i 3). Porównując wpływ stosowanych preparatów, stwierdzono, że najbardziej korzystny efekt plonotwórczy uzyskano po aplikacji Alkalinu (wzrost plonu średnio z trzech lat badań wynosił $20,8\%$ w porównaniu z obiektem kontrolnym), nieco mniejsze oddziaływanie wykazał Ekolist S (zwyżka o $15,8\%$). Korzystny wpływ Ekolistu na plonowanie roślin zielarskich (złocienia maruny, tymianku, mniszka, żeń-szenia) potwierdzono także w innych badaniach [Berbeć i in. 2003, Magdziak i Kołodziej 2003, Sugier 2003, Gruszczyk i Berbeć 2004].

Największy plon koszyczków arniki łąkowej pozyskano w trzecim roku wegetacji (średnio $73,1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) i był on o ponad 31% większy w stosunku do ilości surowca zebranego w drugim roku uprawy. W czwartym roku doświadczenia plony drastycznie spadły do $40,4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, mimo że wzrosła liczba pędów. Były one jednak niższe i tworzyły znacznie mniej koszyczków kwiatowych, co wynikało z konkurencji między osobnikami (tab. 2 i 3). Podobne zależności stwierdził Radanović i in. [2007]. W dostępnej literaturze brakuje informacji o liczbie pędów kwiatostanowych wytwarzanych przez arnikę łąkową. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że osobniki dwuletnie tworzyły średnio 12,7 pędu na roślinę, a w czwartym roku wegetacji pędów było dwukrotnie więcej.

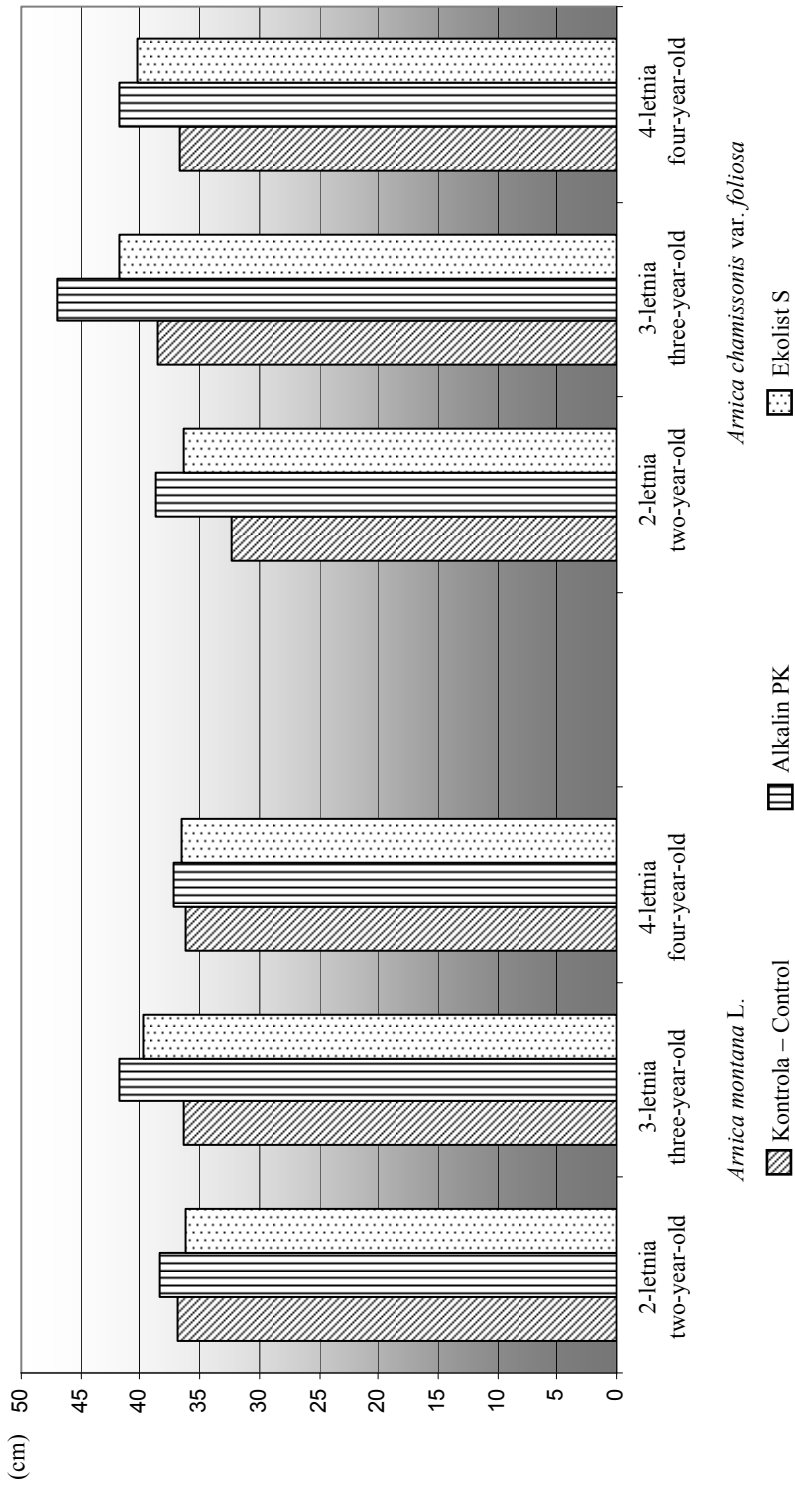
Arnika górska w drugim roku uprawy nawożona dolistnie tworzyła istotnie więcej pędów generatywnych i koszyczków kwiatowych w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 2). Większy był także plon surowca (tab. 3). Stosowane nawozy dolistne nie wywierały natomiast istotnego wpływu na wysokość roślin i średnicę koszyczków kwiatowych

Tabela 1. Dane meteorologiczne (Obserwatorium Agrometeorologiczne Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie – Felin)
Table 1. Meteorological data (Agrometeorological Observatory of University of Life Sciences in Lublin – Felin)

Miesiąc Month	Dekada Decade	Temperatura powietrza w °C Air temperature in °C				Suma opadów w mm Rainfall sum in mm			
		2005	2006	2007	1951– 2000	2005	2006	2007	1951– 2000
Maj May	I	10,8	13,5	9,9	11,6	32,8	9,0	13,5	16,6
	II	10,5	14,6	15,1	13,6	65,0	18,4	29,9	18,3
	III	17,9	12,8	19,6	13,7	0,2	32,1	37,1	23,5
Średnia – Mean Suma – Sum		13,1	13,6	15,0	13,0	98,0	59,5	81,5	58,4
Czerwiec June	I	13,4	11,6	18,2	16,0	47,1	28,4	52,4	20,8
	II	17,2	17,9	20,0	16,3	7,4	0,0	25,4	21,2
	III	17,4	21,1	16,2	17,1	1,4	9,5	10,0	23,8
Średnia – Mean Suma – Sum		16,0	16,9	18,1	16,5	55,9	37,9	87,8	65,8
Lipiec July	I	19,0	21,2	17,1	17,4	0,0	0,0	48,8	23,5
	II	19,9	20,8	21,0	18,2	22,4	6,8	35,0	25,7
	III	20,4	23,5	19,3	18,0	87,4	0,0	3,2	29,0
Średnia – Mean Suma – Sum		19,8	21,9	19,2	17,9	109,8	6,8	87,0	78,2
Sierpień August	I	16,5	18,4	17,9	18,5	0,0	73,0	22,3	23,8
	II	16,4	18,3	18,9	17,4	8,9	79,7	12,9	27,0
	III	17,8	15,6	18,4	15,2	9,1	45,6	2,4	19,3
Średnia – Mean Suma – Sum		16,9	17,4	18,4	17,3	18,0	198,3	37,6	70,1
Średnia – Mean Suma – Sum		16,4	17,5	17,7	16,1	281,7	302,5	293,9	272,5

(rys. 1 i 2). Liczba pędów kwiatostanowych arniki górskiej w przeliczeniu na roślinę była zróżnicowana i zależała głównie od ich wieku oraz nawożenia dolistnego. Przeciętnie u osobników dwuletnich wynosiła 7,7 szt., u trzyletnich 18,5 szt., natomiast u czteroletnich 13,5 szt. na roślinę. Galambosi i in. [1998] twierdzą, że rośliny dwuletnie wytwarzają 5–7 pędów, a trzy- i czteroletnie 5–35. W przeprowadzonym eksperymencie polowym najwięcej pędów generatywnych i koszyczków kwiatowych stwierdzono u roślin trzyletnich, na poletkach gdzie arnika górską była dwukrotnie opryskiwana roztworem Alkalinu (tab. 2). W konsekwencji plony koszyczków z tego obiektu były największe (tab. 3).

Największe zwyzki plonowania na poletkach nawożonych dolistnie Alkalinem i Ekolistem notowano na dwuletniej plantacji arniki górskiej (odpowiednio o 22,8% i 16,1% w stosunku do obiektu kontrolnego). W trzecim i czwartym roku uprawy arniki górskiej działanie nawozów dolistnych nie było tak wyraźne (nieistotne statystycznie), zaznaczyła się jedynie niewielka tendencja wzrostowa badanych cech morfologicznych i plonu w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 3).



Rys. 1. Wysokość roślin *Arnica montana* L. i *Arnica chamissonis* var. *foliosa* w zależności od badanych czynników
 Fig. 1. Height of plants *Arnica montana* L. and *Arnica chamissonis* var. *foliosa* depending on the research factors

Tabela 2. Wpływ nawożenia dolistnego na liczbę pędów kwiatostanowych i koszyczków kwiatowych *Arnica montana* L. i *Arnica chamissonis* var. *foliosa* (sztuka · roślin⁻¹)

Table 2. The influence of foliar fertilization on number of inflorescence stems and flower heads *Arnica montana* L. and *Arnica chamissonis* var. *foliosa* (number·plant⁻¹)

Objekt Object	Arnika górska – <i>Arnica montana</i>				Arnika łąkowa – <i>Arnica chamissonis</i> var. <i>foliosa</i>							
	liczba pędów kwiatostanowych number of inflorescence stems		liczba koszyczków kwiatowych number of flower heads		liczba pędów kwiatostanowych number of inflorescence stems		liczba koszyczków kwiatowych number of flower heads					
	2005 II	2006 III	2007 IV	2005 II	2006 III	2007 IV	2005 II	2006 III	2007 IV			
Kontrolny Control	6,7	17,9	13,2	34,3	64,2	51,7	11,2	20,8	25,3	74,6	121,4	85,4
Alkalin PK 5:25	8,4	19,4	13,9	46,9	68,5	56,3	13,6	25,9	27,3	91,6	142,9	99,3
Ekolist S	7,9	18,6	13,4	41,7	66,8	52,5	13,4	22,9	25,3	88,3	136,5	93,7
Średnio – Mean	7,7	18,6	13,5	41,0	66,5	53,5	12,7	23,2	25,9	84,8	133,6	92,7
NIR (p=0,05) pomiędzy obiektami among the objects	1,04	r.n.-n.s.	r.n.-n.s.	4,7	r.n.-n.s.	r.n.-n.s.	2,04	3,46	2,23	6,29	15,2	7,6

II – plantacja 2-letnia – two-year-old plants, III – plantacja 3-letnia – three-year-old plants, IV – plantacja 4-letnia – four-year-old plants

Niezależnie od nawożenia dolistnego, największy plon koszyczków uzyskano z trzyletnich roślin arniki górskiej (średnio $109,2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) i był on o 85,4% większy w porównaniu z plonem uzyskanym w drugim roku uprawy. W czwartym roku uprawy w porównaniu z trzecim rośliny tworzyły mniej pędów kwiatostanowych i kwiatów (tab. 2), co zdecydowanie wpłynęło na mniejsze plony surowca *Arnica anothodium*. Także w badaniach przeprowadzonych przez Radanović i in. [2007] arnika górska wykazywała największy potencjał plonotwórczy w trzecim roku uprawy, arnika zaś uprawiana w Finlandii najlepiej plonowała w czwartym roku [Galambosi i in. 1998].

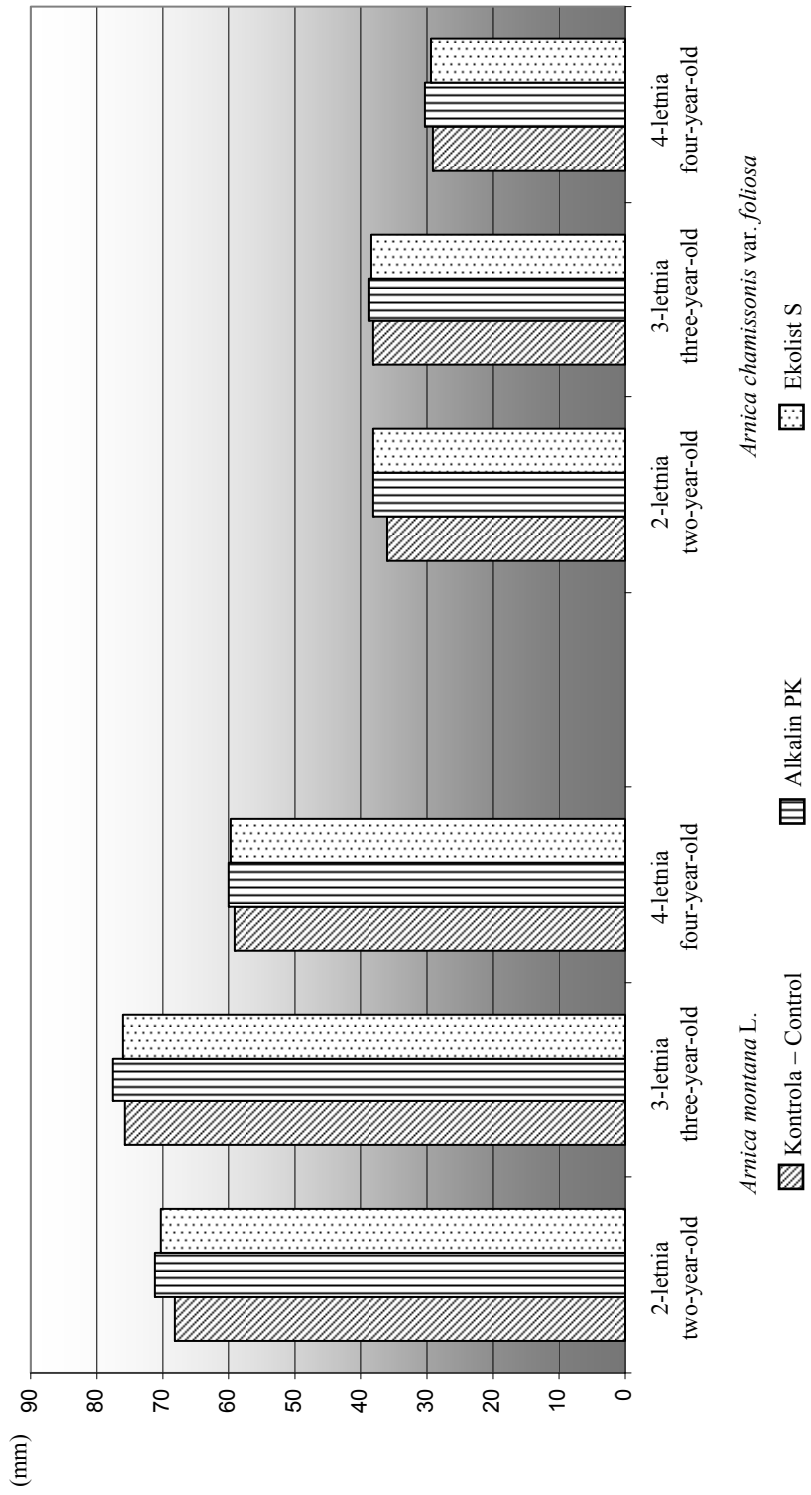
Tabela 3. Wpływ nawożenia dolistnego na plon powietrznie suchej masy koszyczków kwiatowych *Arnica montana* L. i *Arnica chamissonis* var. *foliosa* ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)

Table 3. The influence of foliar fertilization on yield of dry mass flower heads *Arnica montana* L. and *Arnica chamissonis* var. *foliosa* ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)

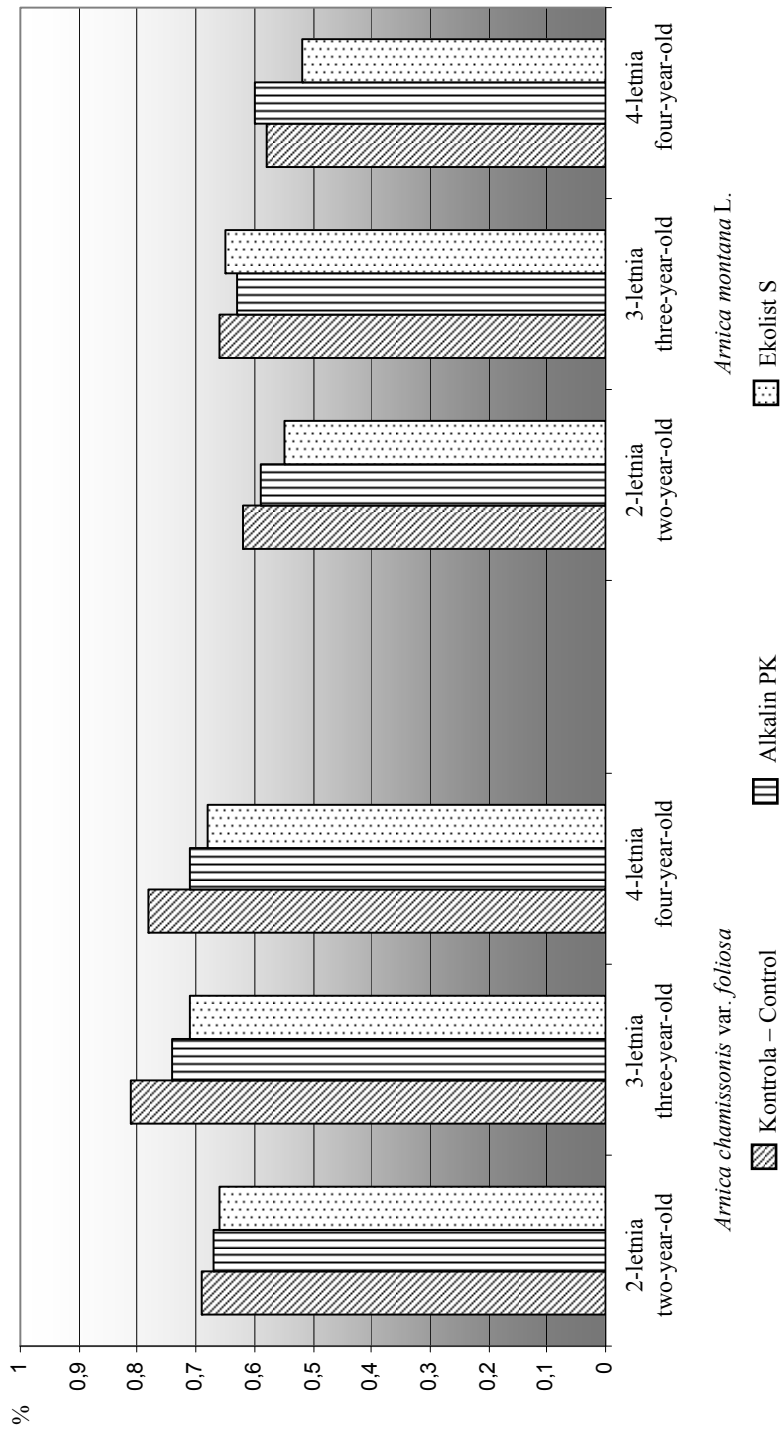
Objekt Object	Arnika górską <i>Arnica montana</i> L.			Arnika łąkowa <i>Arnica chamissonis</i> var. <i>foliosa</i>		
	2-letnia two- year-old plants 2005	3-letnia three-year- old plants 2006	4-letnia four- year-old plants 2007	2-letnia two-year- old plants 2005	3-letnia three-year- old plants 2006	4-letnia four-year- old plants 2007
Kontrolny Control	52,2	106,1	84,5	48,8	65,9	35,8
Alkalin PK 5:25	64,1	111,7	91,8	59,8	78,8	43,4
Ekolist S	60,6	109,8	90,0	57,4	74,6	42,5
Średnio – Mean	58,9	109,2	88,7	55,4	73,1	40,4
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy obiektami among the objects	2,91	r.n.-n.s.	r.n.-n.s.	5,4	6,1	2,8

Na podstawie wyników badań własnych można stwierdzić, że plony były zadowalające, zbliżone do tych, jakie uzyskiwano w Niemczech [Bomme i in. 1995] i Finlandii [Galambosi i in. 1998], zdecydowanie zaś większe niż w Serbii [Radanović i in. 2007].

O jakości surowca zielarskiego świadczy zawartość substancji biologicznie czynnych, w przypadku arniki analizowana była zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że koszyczki kwiatowe arniki łąkowej cechowały się nieco większą zawartością tych związków niż arniki górskiej (rys. 3). Stwierdzono, że nawozy dolistne w niewielkim stopniu modyfikowały ich zawartość w surowcu. Zarówno u arniki łąkowej, jak i górskiej najwięcej tego związku oznaczono w obiektach kontrolnych (odpowiednio: 0,76% i 0,62%), a najmniej w obiektach, w których rośliny nawożono dolistnie Ekolistem (odpowiednio: 0,68% i 0,57%). Wymagana zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę w surowcu *Arnicae anothodium* wynosi nie mniej niż 0,4%, a więc otrzymany surowiec spełnia stawiane wymogi.



Rys. 2. Średnica koszyzków kwiatowych *Arnica montana* L. i *Arnica chamissonis* var. *foliosa* w zależności od badanych czynników
 Fig. 2. Diameter of flower heads *Arnica montana* L. and *Arnica chamissonis* var. *foliosa* depending on the research factors



Rys. 3. Zawartość kwercetyny w koszyczkach *Arnica montana* L. i *Arnica chamissonis* var. *foliosa* w zależności od badanych czynników
 Fig. 3. Content of quercetin in flower heads *Arnica montana* L. and *Arnica chamissonis* var. *foliosa* depending on the research factors

WNIOSKI

Dolistne dokarmianie roślin arniki łąkowej nawozem Alkalin PK 5 : 25 i Ekolist S wpłynęło istotnie na wysokość roślin, liczbę wytworzonych przez roślinę pędów kwiatostanowych oraz koszyczków kwiatowych.

Plon surowca arniki łąkowej był istotnie większy w obiektach z nawożeniem dolistnym. Alkalin PK 5 : 25 wpłynął na zwiększenie plonu o 21,4%, a Ekolist S o 16,9%, co przemawia za celowością dokarmiania roślin *Arnica chamissonis* var. *foliosa* tymi nawozami.

Zastosowane nawozy dolistne w przypadku arniki górskiej wpłynęły istotnie na plon koszyczków kwiatowych tylko w drugim roku uprawy.

Nawozy dolistne w niewielkim stopniu modyfikowały zawartość kwercetyny w koszyczkach badanych gatunków arniki. Większą zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę stwierdzono w koszyczkach kwiatowych arniki łąkowej.

PIŚMIENNICTWO

- Berbec S., Andruszczak S., Łusiak J., Sapko A., 2003. Wpływ dolistnego stosowania Atoniku i Ekolistu na plony i jakość surowca tymianku. *Acta Agroph.* 85, 305–311.
- Bilia A. R., Bergonzi M. C., Mazzi G., Vincieri F. F., 2006. Development and stability of semi-solid preparations based on a supercritical CO₂ *Arnica extract*. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 41, 449–454.
- Bomme U., Mittermeier M., Regenhardt I., 1995. Ergebnisse zur Entwicklung eines Verfahrens für den feldmässigen Anbau von *Arnica montana* L. 1. und 2. Mitteilung. *Drogenreport*, 8, (12), 5–10 und (13), 3–11.
- Buła E., 1993a. Warunki uprawy arniki górskiej. Część I. *Wiad. Ziel.* 7, 20–21.
- Buła E., 1993b. Warunki uprawy arniki górskiej. Część II. *Wiad. Ziel.* 10, 18.
- Buła E., 1995. W sprawie uprawy arniki górskiej. *Wiad. Ziel.* 4, 15–16.
- EHGA Inventory, 2004. Production of herbs in existing and incoming member – states of the European Union (2004). European Herb Growers Association (Europam). <http://www.europam.net/inventory.htm>.
- Farmakopea Polska VI, 2005. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa, 390–393.
- Galambosi B., Galambosi S.-Z., Svoboda K.P., Deans S.G., 1998. Flower yield and antioxidant properties of *Arnica montana* L. grown in Finland. *Drogenreport*. Jg. 11, Heft 19, 10–13.
- Gruszczyk M., Berbec S., 2004. Porównanie wpływu wybranych preparatów stosowanych dolistnie na plony i jakość surowca złocienia maruny (*Chrysanthemum parthenium* L.). *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59, 2, 777–759.
- Jambor J., 2006. Rośliny lecznicze – od aloesu do żeń-szenia. Wyd. Farmapress. Warszawa, 18–21.
- Jaroniewski W., 1996. Arnika górska i jej zastosowanie w lecznictwie. *Wiad. Ziel.* 5, 5–6.
- Kisiel W., 1995. Laktony seskwiterpenowe o działaniu przeciwzapalnym w roślinach leczniczych. *Wiad. Ziel.* 7/8, 24–25.
- Kołodziej B., 2004. Wpływ Atoniku oraz nawożenia dolistnego na plonowanie i jakość surowca żeń-szenia amerykańskiego (*Panax quinquefolium* L.). *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59, 157–162.

- Kowalczyk B., 2007. Surowce roślinne przeciwko cellulitowi. *Panacea* 4/6, 20–22.
- Kozłowski J., Buchwald W., Szczyglewska D., 1999. Próby uprawy roślin leczniczych objętych ochroną. *Wiad. Ziel.* 4, 13–14.
- Magdziak R., Kołodziej B., 2003. Efekty dolistnego dokarmiania roślin żeń-szenia amerykańskiego (*Panax quinquefolium* L.). *Acta Agroph.* 85, 319–329.
- Merfort I., Wendisch D., 1987. Flavonoidglycoside aus *Arnica montana* und *Arnica chamissonis*. *Planta Med.* 53, 434–437.
- Merfort I., Wendisch D., 1992. New flavonoid glycosides from *Arnicae Flos* DAB 9. *Planta Med.* 58, 355–357.
- Radanović D., Marković T., Antić-Mladenović S., Pljevlakušić D., Ristić M., Krivokuća-Dokić D., 2007. Yield and quality of *Arnica* (*Arnica montana* and *Arnica chamissonis* var. *foliosa*) cultivated in Serbia. 1st International Scientific Conference on Medicinal, Aromatic and Spice Plants, Nitra, 2007, 157–161.
- Reider N., Komericki P., Hausen M., Fritsch P., Aberer W., 2001. The seamy side of natural medicines: contact sensitization to *arnica* (*Arnica montana* L.) and marigold (*Calendula officinalis* L.). *Contract Dermatitis* 45, 269–272.
- Sugier D., 2003. Wpływ sposobu zakładania plantacji i dokarmiania dolistnego mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale* Web.) na plon korzeni i zawartość inuliny. *Acta Agroph.* 85, 331–337.
- Sugier D., 2007. The flowering course of the *Arnica montana* L. and the *A. chamissonis* Less. in conditions of field cultivation with successive head collecting. *Acta Agrobot.*, 60, 2, 133–139.
- Weremczuk-Jeżyna I., Wysokińska H., 2000. Micropropagation of *Arnica montana* L. and sesquiterpen lactons production in obtained plants. *Biotechnologia* 4(51), 118–122.

Summary. Studies were carried out in 2004–2007 on two-, three-, and four-year-old plantations of mountain and chamisso arnicas on podzolic soils of strong loamy sand granulometric composition. The experiment aimed at evaluating the foliar fertilization with Alkalin PK 5:25 and Ekolist S influence on selected morphological traits, yielding, and quality of *Arnicae anthodium* raw material. Fertilizers were applied twice: at the stage of leaf crown and budding. Foliar fertilization of chamisso arnica significantly affected the plant height, the number of produced stems and inflorescences as well as raw material yields in all studied years. Mountain arnica reacted in a similar way; however, statistically significant differences were found only in the second year of cultivation. Foliar fertilizers only slightly modified the quercetine content in inflorescences of the studied arnica species.

Key words: *Arnica montana* L., *Arnica chamissonis* var. *foliosa*, foliar fertilization, heads yields, quercetine