

## PLON LIŚCI ORAZ POBRANIE MAKROSKŁADNIKÓW PRZEZ NAPARSTNICĘ WEŁNISTĄ (*DIGITALIS LANATA* EHRH.) UPRAWIANĄ W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO

WOJCIECH KOZERA, EDWARD MAJCHERCZAK

*Katedra Chemii Rolnej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

kozera@utp.edu.pl

**Synopsis.** Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK na plon liści naparstnicy oraz pobranie wraz z nim makroskładników pokarmowych. Naparstnicę wełnistą uprawiano w jednoczynnikowym doświadczeniu mikropoletkowym prowadzonym w latach 2006–2008. Nawożenie NPK zastosowano doglebowo w następujących dawkach na hektar:  $K_1$  – 105 kg NPK,  $K_2$  – 210 kg NPK,  $K_3$  – 315 kg NPK. Wykazano, że zróżnicowane nawożenie mineralne korzystnie wpływało na wielkość plonu liści, i suchej masy, a także na ilość pobranych makroskładników. Nawożenie dawką 315 kg NPK·ha<sup>-1</sup> najkorzystniej wpływało na wysokość plonu liści naparstnicy wełnistej i wyraźnie obniżało w nich zawartość suchej masy. Rośliny nawożone dawką 315 kg NPK·ha<sup>-1</sup> wyróżniały się najwyższym pobraniem azotu i fosforu z plonem liści, natomiast po zastosowaniu dawki 210 kg NPK·ha<sup>-1</sup> pobierały znacząco więcej potasu, wapnia oraz magnezu.

**Słowa kluczowe** – *key words*: naparstnica wełnista – *woolly foxglove*, plon liści – *yield of leaves*, pobranie makroskładników – *macroelements uptake*, nawożenie – *fertilization*.

### WSTĘP

Rosnące zapotrzebowanie społeczne na zioła i leki pochodzenia naturalnego sprzyja rozszerzeniu powierzchni uprawy ziół. Uprawa ziół należy do najmłodszych gałęzi produkcji roślinnej. Jednym z głównych czynników powodujących wzrost plonów roślin zielarskich oraz modyfikujących ich skład chemiczny jest nawożenie [Dzida i Jarosz 2006, Gruszczyk i Berbec 2004, Kołodziej 2006, Kordana i in. 1998, Kozera i Nowak 2004]. Problematyka związana z technologią uprawy ziół jest szczególnie ważna, ponieważ ma istotny wpływ na wielkość produkcji a także na opłacalność upraw. Naparstnica wełnista występuje w stanie dzikim w Europie Południowej. Uprawiana jest w wielu krajach jako roślina dostarczająca surowca dla przemysłu farmaceutycznego. Surowcem są liście zbierane z jednorocznych roślin. Zawierają one glikozydy nasercowe, które po wyizolowaniu są składnikiem leków poprawiających pracę serca, saponiny oraz sole mineralne niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka.

Celem podjętych badań było określenie wpływu zastosowanego nawożenia mineralnego na wielkość plonu liści naparstnicy oraz pobranie z nim makroskładników pokarmowych.

### MATERIAŁ I METODY

W latach 2006–2008 w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego UTP w Bydgoszczy zlokalizowanej w Wierzchucinku (53°16' N, 17°47' E) przeprowadzono ściśle jednoczynnikowe doświadczenie mikropoletkowe, założone metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach.

Czynnikami doświadczenia było nawożenie NPK zastosowane doglebowo w następujących dawkach na hektar:

- $K_0$  – bez nawożenia mineralnego,
- $K_1$  – 40 kg N + 15 kg P + 50 kg K,
- $K_2$  – 80 kg N + 30 kg P + 100 kg K,
- $K_3$  – 120 kg N + 45 kg P + 150 kg K.

Nawożenie fosforowo-potasowe w postaci Polifoski 6 (6-20-30) zastosowano przedsięwzię. Natomiast nawożenie azotem w trzech równych dawkach: przedsięwzię (Polifoska 6) oraz po wschodach i trzy tygodnie później w formie saletry amonowej.

Badania prowadzono na glebie płowej właściwej, kompleksu żyniego dobrego, o odczynie obojętnym i średniej zasobności w przyswajalne formy fosforu, potasu oraz magnezu.

Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji, od marca do września, w latach 2006–2008 była zbliżona do średniej wieloletniej (tab. 1). Pod względem opadów, lata w których prowadzono badania były bardzo różnicowane. Najwięcej opadów w okresie wegetacji odnotowano w 2007 roku – średnio 428,5 mm. W czerwcu i lipcu tego roku średnia suma opadów była odpowiednio o 92 oraz o 48% wyższa niż średnia wieloletnia dla tych miesięcy. Czerwiec i lipiec 2006 roku były natomiast miesiącami o najniższej sumie opadów (odpowiednio o 40 i o 34% mniej od średniej wieloletniej). Najmniej opadów odnotowano w 2008 roku, a w szczególności w maju i czerwcu, w których to miesiącach średnia suma opadów była niższa od średniej wieloletniej odpowiednio o: 31,5 mm i 39,4 mm.

Tabela 1. Średnia temperatura powietrza oraz suma opadów w okresie wegetacji  
Table 1. Mean air temperature and total precipitation during the vegetation period

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Rok <i>Year</i>	Miesiąc – <i>Month</i>						
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Średnia temperatura (°C) <i>Mean temperature (°C)</i>	2006	-1,5	7,1	12,5	16,8	22,4	16,6	15,2
	2007	5,0	8,5	13,8	18,2	18,0	17,8	12,4
	2008	3,0	7,6	1,3	17,6	19,2	17,8	12,4
Średnia temperatura 1949–2007 (°C) <i>Mean temperature 1949–2007 (°C)</i>		0,5	7,3	13,0	16,2	17,9	17,4	13,2
Suma opadów (mm) <i>Sum of precipitation (mm)</i>	2006	27,4	77,0	59,9	21,8	24,2	129,0	40,6
	2007	47,9	17,6	73,1	105,5	104,4	42,1	37,6
	2008	61,2	38,7	11,5	15,5	58,7	95,5	20,2
Średnia suma opadów 1949–2007 (mm) <i>Mean sum of precipitation 1949–2007 (mm)</i>		23,7	27,6	43,0	54,9	70,8	54,0	40,8

Zbiór liści naparstnicy dokonano ręcznie w pierwszej dekadzie września z poletek o powierzchni 3 m<sup>2</sup>. Określono plon świeżej masy, a po wysuszeniu w temperaturze 35°C określono plon powietrznie suchej masy liści. Do analiz chemicznych pobrano po 0,50 kg liści z każdego poletka. W pobranych próbkach, po ich uprzednim wysuszeniu, zmieleniu i mineralizacji na mokro w kwasie siarkowym (VI) określono zawartość fosforu metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonu, zawartość potasu, wapnia oraz sodu metodą fotometrii płomieniowej, a także zawartość magnezu metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej. Na podstawie ozna-

czoney zawartości tych pierwiastków obliczono pobranie makroskładników z plonem zebranych z pola liści.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniono testem Tuckey'a przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I DISKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ zastosowanego nawożenia mineralnego na wielkość plonu liści naparstnicy wełnistej (tab. 2). Najwyższy plon liści uzyskano z obiektu K<sub>3</sub> nawożonego dawką 315 kg NPK·ha<sup>-1</sup>. Był on średnio o 49,1% wyższy od plonu zebranego z obiektu kontrolnego. Na pozostałych obiektach nawozowych średni plon liści naparstnicy był również istotnie wyższy od zebranego z obiektu, na którym nie stosowano nawożenia mineralnego. Przyrost ten wynosił średnio dla lat 32,1% na obiekcie K<sub>1</sub> oraz 41,5% na obiekcie K<sub>2</sub>. Średni plon liści zebrany z wszystkich obiektów nawozowych był najwyższy w 2008 roku – 0,77 kg·m<sup>-2</sup>, natomiast najsłabsze działanie plonotwórcze zastosowanego nawożenia stwierdzono w 2006 roku (średnio 0,64 kg·m<sup>-2</sup>). Należy podkreślić, że naparstnica wełnista w każdym roku badań reagowała wyraźnym wzrostem plonu liści na nawożenie mineralne. Ostatnio obserwuje się ogromny postęp w metodach przetwórczych surowców zielarskich, jednak przygoto-

Tabela 2. Plony i zawartość powietrznie suchej masy w liściach naparstnicy wełnistej  
Table 2. Yields and air dry mass content in leaves of woolly foxglove

Parametr <i>Parameter</i>	Lata badań <i>Year of study</i>	Obiekty nawozowe – <i>Fertilization objects</i>				NIR <sub>0,05</sub> <i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	Średnio <i>Mean</i>
		K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>		
Plon świeżej masy <i>Fresh mass yield</i> (kg·m <sup>-2</sup> )	2006	0,490	0,646	0,688	0,716	0,025	0,635
	2007	0,513	0,685	0,740	0,779	0,044	0,679
	2008	0,587	0,779	0,835	0,874	0,038	0,769
	Średnio <i>Mean</i>	0,530	0,703	0,754	0,790	0,012	–
Zawartość suchej masy <i>Dry mass content</i> (g·kg <sup>-1</sup> )	2006	297	296	289	283	r.n.	291
	2007	294	293	286	272	15	286
	2008	288	287	281	271	12	282
	Średnio <i>Mean</i>	293	292	286	275	4	–
Plon suchej masy <i>Dry matter yield</i> (kg·m <sup>-2</sup> )	2006	0,145	0,191	0,199	0,202	0,005	0,184
	2007	0,151	0,201	0,212	0,212	0,009	0,194
	2008	0,168	0,224	0,234	0,237	0,007	0,216
	Średnio <i>Mean</i>	0,155	0,205	0,215	0,217	0,002	–

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

wanie tych surowców na etapie uprawy wymaga dalszych badań. Ze względu na brak wyników badań dotyczących reakcji naparstnicy wełnistej na nawożenie mineralne wyniki porównywano z reakcją innych roślin zielarskich.

Wśród różnych czynników mających wpływ na plonowanie roślin zielarskich nawożenie uważane jest za jeden z najważniejszych [Kołodziej 2006]. Potwierdzają to wyniki badań własnych, w których wzrost plonu liści dla najwyższej dawki równej  $315 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  wynosił w kolejnych latach odpowiednio: 46,9; 52,9 oraz 47,5%.

Zastosowane w badaniach własnych nawożenie NPK, zwłaszcza jego wyższych dawek, powodowało wyraźny wzrost plonu liści pomimo niskich, o niekorzystnym rozkładzie, opadów w 2008 roku. Powyższe spostrzeżenia dotyczące wzrostu plonu roślin zielarskich pod wpływem wyższych dawek NPK, w latach bardziej suchych i chłodniejszych, potwierdzają badania Kozery i Nowaka [2004].

Spośród zastosowanych w nawożeniu naparstnicy makroskładników pokarmowych azot należy do najbardziej plonotwórczych pierwiastków przyczyniając się do wytworzenia odpowiedniej masy wegetatywnej roślin. Plonotwórczą rolę tego pierwiastka w uprawie ziół potwierdzają również badania innych autorów [Mairapetyan i in. 1999, Markiewicz i in. 2002, Nikolova i in. 1999]. Należy zauważyć, że reakcja roślin zielarskich na wzrastające nawożenie mineralne jest cechą gatunkową i wyższe jego dawki mogą prowadzić do obniżenia plonu na co wskazują wyniki badań Dzidy i Jarosza [2006].

Średnio zawartość suchej masy liści naparstnicy była najwyższa na obiekcie kontrolnym i wynosiła  $292,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Pod wpływem wzrastającego nawożenia mineralnego zawartość suchej masy obniżała się osiągając wartość  $285,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  na obiekcie  $K_2$  oraz  $275,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  na obiekcie  $K_3$ . Obniżenie to było istotne w porównaniu do nienawożonego obiektu kontrolnego i wynosiło odpowiednio: 2,4 oraz 5,9%. Najniższa dawka nawożenia mineralnego zastosowana na obiekcie  $K_1$  ( $105 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) nie powodowała wyraźnych zmian zawartości suchej masy liści naparstnicy wełnistej. Warto zauważyć, że w latach badań zastosowane nawożenie nie powodowało istotnych zmian zawartości suchej masy w liściach naparstnicy tylko w 2006 roku, natomiast w dwóch pozostałych latach dawka  $315 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyraźnie obniżała jej zawartość.

W wyniku zastosowanego nawożenia stwierdzono wzrost plonu suchej masy liści naparstnicy na wszystkich obiektach nawozowych. Średnio, w porównaniu do obiektu kontrolnego, wynosił on odpowiednio: 31,3% na obiekcie  $K_1$  oraz 37,5% na obiektach  $K_2$  i  $K_3$ .

Według danych literaturowych plon suchej masy naparstnicy może wahać się od  $2,0 - 3,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  [Łukasiewicz 1999]. Średni plon suchej masy liści naparstnicy uzyskany w badaniach własnych wynosił  $0,20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Stosunkowo niska jego wartość spowodowana była okresowym brakiem opadów w czasie wegetacji. Zastosowane nawożenie, a w szczególności jego wyższe dawki, wyraźnie niwelowało skutki związane z okresami posuszonymi panującymi od kwietnia do września. Należy podkreślić, że odnotowany wzrost plonu suchej masy naparstnicy był spowodowany wyższym plonem liści uzyskanym pod wpływem zastosowanych dawek nawożenia. Badania Gruszczyk i Berbecia [2004] potwierdzają, że wielkość plonu suchej masy ziela roślin zielarskich w istotny sposób zależy od zastosowanego nawożenia mineralnego oraz sposobu jego aplikacji.

W następstwie zastosowanego nawożenia mineralnego stwierdzono wyraźne oddziaływanie wprowadzonych dawek nawozów na pobranie makroskładników wraz z plonem liści naparstnicy (tab. 3). Rośliny nawożone dawką  $315 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyróżniały się najwyższym nagromadzeniem azotu i fosforu, które w porównaniu do obiektu kontrolnego było wyższe średnio o: 76,0 oraz 72,0%. Stwierdzono dodatni wpływ dawki  $210 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  na ilość wyniesionego z plonem liści naparstnicy potasu, wapnia oraz magnezu. Różnice w porównaniu do obiektu kontrolnego wynosiły odpowiednio: 45,0; 37,5, oraz 40,3%. Zastosowana dawka  $105 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  najko-

Tabela 3. Pobranie makroelementów z plonem liści naparstnicy wełnistej ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
 Table 3. Uptake of macroelements with the yield of leafs of woolly foxglove ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Makroelement <i>Macroelement</i>	Obiekty nawozowe – <i>Fertilization objects</i>				Średnio <i>Mean</i>	NIR <sub>0,05</sub> <i>LSD<sub>0,05</sub></i>
	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>		
N	28,7	42,6	48,2	50,5	42,5	1,1
P	3,6	5,4	6,0	6,2	5,3	0,1
K	30,0	40,5	43,5	42,7	39,2	0,8
Ca	8,0	10,3	11,0	10,8	10,0	0,2
Mg	6,2	8,6	8,7	8,7	8,0	0,4
Na	6,2	7,8	7,4	7,3	7,2	0,2

rzystniej wpływała na wysokie pobieranie z plonem liści sodu, które w porównaniu do obiektu kontrolnego było wyższe średnio o 25,8%.

## WNIOSKI

1. Wzrastające dawki nawożenia mineralnego korzystnie wpływały na wielkości plonu liści naparstnicy wełnistej i zawartość w nich suchej masy oraz na ilość pobranych badanych makroskładników.
2. Zastosowanie NPK w łącznej dawce  $315 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  najkorzystniej wpływało na wysokość plonu liści naparstnicy wełnistej, lecz wyraźnie obniżało w nich zawartość suchej masy.
3. Rośliny nawożone dawką  $315 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$  charakteryzowały się najwyższym pobraniem azotu i fosforu, natomiast po zastosowaniu dawki  $210 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$  pobierały znacząco więcej potasu, wapnia i magnezu.
4. Pod wpływem dawki  $105 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$  nie stwierdzono, w porównaniu do obiektu kontrolnego, obniżenia zawartości suchej masy liści, natomiast wykazano największe pobranie sodu z ich plonem.

## PIŚMIENNICTWO

- Dzida K., Jarosz Z. 2006. Plonowanie i skład chemiczny majeranku ogrodowego (*Origanum majorana* L.) w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego. *Acta Agrophys.* 7(3): 561–566.
- Gruszczyk M., Berbec S. 2004. Porównanie wpływu wybranych preparatów stosowanych dolistnie na plony i jakość surowca złoczenia maruny (*Chrysanthemum parthenium* L.). *Annales UMCS, Sec. E Agric.* 59(2): 755–759.
- Kołodziej B. 2006. Wpływ nawożenia mineralnego na plonowanie babki lancetowatej (*Plantago lanceolata* L.). *Acta Agrophys.* 8(3): 637–647.
- Kordana S., Nowak D., Drozdzińska M. 1998. Wpływ nawożenia NPK na plon i zawartość aukubiny w ziele babki lancetowatej (*Plantago lanceolata* L.). *Herba Pol.* 44(3): 183–187.
- Kozera W., Nowak K. 2004. Wpływ nawożenia na wysokość i wybrane cechy plonu ostropestu plamistego (*Silybum marianum*). *Ann. UMCS, Sec. E Agric.* 59(1): 369–374.
- Łukasiewicz G. 1999. *Zielarstwo*. Hortpress, Warszawa: ss. 218.

- Mairapetyan S.K., Tadevosyan A.H., Alexanyan S.S., Stepanyan B.T. 1999. Optimalization of the N:P:K ratio in the nutrient medium of some soilless aromatic and medicinal plants. *Acta Hort.* 502: 29–32.
- Markiewicz B., Golcz A., Kozik E. 2002. Effect of nitrogen fertilization and of harvest term on yield, content of essential oil and nitrogen in the herb of two cultivars of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Rocz. AR Poznań* 341, *Ogrodn.* 35: 19–24.
- Nikolova A., Kozuharova K., Zheljazkov V.D., Craker L.E. 1999. Mineral nutrition of chamomile (*Chamomilla recutita* L.). *Acta Hort.* 502: 303–208.

W. KOZERA, E. MAJCHERCZAK

**LEAVES YIELD AND MACRONUTRIENTS UPTAKE BY WOOLLY FOXGLOVE  
(*DIGITALIS LANATA* EHRH.) GROWN UNDER VARIED MINERAL FERTILISATION**

**Summary**

The aim of the present research was to determine the effect of varied NPK fertilisation on the woolly foxglove leaves yield and the uptake of macronutrients with it. The woolly foxglove grown in a three-year, single-factor microplot experiment carried out over 2006–2008. NPK fertilisation introduced into soil at the following doses per hectare:  $K_1$ – 105 kg NPK,  $K_2$ – 210 kg NPK;  $K_3$ – 315 kg NPK. It was shown that a varied mineral fertilisation enhanced the leaves yield and dry matter content as well as the macronutrients uptake. The fertilisation with the dose of 315 kg NPK·ha<sup>-1</sup> had the most favourable effect on the woolly foxglove leaves yield and significantly decreased the dry matter content in leaves. The plants fertilised with the dose of 315 kg NPK·ha<sup>-1</sup> demonstrated the highest nitrogen and phosphorus uptake with the leaves yield, while the application of the dose of 210 kg NPK·ha<sup>-1</sup> resulted in a considerably higher uptake of potassium, calcium and magnesium.