

Stanisław Kalembasa*, Beata Wiśniewska*

**WPŁYW DAWEK AZOTU NA ZAWARTOŚĆ I POBRANIE WYBRANYCH
METALI CIĘŻKICH PRZEZ ŚLAZOWIEC PENSYLWAŃSKI
(*SIDA HERMAPHRODITA RUSBY*)**

**THE INFLUENCE OF NITROGEN DOSES ON THE CONTENT
AND UPTAKE SELECTED HEAVY METALS
BY PENSILWANIA MALLOW (*SIDA HERMAPHRODITA RUSBY*)**

Słowa kluczowe: ślazowiec pensylwański, biomasa, nawożenie, pobranie.

Key words: pensilwania mallow, biomass, fertilization, uptake.

The influence the influence of nitrogen doses on the content and uptake of Zn, Cu and Cr by biomass (stems and leafs) of pensilwania mallow harvested in different terms in second year of cultivation was the aim of experiment carried out in the field experiment. The scheme of experiment contained three levels of nitrogen doses: 50, 100 and 150 (kg per ha) on the background of fertilization with phosphorus (80 P₂O₅ kg per ha) and potassium (120 K₂O kg per ha). The samples of Sida biomass were collected three times in vegetation period (July, September and December) in which the total content of Zn, Cu and Cr was determined by ICP – AES method.

The content of cadmium and lead determined in stems of sida was higher whereas the amount of nickel lower than in leaves. The content of determined heavy metals in biomass (stems and leaves) of sida was differentiated and ranged from the highest to the lowest as follow: Zn > Cu > Cr.

1. WPROWADZENIE

Wśród roślin uprawnych różnej szerokości geograficznych naszego globu wiele gatunków występujących w uprawie straciło swoje znaczenie gospodarcze na rzecz nowych, bar-

* *Prof. zw. dr hab. Stanisław Kalembasa, dr inż. Beata Wiśniewska – Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Akademia Podlaska, ul.Prusa 14, 08-100 Siedlce; kontakt: tel.25 643 12 87, e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl; bwisniewska@ap.siedlce.pl*

dziej wartościowych gatunków. Jednym z takich gatunków jest ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita Rusby*), który introdukowano do Polski w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Według Wawilowa i Kondratiewa [1975] gatunek ten został sprowadzony z Ameryki Północnej na tereny byłego Związku Radzieckiego. Początkowo prowadzono badania nad ślazowcem (sidą) jako rośliną mającą zastąpić włókno juty długoowocnikowej. Dopiero później, ze względu na długotrwałość plantacji tego gatunku i duży plon masy łydyg, zwrócono uwagę na jego walory pastewne [Babicz i Lubicz 1980] i przydatność w przemyśle celulozowo-papierniczym [Dmitraszko 1967, Borkowska i Styk 1995, Styk i Styk 1994].

Trwałość plantacji ślazowca oraz możliwość wykorzystania jego łydyg w przemyśle celulozowo-papierniczym i grzewczym sprawiają, że ten gatunek wyjątkowo nadaje się do rekultywacji terenów zdegradowanych chemicznie. Badany gatunek cechuje duża zdolność do gromadzenia w biomasie znacznych ilości żelaza, cynku, niklu, miedzi, chromu, kadmu, manganu, ołowiu i kobaltu. „Oczyszczanie” gleby z metali ciężkich zależy nie tylko od intensywności pobierania tych pierwiastków, ale w głównej mierze od wytworzonej masy zbieranej w postaci plonu.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dawek azotu na zawartość i pobranie Zn, Cu i Cr przez biomasę ślazowca pensylwańskiego, w II roku uprawy.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Realizację postawionego celu oparto na doświadczeniach polowych założonych w układzie całkowicie losowym na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, zaliczanej do hortizoli. Wartość pH w 1 M KCl wynosiła 6,8, zawartość węgla w związkach organicznych $13,45 \text{ g kg}^{-1}$ i azotu całkowitego $1,32 \text{ g kg}^{-1}$, stosunek C:N natomiast wynosił 10:18. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu mieściła się w granicach wartości średnich (P – 48,0; K – 105,0 mg kg^{-1} gleby). W doświadczeniu uwzględniono trzy poziomy nawożenia azotowego na tle nawożenia fosforem i potasem, tworząc następujące obiekty badawcze: I – kontrolny (bez nawożenia); II – PK (P_2O_5 80, K_2O 120); III – PK N_{50} ; IV – PK N_{100} ; V – PK N_{150} . Dawki PK i N podano w kg ha^{-1} .

Nawożenie fosforowo - potasowe zastosowano w formie superfosfatu potrójnego oraz 60-procentowej soli potasowej, nawożenie azotowe natomiast w formie saletry amonowej. W ciągu sezonu wegetacyjnego dwukrotnie (lipiec i wrzesień) z poszczególnych obiektów badawczych pobrano próbki roślin, a następnie rozdzielono je na liście i łydygi. Po zakończeniu wegetacji (po opadnięciu liści) zebrano plon całkowity łydyg i pobrano próbki, w których, po odpowiednim przygotowaniu, oznaczono całkowitą zawartość Zn, Cu i Cr metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie wzbudzoną plazmą (ICP- AES), aparatem firmy Perkin Elmer – Optima 3200RL.

Na podstawie zawartości oznaczonych pierwiastków i otrzymanego plonu biomasy roślin obliczono pobranie poszczególnych metali ciężkich.

Istotność różnic dla średnich zawartości badanych metali ciężkich w zebranym plonie oceniono, stosując analizę wariancji (test Fishera – Snedecora), a wartość NIR testem Tukey'a.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wyniki badań zawartości takich metali ciężkich, jak: cynk, miedź i chrom, zamieszczone w niniejszej pracy, uzyskano w okresie wegetacyjnym, w którym średnie wartości temperatur w maju, lipcu i sierpniu były wyższe niż temperatury wielolecia, a opady w czerwcu, lipcu i wrześniu znacznie niższe niż średnie w porównywanych miesiącach wielolecia (tab. 1).

Plon suchej masy ślazuwca pensylwańskiego podany we wcześniejszej publikacji Kalembasy i Wiśniewskiej [2006] ulegał istotnym zmianom w zależności od terminu zbioru i poziomu nawożenia.

Cynk. Zawartość cynku w biomase ślazuwca pensylwańskiego (tab. 2) była istotnie zróżnicowana pod wpływem nawożenia zarówno w łodygach, jak i w liściach tej rośliny, w każdym terminie zbioru, o czym świadczą obliczone wartości NIR. Znacznie większą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w liściach testowanej rośliny niż w łodygach. Większą (średnio dla wszystkich obiektów) koncentrację cynku stwierdzono w liściach ślazuwca zbieranych we wrześniu ($58,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), niż w liściach zbieranych w lipcu ($48,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Największą zawartość tego metalu ciężkiego zanotowano w biomase liści ślazuwca zebranych we wrześniu, z obiektu nawożonego azotem w ilości $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle nawożenia fosforem i potasem (PK), najmniej ($21,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w liściach zebranych we wrześniu z obiektu, gdzie zastosowano $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle PK. Zawartość cynku w łodygach rośliny testowej (średnio) była największa podczas zbioru lipcowego ($31,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najmniejsza ($16,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) podczas zbioru grudniowego. Najwięcej cynku stwierdzono w łodygach ślazuwca zebranego z obiektu nawożonego azotem w dawce $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w lipcu, najmniej zaś w łodygach zebranych w grudniu z obiektu, gdzie zastosowano tylko nawożenie fosforowo-potasowe ($10,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Zawartość cynku w plonie łodyg ślazuwca zmniejszała się wraz z opóźnieniem terminu zbierania próbek, co jest typowym zjawiskiem w czasie wzrostu i rozwoju [Borkowska 1996 a i b].

Pobranie cynku przez biomasę łodyg i liści ślazuwca (tab. 3) kształtowało się różnie. Najwięcej cynku (sumarycznie) pobrały liście i łodygi ślazuwca pensylwańskiego we wrześniu, na obiekcie nawożonym dawką $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle PK ($1007,0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$), najmniej natomiast w tym samym terminie z obiektu kontrolnego ($295,7 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$). Z otrzymanych obliczeń nie wynika jednoznacznie, że nawożenie azotem we wzrastających dawkach wpłynęło na zwiększenie pobrania tego pierwiastka przez biomasę ślazuwca pensylwańskiego.

Tabela 1. Średnie temperatury powietrza (°C) i sumy opadów (mm) w roku 2004 i z wielolecia wg danych ze Stacji Meteorologicznej w Siedlcach

Table 1. Means monthly temperatures and sum of precipitation in 2004 year and multiyears measured on the Meteorological Station at Siedlce

Wyszczególnienie	Rok	Miesiąc												Średnia IV–IX
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Średnie temperatury powietrza	2004	-5,6	-0,9	3,0	7,7	11,5	15,2	17,4	18,7	13,0	9,9	3,3	1,5	13,9
Średnia wieloletnia temperatura 1960–2003		-3,5	-2,4	1,5	7,5	13,3	16,2	17,8	17,2	12,7	7,8	2,6	-1,5	14,1
Suma opadów (mm)	2004	33,0	43,2	42,6	36,4	81,6	45,2	43,5	69,3	17,5	32,2	46,8	16,2	303,5

Tabela 2. Zawartość cynku w ślázowcu pensylwańskim (mg kg⁻¹) w II roku uprawy

Table 2. The content of zinc in Sida (mg kg⁻¹) in the second years of cultivation

Obiekty nawozowe	Terminy zbioru					Średnia
	lipiec		wrzesień		grudzień	
	łodyga	liść	łodyga	liść	łodyga	
Obiekt kontrolny	31,1	58,0	16,0	18,6	13,3	27,4
PK	30,9	44,6	26,7	74,5	10,6	37,5
PK + N ₅₀	32,8	26,1	26,7	72,5	17,6	35,1
PK + N ₁₀₀	28,2	42,2	20,7	21,4	22,9	27,1
PK + N ₁₅₀	33,6	71,1	18,4	107,8	19,8	50,1
Średnia	31,3	48,4	21,7	58,9	16,8	35,4
NIR _{0,05}	3,95	15,8	3,93	46,8	4,46	

Objaśnienia: – nie dotyczy.

Tabela 3. Pobranie cynku przez ślázowiec pensylwański (g ha⁻¹) w II roku uprawy

Table 3. Uptake of zinc by Sida (g ha⁻¹) in the second years of cultivation

Obiekty nawozowe	Terminy zbioru						
	lipiec			wrzesień			grudzień
	łodyga	liść	suma	łodyga	liść	suma	łodyga
Obiekt kontrolny	357,6	208,8	566,4	206,4	89,3	295,7	324,2
PK	275,0	120,4	395,8	365,8	260,7	626,5	712,5
PK + N ₅₀	328,0	75,7	403,7	256,3	152,2	408,5	659,9
PK + N ₁₀₀	327,1	130,8	457,9	360,2	646,8	1007,0	641,2
PK + N ₁₅₀	306,7	241,7	548,4	414,0	341,6	755,6	566,3

Miedź. Zawartość miedzi (tab. 4) w plonie biomasy ślázowca pensylwańskiego była zróżnicowana w zależności od zastosowanego nawożenia, z wyjątkiem plonu liści zebranych w lipcu, czego dowodzą podane wartości NIR. Średnia zawartość (ze wszystkich obiektów) tego metalu w liściach ślázowca była większa niż w łodygach. Średnia zawar-

tość miedzi w liściach ślazuwca zebranych w lipcu była nieco większa ($11,6 \text{ mg kg}^{-1}$) niż w liściach zebranych we wrześniu ($10,3 \text{ mg kg}^{-1}$).

Tabela 4. Zawartość miedzi w ślazuwcu pensylwańskim (g kg^{-1}) w II roku uprawy

Table 4. The content of cooper in Sida (g kg^{-1}) in the second years of cultivation

Obiekty nawozowe	Terminy zbioru					Średnia
	lipiec		wrzesień		grudzień	
	łodyga	liść	łodyga	liść	łodyga	
Obiekt kontrolny	3,36	10,6	4,62	7,83	2,62	5,81
PK	4,17	11,7	7,60	10,3	2,58	7,27
PK + N ₅₀	8,21	12,5	4,92	10,0	2,48	7,62
PK + N ₁₀₀	5,74	11,8	4,98	9,04	2,15	6,74
PK + N ₁₅₀	3,99	11,2	3,74	10,5	4,99	6,88
Średnia	5,16	11,6	5,17	10,3	2,96	7,04
NIR _{0,05}	1,72	n.i.	2,38	2,50	0,95	–

Objaśnienia: – nie dotyczy.

Największą zawartość miedzi ($12,5 \text{ mg kg}^{-1}$) zanotowano w liściach ślazuwca zebranych w lipcu, z obiektu nawożonego azotem w dawce 50 kg ha^{-1} na tle PK, najmniejszą natomiast w liściach zebranych we wrześniu z obiektu kontrolnego ($7,83 \text{ mg kg}^{-1}$). Najwięcej miedzi w łodygach ślazuwca ($8,21 \text{ mg kg}^{-1}$) zanotowano w lipcu na obiekcie nawożonym azotem w dawce 50 kg ha^{-1} na tle PK, najmniej natomiast w łodygach zebranych w grudniu na obiekcie, gdzie zastosowano 100 kg N ha^{-1} na tle nawożenia PK ($2,15 \text{ mg kg}^{-1}$). Zawartość miedzi w badanych częściach ślazuwca zmniejszała się w miarę opóźniania terminu zbioru.

Pobieranie miedzi przez biomasę ślazuwca pensylwańskiego (tab. 5) kształtowało się podobnie jak cynku różnie. Największe sumaryczne pobranie (liście + łodygi) miedzi z plonem biomasy ślazuwca zanotowano na obiekcie nawożonym największą dawką azotu przy zbiorze wrześniowym ($143,8 \text{ g ha}^{-1}$); nieco mniej ($142,7 \text{ g ha}^{-1}$) z plonem łodyg zebranych z tego samego obiektu w grudniu.

Tabela 5. Pobranie miedzi przez ślazuwec pensylwański (g ha^{-1}) w II roku uprawy

Table 5. The uptake of cooper by Sida (g ha^{-1}) in the second years of cultivation

Obiekty nawozowe	Terminy zbioru						
	lipiec			wrzesień			grudzień
	łodyga	liść	suma	łodyga	liść	suma	łodyga
Obiekt kontrolny	38,6	38,1	76,7	59,6	37,6	97,2	64,4
PK	37,1	31,6	68,7	104,1	36,0	140,1	49,0
PK + N ₅₀	82,1	36,2	118,3	47,2	21,0	68,2	46,6
PK + N ₁₀₀	66,6	36,6	103,2	86,2	54,2	140,8	60,2
PK + N ₁₅₀	39,1	38,1	77,2	84,1	59,7	143,8	142,7

Największe ilości tego metalu ciężkiego wyniesione zostały z plonem liści i łodyg ślázowca w terminie wrześniowym. Opóźnienie zbioru ślázowca do grudnia znacznie zmniejszyło pobranie tego pierwiastka przez testowaną roślinę.

Chrom. Zawartość chromu w plonie biomasy ślázowca pensylwańskiego (tab. 6) była istotnie zróżnicowana pod wpływem stosowanego nawożenia, z wyjątkiem zawartości w łodygach zebranych w lipcu i liściach zebranych we wrześniu, czego dowodem są obliczone wartości NIR.

Tabela 6. Zawartość chromu w ślázowcu pensylwańskim ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w II roku uprawy

Table 6. The content of chromium in Sida ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in the second years of cultivation

Obiekty nawozowe	Terminy zbioru					Średnia
	lipiec		wrzesień		grudzień	
	łodyga	liść	łodyga	liść	łodyga	
Obiekt kontrolny	0,29	0,72	0,24	0,82	0,19	0,45
PK	0,35	0,82	0,36	1,01	0,26	0,56
PK + N ₅₀	0,35	0,88	0,34	1,27	0,31	0,63
PK + N ₁₀₀	0,36	0,71	0,26	1,49	0,45	0,65
PK + N ₁₅₀	0,31	0,68	0,25	1,12	0,24	0,52
Średnia	0,33	0,76	0,41	1,14	0,29	0,58
NIR _{0,05}	n.i.	0,09	0,08	n.i.	0,19	–

Objaśnienia: – nie dotyczy.

Większą zawartość tego pierwiastka (średnio) zanotowano w liściach badanej rośliny niż w łodygach, a liście ślázowca zebrane we wrześniu zawierały znacznie więcej tego metalu (średnio $1,14 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż liście zebrane w lipcu ($0,76 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Najwięcej chromu stwierdzono w liściach ślázowca zebranych we wrześniu z obiektu nawożonego azotem w dawce $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($1,49 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), najmniej zaś w liściach zebranych w lipcu ($0,68 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) z obiektu nawożonego azotem w dawce $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle PK. Średnio więcej chromu zanotowano w łodygach ślázowca zebranych we wrześniu ($0,41 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), mniej w lipcu ($0,33 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najmniej w grudniu ($0,29 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Większe pobranie chromu (sumarycznie) przez biomasę ślázowca pensylwańskiego (tab. 7) zanotowano we wrześniu, mniejsze w grudniu, a najmniejsze w lipcu. Najwięcej tego metalu ($12,6 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) pobrała testowana roślina w grudniu, z obiektu nawożonego azotem w dawce $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle PK, najmniej ($4,67 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) łodygi zebrane w grudniu z obiektu kontrolnego.

Na podstawie otrzymanych wyników, można stwierdzić, że zastosowanie azotu w dawce $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ wpłynęło na zwiększenie pobrania omawianego pierwiastka przez biomasę ślázowca pensylwańskiego. Przedstawione w niniejszej pracy wyniki badań znajdują odzwierciedlenie we wcześniejszych badaniach nad ślázowcem pensylwańskim prowadzonych przez Borkowską [1994a, 1996 a i b] oraz Borkowską i in. [1996].

Tabela 7. Pobranie chromu przez ślázowiec pensylwański (g ha^{-1}) w II roku uprawy**Table 7.** The uptake of chromium by *Sida* (g ha^{-1}) in the second years of cultivation

Obiekty nawozowe	Terminy zbioru						
	lipiec			wrzesień			grudzień
	łodyga	liść	suma	łodyga	liść	suma	łodyga
Obiekt kontrolny	3,33	2,59	5,92	3,09	3,94	7,03	4,67
PK	3,11	2,21	5,32	4,93	3,53	8,46	4,94
PK + N ₅₀	3,50	2,55	6,05	3,26	2,67	5,93	5,83
PK + N ₁₀₀	4,17	2,20	6,37	4,52	6,72	11,2	9,30
PK + N ₁₅₀	3,04	2,31	5,35	5,62	6,62	12,2	6,86

4. WNIOSKI

1. Zawartość cynku w biomase liści i łodyg ślázowca pensylwańskiego istotnie różnicowało zastosowane nawożenie we wszystkich terminach badań, największe natomiast pobranie tego pierwiastka zanotowano w terminie wrześniowym, na obiektach nawożonych azotem w dawce 100 kg ha^{-1} .
2. Znacznie większą zawartość miedzi stwierdzono w biomase liści ślázowca niż łodyg, a największe sumaryczne wartości pobrania tego metalu stwierdzono we wrześniu, przy wyższych dawkach azotu (100 i 150 kg ha^{-1}).
3. Większą zawartość chromu zanotowano w biomase liści ślázowca niż w biomase łodyg, a największe wartości pobrania tego składnika zanotowano w terminie wrześniowym, przy największych dawkach azotu.

PIŚMIENICTWO

- BABICZ W.J., LUBICZ A.F. 1980. *Sida* wieloletnia – perspektywiczna, wysokobielkowa krowaja kultura. Mież. Tier. Centr. Naucz. Tiech. Inf., Krasnodar: 1–4.
- BORKOWSKA H. 1994. Skład chemiczny liści sidy na tle niektórych roślin stosowanych w żywieniu królików. Biul. Naukowy Przem. Pasz. 1: 27–30.
- BORKOWSKA H. 1996a. Zawartość niektórych pierwiastków w zielonce ślázowca pensylwańskiego w zależności od poziomu nawożenia azotowego i potasowego. Zesz. Probl. PNR 434, cz. I: 237–241.
- BORKOWSKA H. 1996b. Wpływ nawożenia azotowego i potasowego na wysokość i jakość plonów zielonki ślázowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby). Ann. UMCS, s. E, 51: 63–70.
- BORKOWSKA H., JACKOWSKA I., PIOTROWSKI J., STYK B. 1996. Wstępna ocena przydatności kilku gatunków roślin wieloletnich do rekultywacji osadów pościekowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 437: 103–107.

- BORKOWSKA H., STYK B. 1995. Ślazowiec pensylwański (sida) potencjalny surowiec dla przemysłu celulozowo- papierniczego. II Kraj. Konf. Nauk. Las-Drewno-Ekologia Cz. I: 137–139.
- DMITRASZKO P.I. 1967. Cinna sirowina dla celulozo-papierowej promiślowości. Ukr. Żur. 24: 3, 93–94.
- KALEMBASA S., WIŚNIEWSKA B. 2006. Wpływ dawek azotu na plon biomasy ślazowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) oraz zawartość w niej makroelementów. Acta Agrophysica vol. 8(1): 139, 127–138.
- STYK B., STYK W. 1994. Ślazowiec pensylwański – surowiec energetyczny. Ann. UMCS, s. E, v. XLIX: 85.
- WAWIŁOW P. P., KONDRATIEW A. A. 1975. Nowyje kormowyje kultury. Moskwa.