

WPŁYW FORMY I DAWKI AZOTU NA PLONOWANIE ORAZ SKŁAD
CHEMICZNY JEŻÓWKI PURPUROWEJ (*ECHINACEA PURPUREA*
MOENCH.) W PIERWSZYM I DRUGIM ROKU PO POSADZENIU

Anita Biesiada¹, Alicja Kucharska², Anna Sokół-Łętowska²

¹Katedra Ogrodnictwa, Akademia Rolnicza

²Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Akademia Rolnicza
ul. Rozbrat 7, 50-334 Wrocław
e-mail: biesiada@ozi.ar.wroc.pl

Streszczenie. W dwuczynnikowym doświadczeniu przeprowadzonym w latach 2003-2005 oceniano przydatność różnych form azotu: NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ stosowanych przedwegetacyjnie oraz całkowitych dawek N: 50, 50+50 oraz 100+100 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w uprawie jeżówki purpurowej. Oceniano plon ziela oraz stan odżywienia roślin jak również zawartość chlorofilu i polifenoli w liściach i w kwiatostanach. Zastosowanie w nawożeniu przedwegetacyjnym siarczanu amonu przyczyniało się do wzrostu plonu ziela w pierwszym i drugim roku po posadzeniu rozsady. Plon ziela jeżówki był istotnie wyższy przy nawożeniu azotem w dawce 100 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zawartość makroskładników w częściach wskaźnikowych wynosiła 1,68-1,96% N- NO_3 , 0,23% P, 2,89-3,59% K, 2,45-2,74% Ca oraz 0,51-0,54% Mg. Wyższą zawartość polifenoli odnotowano przy przedwegetacyjnym nawożeniu jeżówki saletrą amonową i moczniakiem oraz gdy dawka azotu wynosiła 100 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Słowa kluczowe: *Echinacea purpurea*, dawki i formy azotu, plonowanie, skład chemiczny

WSTĘP

Preparaty z jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea* Moench.) stanowią grupę najlepiej sprzedających się zarówno w Stanach Zjednoczonych jak i w Europie specyfików o działaniu immunostymulującym [9]. Ocenia się, że na niemieckim rynku fitofarmaceutyków przeszło 800 zawiera wyciąg z ziela lub korzenia tej rośliny [13]. Zaleca się je pomocniczo w leczeniu przeziębień oraz różnych infekcji wirusowych i bakteryjnych górnego odcinka przewodu oddechowego i dróg moczowych [7]. Plantacje jeżówki powstają dla potrzeb rynku zielarskiego w różnych rejonach świata: w Europie, Stanach Zjednoczonych, Ameryce

Południowej i w Afryce. W Tanzanii jeżówka purpurowa jest uprawiana również na kwiat cięty i eksportowana do Europy Zachodniej [14].

Badania nad biologiczną i farmakologiczną aktywnością wyciągów z jeżówki są prowadzone bardzo szeroko na całym świecie, mniej natomiast uwagi poświęca się wpływowi czynników klimatycznych i uprawowych na plon i jakość surowca jeżówki. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że plon i jakość surowca zależą od typu gleby, sposobu i terminu zakładania plantacji, fazy rozwojowej, w której przeprowadza się zbiór oraz zdrowotności roślin [1,4-6,20]. Mało prac poświęcono wpływowi nawożenia mineralnego na rozwój tej rośliny [4,17,21].

W stanie naturalnym jeżówka porasta ubogie skaliste ziemie prerii Wielkich Równin w Stanach Zjednoczonych oraz w krainie Wielkich Jezior pomiędzy USA i Kanadą. W uprawie roślina ta dobrze rośnie na zmeliorowanych glebach gliniastych i piaszczysto gliniastych o odczynie obojętnym lub lekko kwaśnym [16]. Uważa się, że intensywne nawożenie powoduje wyższą plon ziela lecz obniża plon korzeni [16,21]. Potwierdzają to również częściowo wyniki badań nawozowych nad jeżówką wąskolistną prowadzone w Chile [4]. Większość autorów jest zgodna, że nawożenie organiczne przy użyciu obornika bydlęcego lub końskiego, jak również mączka kostna polepszają rozwój jeżówki purpurowej [11,15]. Jeżówka reaguje pozytywnie na nawozy zielone i żywe ściółki, spośród których dobrymi roślinami okrywowymi okazały się koniczyna czerwona [11], pokrzywa [15] i *Chenopodium quinoa* [16].

Według Mordalskiego i in. [17] niedobory azotu hamują wzrost roślin i obniżają plon liści oraz korzeni jeżówki. W badaniach wazonowych wzrost dawki azotu przyczyniał się do podniesienia zawartości suchej masy liści, kwiatostanów i korzeni, podczas gdy wzrost dawki fosforu wpływał jedynie na wzrost świeżej i suchej masy liści [12, 15]. W Niemczech jeżówkę nawozi się azotem w ilości 100-200 kg N·ha⁻¹ w kilku dawkach. Nawożenie fosforowe na poziomie 100 kg P₂O₅ i potasowe 250 kg K₂O stosuje się przed sadzeniem rozsady [10]. W Nowej Zelandii z kolei zaleca się nawozić pole nawozami wieloskładnikowymi zawierającym N, P, K, S w stosunku jak 15:10:10:8 w ilości 500 kg ha⁻¹ [10]. Dotychczasowe wyniki badań nawozowych przeprowadzonych w Polsce wskazują, że optymalną dawką azotu pozwalającą na uzyskanie dobrych jakościowo plonów jest 100 kg N·ha⁻¹ [21] podczas gdy w Instrukcji Uprawy tej rośliny opublikowanej przez Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich zaleca się stosować 60-80 kg N·ha⁻¹ [17].

Celem badań przeprowadzonych w latach 2004-2005 w Katedrze Ogrodnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu była próba oceny wpływu formy i dawki azotu na plon i skład chemiczny ziela jeżówki purpurowej w pierwszym i drugim roku po posadzeniu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono na czarnej ziemi zdegradowanej zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIa zawierającej 1,8% próchnicy, o pH 6,8.

Doświadczenie dwuczynnikowe założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Czynniki pierwsze stanowiły formy azotu stosowane w nawożeniu przedwegetacyjnym: saletra wapniowa, saletra amonowa, siarczan amonu i mocznik, zaś czynnik II obejmował dawki azotu stosowane wyłącznie przedwegetacyjnie, lub przedwegetacyjnie i pogłównie (50, 50 + 50, 100 + 100 kg N·ha⁻¹). W nawożeniu pogłównym źródłem azotu była saletra amonowa. Nasiona jeżówki purpurowej po zaprawieniu zaprawą nasienną T wysiewano 7 marca w 2003 i 2004 roku do wielodoniczek o objętości jednej komórki 76,5 cm³, wypełnionych substratem torfowym. Gotową, 10 tygodniową rozsadę wysadzano na poletka nawiezione przedwegetacyjnie azotem w rozstawie 50 x 25 cm. Na poletku o powierzchni 1 m² sadzono po 6 roślin. Na plantacji dwuletniej rośliny nawożono przedwegetacyjnie azotem w połowie kwietnia zgodnie z metodyką badań. Nawożenie pogłowne tym makroskładnikiem w roku zakładania plantacji wykonywano po przyjęciu się rozsady, zaś w roku następnym podczas formowania pąków kwiatostanowych (3 VI). Z powodu wysokiej zasobności gleby w fosfor (84 mg·dm⁻³) i potas (260 mg·dm⁻³), w doświadczeniu nie stosowano nawożenia P i K. Zbiór ziela przeprowadzono w pełni kwitnienia jeżówki przy pomocy nożyc ręcznych, tnąc ziele na wysokości około 10 cm nad powierzchnią gleby. Zbiór jeżówki jednorocznej przeprowadzono na początku września, zaś dwuletniej 26 lipca i 28 września.

Określono wielkość plonu ziela. W powietrznie suchych próbkach materiału roślinnego pobranego każdorazowo przed zbiorem oznaczano w wyciągu z 2% kwasem octowym zawartość N-NO₃ potencjometrycznie, P i Mg kolorymetrycznie, zaś Ca i K metodą fotometrii płomieniowej [18].

W kwiatostanach i w liściach analizowano w powietrznie suchym materiale zawartość chlorofilu a+b metodą spektrofotometryczną po ekstrakcji materiału roślinnego 100% acetonem, oraz polifenoli metodą Folina-Ciocalteu po ekstrakcji 80% metanolem [19]. Wyniki analiz chemicznych przedstawiono w postaci średnich odrębnie dla każdego z badanych czynników.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań wskazują, że forma i dawka azotu użyte w nawożeniu jeżówki purpurowej wpłynęły istotnie na plon ziela w pierwszym i drugim roku trwania badań (tab. 1). W nawożeniu przedwegetacyjnym jeżówki jednorocznej i dwuletniej lepszym źródłem azotu okazał się siarczan amonu, po zastosowaniu którego całkowity plon świeżej masy ziela wyniósł odpowiednio 1,94 i 6,74 kg·m⁻². U jeżówki

dwuletniej równie dobrym źródłem azotu był mocznik, podczas gdy po zastosowaniu saletry amonowej i saletry wapniowej przed sadzeniem rozsady na miejsce stałe uzyskane plony ziela były istotnie niższe. Spośród badanych form azotu największą efektywność zapewniał siarczan amonu, co może wskazywać również na większe potrzeby jeżówki odnośnie siarki. Zalecenia uprawowe przygotowane w Nowej Zelandii polecają stosować nawóz wieloskładnikowy zawierający również ten składnik [10].

Jeżówka dobrze reagowała na wzrost dawki azotu z 50 do 100 kg·ha⁻¹. Zastosowanie 100 kg N·ha⁻¹ przyczyniło się do istotnego wzrostu plonu zielonej masy u roślin jedno- i dwuletnich. U jeżówki jednorocznej zwiększenie dawki azotu do 200 kg N·ha⁻¹ spowodowało dalszą zwyżkę plonu tej rośliny, jednak u roślin dwuletnich dawka ta wydaje się być nadmierna. Potwierdzają to wcześniejsze badania [19]. Wzrost plonu ziela wskutek podniesienia dawki azotu do 80-100 kg N·ha⁻¹ odnotowali również Berbec i in. [3] i Bonomelli i in. [8].

Tabela 1. Plon ziela (t·ha⁻¹) jeżówki purpurowej w pierwszym i drugim roku uprawy

Table 1. Yield of coneflower herb (t·ha⁻¹) in first and second year after planting

Obiekt – Treatment	Jeżówka dwuletnia Two years old coneflower			Jeżówka jednoroczna One year old coneflower
	Zbiór I Harvest I	Zbiór II Harvest II	Ogółem Total	
Czynnik I – Forma azotu w nawożeniu przedwegetacyjnym Factor I – Form of nitrogen supplied in pre-sowing fertilization				
NH ₄ NO ₃	3,78	1,52	5,31	1,76
Ca(NO ₃) ₂	3,44	1,66	5,10	1,31
(NH ₄) ₂ SO ₄	4,76	1,78	6,74	1,94
CO(NH ₂) ₂	4,63	2,00	6,63	1,42
NIR– LSD – $\alpha = 0,05$	0,36	n.i.– n.s.	0,72	0,22
Czynnik II – Dawka azotu kg N·ha ⁻¹ Factor II – Rate of nitrogen kg N ha ⁻¹				
50	3,74	1,56	5,30	1,24
100 (50+50)	4,35	1,84	6,19	1,54
200 (100+100)	4,36	1,81	6,17	1,68
NIR – LSD – $\alpha = 0,05$	0,47	0,14	0,62	0,21

Bardzo ważnym i mało rozpoznany zagadnieniem jest ustalenie standardowych zawartości składników mineralnych dla jeżówki purpurowej. Dotychczasowe wyniki badań na ten temat są nieliczne.

Wyniki badań własnych wskazują, że poziom azotanów w służących za części wskaźnikowe zewnętrznych liściach rozetowych jeżówki był w dużym stopniu uzależniony od zastosowanych w doświadczeniu czynników. Poziom azotanów wzrastał wraz z fazą rozwojową rośliny w ciągu okresu wegetacji i u jeżówki dwuletniej był wyższy pod koniec wegetacji, we wrześniu w porównaniu do lipca.

Forma azotu zastosowana w nawożeniu przedwegetacyjnym rzutowała na zawartość N-NO₃ w częściach wskaźnikowych jeżówki (tab. 2). Rośliny nawożone siarczanem amonu i mocznikiem wykazywały znacząco mniejszą zawartość azotanów w liściach zarówno w pierwszym jak i w drugim roku po posadzeniu rozsady. U jeżówki dwuletniej, zależność ta była widoczna w dużo mniejszym stopniu we wrześniu, po pogłównym zastosowaniu saletry amonowej.

Tabela 2. Zawartość składników mineralnych w liściach jeżówki purpurowej (% s.m.) w zależności od formy azotu

Table 2. Nutritional status of coneflower (% d.m.) depending upon form of nitrogen

Forma N w nawożeniu przedwegetacyjnym Form of N in presowing fertilization	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg
Jeżówka dwuletnia – termin pobierania próbek 25 VII Two years old coneflower – term of sample collecting – 25 th July					
NH ₄ NO ₃	3,36	0,19	2,79	3,25	0,54
Ca((NO ₃) ₂	2,10	0,16	1,90	2,74	0,58
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,84	0,14	2,88	2,86	0,52
CO(NH ₂) ₂	0,98	0,16	3,41	2,51	0,45
Średnia Mean	1,82	0,16	2,75	2,84	0,52
Jeżówka dwuletnia termin pobierania próbek 27 IX Two years old coneflower – term of sample collection 27 th September					
NH ₄ NO ₃	4,20	0,16	3,28	2,58	0,48
Ca((NO ₃) ₂	3,24	0,16	1,83	2,61	0,50
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,38	0,14	3,38	2,40	0,51
CO(NH ₂) ₂	2,94	0,20	3,50	2,30	0,49
Średnia Mean	3,19	0,17	2,99	2,47	0,50
Jeżówka jednoroczna termin pobierania próbek 6 IX One year old coneflower – term of sample collection 6 th September					
NH ₄ NO ₃	2,66	0,17	3,94	2,60	0,49
Ca((NO ₃) ₂	2,40	0,21	3,79	2,40	0,47
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,54	0,23	3,88	2,55	0,48
CO(NH ₂) ₂	1,26	0,21	3,09	2,63	0,48
Średnia Mean	1,96	0,21	3,67	2,55	0,48

Wraz ze zwiększeniem nawożenia azotowego z 50 do 200 kg N·ha⁻¹ podnosił się poziom N-NO₃ w częściach wskaźnikowych jeżówki (tab. 3). Z uwagi jednak na brak wyraźnej reakcji plonotwórczej przy zastosowaniu 200 kg N·ha⁻¹, stwierdzony przy tym nawożeniu poziom N-NO₃ można uznać za nadmierny, a za górną zawartość krytyczną przyjmując ilość tego składnika, jaką posiadały rośliny nawożone dawką 100 kg N·ha⁻¹. Stanowi to potwierdzenie wyników uzyskanych w doświadczeniach Bonomellego i in. z tym gatunkiem rośliny leczniczej [8].

Zawartość makroskładników w częściach wskaźnikowych jeżówki ulegała stosunkowo małym zmianom pod wpływem zastosowanych w doświadczeniu czynników i wieku roślin. Dwuletnie rośliny dobrze odżywione azotem, dające wysoki plon ziela, zawierały w częściach wskaźnikowych w zależności od terminu ich pobrania 1,68-1,96% N-NO₃, 0,23% P, 2,89-3,59% K, 2,45-2,74% Ca oraz 0,51-0,54% Mg. Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi przez Bonomellego i in. [8]. Zarówno dla jeżówki purpurowej uprawianej w wazonach przy dawce azotu wynoszącej 100 N kg·ha⁻¹ jak i dla roślin pobranych ze stanu naturalnego poziom fosforu w liściach wahał się w granicach 0,29-0,31% a potasu 2,31-3,89%, w kwiatach był nieco wyższy, zaś w pędach obniżał się do 0,15-0,22% P i 2,45-1,56% K. Wyniki badań niemieckich przedstawiają odmienny skład podstawowy ziela jeżówki purpurowej szczególnie odnośnie potasu, wapnia i magnezu: K-0,31%, Ca-0,78%, Mg-0,12% [1,2].

Tabela 3. Zawartość składników mineralnych w liściach jeżówki purpurowej (% s.m.) w zależności od dawki azotu

Table 3. Nutritional status of coneflower (% d.m.) depending upon rate of nitrogen

Obiekt – Treatment	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg
Jeżówka dwuletnia – termin pobierania próbek 25 VII					
Two years old coneflower – term of sample collection 25 th July					
50	1,12	0,24	3,13	2,71	0,50
Dawka azotu w kg na 1 ha 100 (50+50)	1,68	0,23	3,59	2,74	0,51
200 (100+100)	3,36	0,19	2,79	3,25	0,54
Średnia – Mean	2,05	0,22	3,17	2,90	0,52
Jeżówka dwuletnia – termin pobierania próbek 27 IX					
Two years old coneflower – term of sample collection 27 th September					
50	1,54	0,25	3,21	2,54	0,49
Dawka azotu w kg na 1 ha 100 (50+50)	1,96	0,23	2,89	2,45	0,54
200 (100+100)	4,20	0,16	3,28	2,58	0,48
Średnia – Mean	2,56	0,21	3,12	2,90	0,50
Jeżówka jednoroczna – termin pobierania próbek 6 IX					
One year old coneflower – term of sample collecting 6 th September					
50	1,12	0,23	3,41	2,48	0,52
Dawka azotu w kg na 1 ha 100 (50+50)	1,47	0,20	3,79	2,54	0,51
200 (100+100)	2,66	0,17	3,94	2,60	0,49
Średnia – Mean	1,75	0,20	3,71	2,54	0,50

Tabela 4. Zawartość chlorofilu a + b i polifenoli w kwiatostanach i liściach jeżówki jednorocznej i dwuletniej (mg·1g⁻¹ d.m) w zależności od formy i dawki azotu

Table 4. The content of chlorophyll a + b and polyphenolic compounds in inflorescences and leaves of one- and two-year old coneflower (mg 1g⁻¹ d.m) depending upon form and rate of nitrogen

Obiekt Treatment	Polifenole – Polyphenolic compounds						Chlorofil a + b – Chlorophyll a + b					
	Kwiatostan Inflorescence			Liść – Leaf			Kwiatostan Inflorescence			Liść – Leaf		
Wiek plantacji Age of plants	Dwuletnia Two years old		Jednoro- czna One year old	Dwuletnia Two years old		Jednoro- czna One year old	Dwuletnia Two years old		Jednoro- czna One year old	Dwuletnia Two years old		Jednoro- czna One year old
Zbiór Harvest	I	II		I	II		I	II		I	II	
Forma azotu Form of nitrogen												
NH ₄ NO ₃	29,03 d	30,45 c	16,43 b	28,51 b	23,81 b	35,42 b	0,42 c	1,36 d	0,40 b	5,57 d	9,08 e	4,00 c
Ca(NO ₃) ₂	25,01 c	25,15 a	25,50 d	21,75 a	16,81 a	35,14 b	0,32 b	1,00 a	0,41 b	5,48 d	7,48 a	4,19 d
(NH ₄) ₂ SO ₄	20,68 b	28,80 b	16,30 b	24,52 b	15,12 a	30,41 a	0,25 a	1,09 b	0,31 a	4,71 a	8,70 d	4,16 d
CO(NH ₂) ₂	25,44 c	29,24 b	20,07 c	25,13 b	22,99 b	36,00 b	0,29 b	1,09 b	0,54 c	4,78 a	8,06 b	3,80 b
Średnia – Mean	25,04	28,41	19,57	24,96	19,68	34,24	0,32	1,14	0,42	5,14	8,33	4,04
Dawka azotu – Rate of nitrogen (kg N·ha ⁻¹)												
50	11,93 a	20,06 a	9,88 a	26,88 b	18,34 a	35,60 a	0,20 a	0,98 a	0,30 a	5,14 b	8,57 c	3,37 a
100 (50+50)	20,12 b	31,26 c	30,12 d	33,16 c	28,31 c	35,27 a	0,21 a	1,16 c	0,47 b	5,28 c	8,58 c	3,75 b
200 (100+100)	29,03 d	30,45 c	16,43 b	28,51 b	23,81 b	35,42 a	0,42 c	1,36 d	0,40 b	5,57 d	9,08 e	4,00 c
Średnia – Mean	20,36	27,25	18,81	29,51	23,48	35,43	0,28	1,17	0,39	5,33	8,74	3,71

Objaśnienia – Explanations:

Terminy zbioru jeżówki dwuletniej – Terms of harvest of two years old coneflower: I – 25 VII, II – 27 IX,

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$. Means followed by the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0,05$.

Miernikiem stanu odżywienia roślin azotem jest często zawartość chlorofilu w roślinach. Poziom tego barwnika był wyższy u roślin starszych, dwuletних niż u jednorocznych (tab. 4). W liściach roślin dwuletних, których ziele zbierano w lipcu wyniósł on średnio $5,33 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s. m., we wrześniu $8,74 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, zaś dla roślin jednorocznych, których zbiór jednorazowy przeprowadzono 27 września $3,71 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Zawartość chlorofilu w liściach wzrastała wraz ze stosowaną dawką azotu. W kombinacji nawożonej azotem w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ poziom chlorofilu w liściach wyniósł u roślin dwuletних podczas pierwszego zbioru $5,28 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, przy drugim zbiorze $8,58 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, a u roślin jednorocznych $3,75 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s. m.

W liściach jeżówki jednorocznej i dwuletniej odnotowano na ogół wyższą zawartość polifenoli w kombinacjach nawożonych przedwegetacyjnie saletrą amonową i mocznikiem. Również w kwiatostanach tej rośliny saletra amonowa zapewniała generalnie wyższy poziom tych związków. Zdecydowanie mniejszą zawartość związków fenolowych odnotowano u roślin jednorocznych i dwuletних nawożonych siarczanem amonu. U roślin dwuletних zawartość tych związków w liściach wahała się od $15,12$ do $28,51 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s. m., zaś w kwiatostanach od $20,68$ do $30,45 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s. m. W liściach jeżówki jednorocznej poziom tych związków wyniósł średnio $30,41$ - $35,42 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, zaś w kwiatostanach $16,43$ - $25,50 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Zbliżone ilości polefenoli w jeżówce purpurowej odnotowali w swoich badaniach inni autorzy [21]. Jeżówka purpurowa w pierwszym i drugim roku uprawy, nawożona azotem w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ zawierała na ogół więcej polifenoli w koszyczkach kwiatostanowych niż rośliny nawożone dawką $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Podobną zależność odnotowano również w liściach jeżówki dwuletniej. Przy dawce $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, ilość związków fenolowych zmniejszała się w liściach jeżówki dwuletniej oraz w kwiatostanach jeżówki jednorocznej oraz dwuletniej zbieranej we wrześniu.

WNIOSKI

1. W uprawie jeżówki purpurowej zastosowanie siarczanu amonu w nawożeniu przedwegetacyjnym przyczyniało się do wzrostu plonu ziela w pierwszym i drugim roku po posadzeniu rozsady.

2. Za optymalną dawkę azotu w nawożeniu jeżówki należy uznać $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3. Orientacyjne standardowe zawartości składników mineralnych i azotu azotanowego w częściach wskaźnikowych roślin nawożonych dawką $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wynosiły w zależności od terminu ich pobrania: $1,68$ - $1,96\%$ N-NO₃, $0,23\%$ P, $2,89$ - $3,59\%$ K, $2,45$ - $2,74\%$ Ca oraz $0,51$ - $0,54\%$ Mg.

4. W koszyczkach kwiatostanowych jeżówki jednorocznej oraz w liściach i kwiatostanach jeżówki dwuletniej nawożonej azotem w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ odnotowano na ogół większy poziom polifenoli niż u roślin nawożonych tym składnikiem w dawce $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wyższą zawartość polifenoli zapewniało przedwegeta-

cyjne nawożenie jeżówki purpurowej saletrą amonową i w dalszej kolejności mocznikiem. Mniejszą zawartość tych związków w surowcu jeżówki uzyskano po zastosowaniu siarczanu amonu.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bauer R., Wagner H.:** Echinacea Der Sonnenhut- Stand der Forschung. Zeitschrift für Phytotherapia, 9, 151-159, 1988.
2. **Bauer R., Wagner H.:** Echinacea- Handbuch für Arze, Apotheker und andere. Naturwissenschaftlicher, Stuttgart, Wissenschaftliche. Verlagsgesellschaft, 1990.
3. **Berbec S., Król B., Wolski T.:** The effect of soil and fertilization on the biomass and phenolic acids content in coneflower (*Echinacea purpurea* Moench.). Herba Polonica, XLIV, 4, 397-401, 1998.
4. **Berti M., Wilckens R., Fischer S., Hevia F.:** Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root yield, echinaciside and alkylamides in *Echinacea angustifolia* L. in Chile. Acta Hort., 576, 303-310, 2002.
5. **Biesiada A., Oszmiański J., Wołoszczak E.:** Wpływ terminu sadzenia rozsady na plon i jakość korzeni jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.). Folia Univ. Agric. Steptin, Agricultura, 239, 95, 17-20, 2004.
6. **Biesiada A., Oszmiański J.:** Wpływ terminu sadzenia rozsady na plonowanie jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) uprawianej z rozsady. Folia Hort., Supplement 2003/1, 364-365, 2003.
7. **Blumenthal M.:** The complete German Commission E monographs: Therapeutic guide to herbal medicines. American Botanical Council, Austin, Texas. Integrative Medicine Communications, Boston, MA, 1998.
8. **Bonomelli C., Cisterna D., Recine C.:** Effect of nitrogen fertilization on *Echinacea purpurea* Mineral Composition. Cien. Inv. Agr., 32, 85-91, 2005.
9. **Brevoort P.:** The US botanical market. Herbalgram, 36, 49-57, 1996.
10. **Douglas J.:** *Echinacea*-the purple coneflowers. The New Zealand Institute for Crop and Food Research: 1-7, 1993.
11. **Hobbs C.R.:** The Echinacea handbook. Capitola, Botanica Press, 1989.
12. **Król B., Berbec S.:** Wzrost jeżówki purpurowej na piaszczystym i pylastym materiale glebowym przy trzech poziomach nawożenia. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej pt.: Nauka Praktyce Ogrodniczej” Lublin, 185-187, 1995.
13. **Letchamo W., Livesey J., Arnason T., Bergeron C., Krutilina V.:** Cichoric acid and isobutylamide content in *Echinacea purpurea* as influenced by flower developmental stages. W: Janick J. (Eds.) Perspectives on new crops and new uses., ASHS Press, Alexandria, VA, 494-498, 1999.
14. **Letchamo W., Polydeonny L., Gladisheva N., Arnason T.j., Livesey J., Awang D.:** Factors affecting *Echinacea* Quality: Trends in new crops and new uses. (Eds. J. Janick, A. Whipkey), ASHS Press, Alexandria, VA, 514-521, 2002.
15. **Li T.S.C.:** *Echinacea*: cultivation and medicinal value. Hort Technology 8, 2, 122-129, 1998.
16. **Li T.S.C.:** Use of stinging nettle as potential organic fertilizer for herbs. J. Herbs Spices Medicinal Plants, 4, 3-8, 1994.
17. **Mordalski R., Filoda G., Kordana S., Załęcki R.:** Instrukcja uprawy: Jeżówka purpurowa (*Echinacea purpurea* Moench.), 1994.

18. **Nowosielski O.:** Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa, 1988.
19. **Slinkart K., Singleton V.:** Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *Am. J. Enol. Vitic.*, 28, 49-55, 1977.
20. **Węglarz Z., Karaczun W.:** Wpływ wieku i sposobu zakładania plantacji na plon surowca jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea* Moench) *Herba Polonica*, XLII, 1, 11-15, 1996.
21. **Załęcki R., Kordana S., Kucharski W., Mordalski R.:** Technologia uprawy *Echinacea purpurea* na surowiec leczniczy. *Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej pt.: Nauka Praktyce Ogrodniczej* Lublin, 271-274, 1995.

THE EFFECT OF THE FORM AND RATE OF NITROGEN
ON YIELDING AND CHEMICAL COMPOSITION OF CONEFLOWER
(*ECHINACEA PURPUREA* MOENCH.) IN FIRST
AND SECOND YEAR AFTER TRANSPLANTING

Anita Biesiada¹, Alicja Kucharska², Anna Sokół-Łętowska²

¹Department of Horticulture, Agricultural University

²Department of Fruit, Vegetable and Grain Technology, Agricultural University
ul. Rozbrat 7, 50-334 Wrocław
e-mail: biesiada@ozi.ar.wroc.pl

Abstract. The aim of the experiment conducted in 2003-2005 at the University of Agriculture in Wrocław was to determine the effect of form and rate of nitrogen on yielding and chemical composition of coneflower herb. The two factorial experiment tested the pre-sowing applied forms of nitrogen: NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, as well as total rates of N used during vegetation period (50, 50+50, 100+100 kg N ha⁻¹). The yield of the herb was significantly higher when $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ was used before transplanting of coneflower, and when the total rate of nitrogen was 100 kg N ha⁻¹. The chemical status of plants fertilized with 100 kg N ha⁻¹ was: 1.68-1.96% $\text{NO}_3\text{-N}$, 0,23% P, 2,89-3,59% K, 2,45-2,74% Ca and 0,51-0,54% Mg. A higher content of phenolic compounds was obtained when source of nitrogen in pre-sowing fertilization were ammonium sulphate and urea and when nitrogen was supplied at the rate 100 kg N ha⁻¹.

Key words: *Echinacea purpurea*, form and rate of nitrogen, chemical composition of herb