

ELŻBIETA BOLIGŁOWA^{*}, STANISŁAW DZIENIA^{**}

WPLYW DOLISTNEGO DOKARMIANIA NA PLONOWANIE I ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W ZIEMNIAKU W FAZIE KWITNIENIA

^{*}Zakład Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza w Krakowie

^{**}Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Szczecinie

WSTĘP

Nawożenie jest czynnikiem agrotechnicznym, który najsilniej modyfikuje wzrost i rozwój ziemniaka, a przede wszystkim plon bulw i ich jakość. Specyfika rozwoju tej rośliny ma zasadniczy wpływ na potrzeby pokarmowe oraz rytm pobierania składników pokarmowych przez części nadziemne i bulwy.

W dotychczasowej literaturze jest wiele opracowań naukowych dotyczących wpływu nawożenia mineralnego w formie stałej na plonowanie oraz skład chemiczny bulw i części nadziemnych ziemniaka [Bergmann, Neubert 1976; Soltanpour, Cole 1978; Fotyma 1979; Dziekanowski i in. 1992; Brogowski in. 1993]. Natomiast dolistne dokarmianie jest zagadnieniem nowym, może ono uzupełniać i rekompensować niedobór składników pokarmowych w okresie wegetacji, zwłaszcza w sytuacjach niekorzystnych, stresowych dla rośliny [Müller 1986; Czuba 1991, 1993; Dębowski 1991; Jabłoński 1992; Faber, Kęsik 1992; Boligłowa 1995; Grzeškiewicz, Trawczyński 1998]. Można go też łączyć ze środkami ochrony roślin, przez co obniża się koszt uprawy i zmniejsza zanieczyszczenie środowiska. Ponadto Bodlaender [1981] stwierdził, że dolistne dokarmianie może powodować nadmierny rozwój części nadziemnych ziemniaka oraz zmniejszać jego plonowanie.

Celem badań było określenie wpływu dolistnego dokarmiania na wielkość powierzchni asymilacyjnej liści, masę części nadziemnych i zawartość w nich makroelementów oraz związku między plonem bulw i zawartością skrobi, a zawartością makroelementów w liściach, łodygach, stolonach oraz bulwach w okresie kwitnienia.

ZAKRES I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1990–1991 w RZD Zawady k/Siedlec, w układzie *split-plot*, na glebie kompleksu żytnejego dobrego. W przy-

padku dwóch odmian: Darga – średniowczesna i Marta – średniopóźna porównywano następujące obiekty:

- A. $1 \times 33,2 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ pogłównie w formie stałej (7 dni po wytworzeniu pędów bocznych),
 B. $4 \times 8,3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie 6% wodnego roztworu (wytworzenie pędów bocznych, 7 dni po pierwszym oprysku, początek zwierania międzyrzędzi, początek kwitnienia),
 C. $4 \times 1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ Agrosol-K w wodzie (w tych samych fazach rozwojowych, jak w obiekcie B),
 D. $2 \times 8,3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie 6% wodnego roztworu + $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ Agrosol - K (7 dni po wytworzeniu pędów bocznych, początek kwitnienia),
 E. $3 \times 8,3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie 6% wodnego roztworu (7 dni po wytworzeniu pędów bocznych, początek zwierania międzyrzędzi, początek kwitnienia),
 F. $3 \times 8,3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie 6% wodnego roztworu + $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ Agrosol-K (w tych samych fazach rozwojowych, jak w obiekcie E).

Do dolistnego dokarmiania użyto 6% wodny roztwór mocznika i Agrosol-K (nawóz wieloskładnikowy).

Ziemniaki uprawiano po roślinach zbożowych. Jesienią stosowano obornik w dawce $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz nawozy fosforowe ($60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$) i potasowe ($90 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$). Uprawa roli i pielęgnacja była typowa dla tej rośliny. Podstawowe nawożenie azotowe w dawce $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stosowano wiosną przed sadzeniem bulw.

W okresie pełni kwitnienia oznaczono:

– powierzchnię asymilacyjną liści wg niżej podanego wzoru:

$$P_{AL} = 10\pi r^2 \frac{\bar{m}_l}{\bar{m}}$$

gdzie:

P_{AL} – powierzchnia asymilacyjna liści,

r – promień koła wycinków liści,

\bar{m}_l – średnia masa liści z rośliny,

\bar{m} – średnia masa 10 wycinków liści.

– masę części nadziemnych i zawartość w nich makroelementów.

W suchej masie liści, łodyg, stolonów i bulw oznaczono: zawartość azotu (ogółem) – metodą Kjeldahla, fosforu – metodą wanadowo-molibdenową, potasu i wapnia – metodą fotometrii płomieniowej oraz magnezu – metodą absorpcji spektrofotometrii atomowej (ASA). Po zbiorze określono plon bulw i zawartość skrobi.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Ponadto określono zależność między plonem bulw oraz zawartością skrobi a składem chemicznym części ziemniaka przy pomocy współczynników korelacji prostych.

WYNIKI

Niezależnie od odmiany dokarmianie mocznikiem i Agrosolem-K nie różnicowało istotnie powierzchni asymilacyjnej liści ziemniaka, świeżej masy części

TABELA 1. Średnie wartości niektórych cech dwóch odmian ziemniaka pod wpływem dolistnego dokarmiania

TABLE 1. The mean values of some biological features two cultivars of potato after the foliar application

Obiekty Treatments	Powierzchnia asymilacyjna liści [m ² · 10 ⁻² /roślinę] Assimilation area [m · 10 ¹ /1 plant]	Świeża masa części nadziemnych [g/roślinę] Fresh matter of aboveground parts [g/1 plant]	Plon bulw [t · ha ⁻¹] Yield of tubers [t · ha ⁻¹]	Zawartość skrobi [%] Content of starch [%]
A	128,37	853,30	35,21	16,57
B	125,10	832,10	35,65	16,54
C	126,54	867,20	37,21	17,42
D	119,11	794,30	37,60	16,50
E	119,62	845,20	34,80	16,22
F	117,23	790,30	36,28	16,57
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	r.n.–n.s.	r.n.–n.s.	r.n.–n.s.	0,75

r.n. – różnica nieistotna – n.s. – non significant difference

A, B, C, D, E, F – jak w metodyce – as in the method

nadziemnych oraz plonu bulw (tab. 1). Jednak uzyskane wyniki wskazują tendencję wzrostu plonu bulw (ok. 7%) pod wpływem dwukrotnego podania roślinom 6% wodnego roztworu mocznika w połączeniu z Agrosolem-K w porównaniu z nawożeniem pogłównym mocznikiem w formie stałej w dawce 33 kg N · ha⁻¹. Natomiast dokarmianie roślin przyczyniło się istotnie do wzrostu zawartości skrobi. W przypadku czterokrotnego traktowania ziemniaka Agrosolem-K, zwiększa ta w stosunku do nawożenia pogłównego wynosiła 0,85%. Analiza wariancji nie wykazała istotnych interakcji.

Zawartość makroelementów w poszczególnych częściach ziemniaka podlegała zmianom w okresie jego wzrostu i rozwoju. W liściach i łodygach stwierdzono wyższe zawartości N, P, K, Ca, i Mg niż w częściach podziemnych – stolonach i

TABELA 2. Średnia zawartość makroelementów w różnych częściach ziemniaka w pełni kwitnienia [% s.m.]

TABLE 2. The mean content of macroelements in parts of potato in full flowering [% d.m.]

Części rośliny Parts of plant	Makroelementy – Macroelements				
	N	P	K	Ca	Mg
Części nadziemne – Aboveground parts					
Liście – Leaves	4,867	0,494	4,900	1,555	0,349
Łodygi – Stems	2,752	0,458	9,222	1,518	0,203
Części podziemne – Underground parts					
Stolony – Stolons	2,015	0,549	3,824	1,060	0,106
Bulwy – Tubers	1,822	0,345	2,745	0,143	0,093
Zawartość w dojrzałości pełnej bulw The content in full maturity of tubers	1,770	0,298	2,202	0,077	0,110

TABELA 3. Stosunki równoważnikowe w poszczególnych częściach ziemniaka
TABLE 3. The nutrient ratio in parts of potato

Części rośliny Parts of plant	K:(Ca+Mg)
Liście – Leaves	1,179
Łodygi – Stems	2,538
Stolony – Stolons	2,538
Bulwy – Tubers	4,667
Bulwy w dojrzałości pełnej Tubers in full maturity	4,308

bulwach (tab. 2). Jednak najmniejsze zawartości składników mineralnych notowano w bulwach w pełnej dojrzałości (po zaschnięciu liści).

W okresie kwitnienia, jedynie w łodygach gromadziło się najwięcej potasu. Natomiast zawartość fosforu oraz wapnia w liściach utrzymywała się na podobnym poziomie jak w łodygach. Pod wpływem dolistnego dokarmiania, zawartość azotu i magnezu w liściach była wystarczająca do prawidłowego wzrostu i rozwoju ziemniaka.

Uzyskane wyniki wskazują, że dolistne dokarmianie sprzyjało gromadzeniu potasu, wapnia, magnezu głównie w łodygach, a następnie w liściach. Natomiast azotu i fosforu odwrotnie, przede wszystkim w liściach. Analiza poszczególnych części ziemniaka w okresie pełni kwitnienia wskazuje, że w momencie tworzenia się bulw zaczynają pojawiać się nieprawidłowe stosunki równoważnikowe (tab. 3). Obliczone współczynniki korelacji prostej pokazały dodatnią zależność mię-

TABELA 4. Współczynniki korelacji prostej między plonowaniem a zawartością makroelementów w różnych częściach ziemniaków w pełni kwitnienia niezależnie od odmiany
TABLE 4. Simple correlation coefficients between yield and the content of macroelements in different parts of plant in full flowering

Makroelementy Macroelements	Części rośliny Parts of plant	Plon bulw [t · ha ⁻¹] Yield of tubers [t · ha ⁻¹]	Zawartość skrobi [%] Content of starch [%]
N – ogółem N – total	Liście – Leaves	0,036	-0,244
	Łodygi – Stems	-0,519*	0,611*
	Stolony – Stolons	0,582*	-0,550*
	Bulwy – Tubers	0,497*	-0,558*
P	Liście – Leaves	0,605*	-0,702*
	Łodygi – Stems	0,529*	-0,626*
	Stolony – Stolons	0,648*	-0,726*
	Bulwy – Tubers	0,724*	-0,743*
K	Liście – Leaves	0,681*	-0,688*
	Łodygi – Stems	0,549*	-0,410*
	Stolony – Stolons	0,776*	-0,863*
	Bulwy – Tubers	0,652*	-0,779*
Ca	Liście – Leaves	-0,264	0,435*
	Łodygi – Stems	-0,074	0,287
	Stolony – Stolons	0,698*	-0,637*
	Bulwy – Tubers	0,548*	-0,478*
Mg	Liście – Leaves	0,698*	-0,624*
	Łodygi – Stems	-0,673*	0,850*
	Stolony – Stolons	0,710*	-0,671*
	Bulwy – Tubers	0,582*	-0,709*

Różnica istotna – 0,05 – Significant difference – 0,05

dzy zawartością N, Ca i Mg w stolonach i bulwach a plonem bulw, a ujemną w odniesieniu do zawartości w nich skrobi (tab. 4). Oznacza to, że stwierdzone ilości tych pierwiastków w częściach podziemnych ziemniaka w okresie największego zapotrzebowania na składniki mineralne sprzyjały tworzeniu plonu bulw, ale nie gromadzeniu skrobi. Natomiast zawartość skrobi w bulwach, w tym okresie wzrostu i rozwoju ziemniaka, zależała od azotu i magnezu nagromadzonego w łodygach, a wapnia w liściach i łodygach.

Zawartość fosforu i potasu we wszystkich analizowanych organach w sposób istotny powodowała wzrost plonu bulw, lecz składniki te (P, K) były ujemnie skorelowane z zawartością skrobi w bulwach pełnej dojrzałości.

DYSKUSJA

Ziemniak o dobrze rozwiniętej masie części nadziemnej daje zwykle wyższe plony bulw. Jednak nieprawidłowe nawożenie, zwłaszcza niedostosowane dolistne dokarmianie azotem do gatunku i fazy rozwojowej rośliny, doprowadza do zachwiania prawidłowego metabolizmu, a w konsekwencji zmniejszenia plonu bulw przy równoczesnym nadmiernym rozwoju organów nadziemnych. Uzyskane wyniki badań własnych nie są zgodne z doniesieniami Bodlaendera [1981], ponieważ dolistne dokarmianie nie powodowało – przeciwnie niż w jego badaniach – nadmiernego wzrostu części nadziemnych. Porównywane obiekty dolistnego dokarmiania nie różnicowały istotnie powierzchni asymilacyjnej liści, masy części nadziemnych oraz plonu bulw. Jednak odnotowano tendencję wzrostu plonu bulw pod wpływem dwukrotnego stosowania 6% wodnego roztworu mocznika w połączeniu z Agrosolem-K. Rezultaty badań własnych potwierdziły spostrzeżenia Müllera [1984 i 1986], Czuby [1991], Dębowskiego [1991], Fabera i Kęsika [1992], Jabłońskiego [1992], Czuby [1993]; Boligłowy [1995] oraz Grześkiewicza i Trawczyńskiego [1998].

Zdania autorów wielu prac są podzielone, jeżeli chodzi o wpływ dolistnego dokarmiania na zawartość skrobi. W badaniach własnych stwierdzono istotny wzrost zawartości skrobi pod wpływem czterokrotnego podawania roślinom na liście nawozu wieloskładnikowego (Agrosolu-K). Efekty te znalazły potwierdzenie w pracach Müllera [1986] i Jabłońskiego [1992]. W okresie największego zapotrzebowania na składniki pokarmowe (kwitnienie) zarówno w częściach nadziemnych, jak i podziemnych nie odnotowano większych odchyłeń w zawartości N, P, K, Ca, Mg w porównaniu z danymi literaturowymi dotyczącymi nawożenia w formie stałej [Bergmann, Neubert 1976, Fotyma 1979, Dziekanowski i in. 1992]. Jedyne w łodygach stwierdzono wysoką zawartość potasu. Podobnego zdania jest także Fotyma [1979]. Należy dodać, że stosowany Agrosol-K w swoim składzie chemicznym nie zawiera między innymi potasu. Oznacza to, że stosując dolistne dokarmianie wodnym roztworem mocznika i Agrosolem-K następuje silne pobieranie tego pierwiastka z gleby przez system korzeniowy. W badaniach własnych obserwowano wyższą zawartość potasu, wapnia, magnezu w liściach i łodygach niż azotu i fosforu. Podobne wyniki uzyskali Fotyma [1979], Soltanpour i Cole [1978]. Ponadto w okresie kwitnienia w częściach nadziemnych odnotowano najlepiej zrównoważone stosunki K: (Ca + Mg) przeciwnie niż w częściach podziemnych, a zawartości wszystkich analizowanych pierwiastków malały w następującej kolejności: liście > łodygi > stolony > bulwy. Rezultaty te potwierdzają także Brogowski i in. [1993].

W okresie kwitnienia wykazano także dodatni związek między plonem bulw a zawartością N, Ca i Mg w stolonach i bulwach. Z kolei zawartość skrobi w istotny sposób zależała od ilości azotu i magnezu zgromadzonego w łodygach. Podobne rezultaty uzyskała Boligłowa [1995]. Natomiast fosfor i potas we wszystkich częściach rośliny dodatnio wpływał na plon bulw, a ujemnie na gromadzenie skrobi.

WNIOSKI

1. W okresie kwitnienia stwierdzono wyższe zawartości makroelementów w liściach i łodygach niż stolonach i bulwach.
2. Stwierdzono dodatnią korelację między plonem bulw a zawartością N, Ca i Mg w stolonach oraz bulwach, a ujemną między zawartością skrobi a ilością N i Mg w łodygach.
3. Zawartość fosforu i potasu w częściach nadziemnych i podziemnych powodowała istotny wzrost plonu bulw i zmniejszenie zawartości skrobi.
4. Czterokrotne stosowanie Agrosolu-K istotnie zwiększało zawartość skrobi w bulwach.
5. Dolistne dokarmianie ziemniaka 6% wodnym roztworem mocznika i Agrosolem-K nie wpływało istotnie na powierzchnię asymilacyjną liści, masę części nadziemnych i plon bulw.

LITERATURA

- BERGMANN W., NEUBERT P. 1976: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BOLIGŁOWA E. 1995: Wpływ dolistnego dokarmiania na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. WSR-P Siedlce, Rozprawa hab. nr 41.
- BODLAENDER K.B.A. 1981: The role of nitrogen in different periods of the development of the potato. *Potato Res.* 24,2: 221–222.
- BROGOWSKI Z., GAWROŃSKA-KULESZA A., MACIASZEK D., SUWARA J. 1993: Stan równowagi jonowej w różnych fazach rozwojowych niektórych gatunków roślin uprawnych. Cz.I. Ziemniak odmiany Sokół. *Rocz. Nauk Rol.*, Ser. A, 109, 4: 41–47.
- CZUBA R. 1991: Technologia dolistnego dokarmiania roślin uprawy polowej. Dokarmianie dolistne w systemie nawożenia roślin uprawy polowej. Krajowa Konf. Nauk.-Tech., Wrocław: 7–20.
- CZUBA R. 1993: Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz.I. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu. *Rocz. Glebozn.*, 44, 3/4: 69–78.
- DĘBOWSKI M. 1991: Efekty produkcyjne dolistnego dokarmiania roślin w systemie wdrożeń na przykładzie przedsiębiorstw rolnych Dolnego Śląska. Dokarmianie dolistne w systemie nawożenia roślin uprawy polowej. Krajowa Konf. Nauk.-Tech., Wrocław: 113–125.
- DZIEKANOWSKI A., CIEĆKO Z., NOWAK G. 1992: Zawartość podstawowych makro- i mikroelementów w bulwach ziemniaka w zależności od poziomu nawożenia potasem. *Acta Acad. Agricult. AC Tech. Olstenensis* 54: 117–126.
- FOTYMA E. 1979: Pobieranie składników mineralnych przez ziemniaki w zależności od nawożenia azotem. *Ziemniak*, 129–156.
- FABER A., KĘSIK K. 1992: Ocena skuteczności dolistnego dokarmiania roślin wieloskładnikowymi nawozami płynnymi typu Wuxal. IUNG, Puławy: 5–27.

- GRZEŚKIEWICZ H., TRAWCZYŃSKI C. 1998: Dolistne stosowanie nawozów wieloskładnikowych w uprawie ziemniaka. *Fol. Univ. Agric. Stetin* 190 Zesz. Nauk. AR Szczecin, *Agricultura* 72: 75–80.
- JABŁOŃSKI K. 1992: Dolistne nawożenie ziemniaków. *Ziemniak Polski*. 2:17–21.
- MÜLLER K. 1984: Einsatz der ertragsstabilisierenden und qualitätsverbessernden Blattausgleichsdüngung im intensiv betriebenen Kartoffelbau. *Kartoffelbau Jg.* 35. 6: 274–275.
- MÜLLER K. 1986: The effect of foliar fertilization on the yield and quality of different crops. Foliar Fertilization. Ed. A. Alexander. M. Nijhoff Pub., Dordrecht: 434–452.
- SOLTANPOUR P.N., COLE C.V. 1978: Ionic balance and growth of potatoes as affected by N plus P fertilization. *Am Pot. J.* 55, 549–560.

Elżbieta Boligłowa^{*}, Stanisław Dzienia^{**}

THE INFLUENCE OF FOLIAR NUTRITION ON THE YIELD AND MACROELEMENTS CONTENT IN THE POTATO DURING FLOWERING

^{*}Department of Environmental Protection, Agricultural University of Kraków
^{**}Department of Soil and Plant Cultivation, Agricultural University of Szczecin

SUMMARY

The field experiments were conducted in 1990–1991 on a good-rye-soil-complex at the experimental Station Zawady near Siedlce to evaluate the effect of foliar nutrition with 6% of urea water solution and Agrosol-K on the tubers yield and macroelement contents in the tops, stolons and of potato tubers during flowering. Results have proved that foliar nutrition of potatoes with either 6% of urea water solution or Agrosol-K does not cause any significant changes in the leaf assimilation area or in the weight of the tops. However, Agrosol-K applied on leaves favours starch accumulation and tubers yield formation. During flowering higher contents of macroelements were detected in the leaves and potato stalks than in stolons and tubers. Moreover a positive correlation was found between tuber yield and N, Ca and Mg contents in stolons and tubers, where as a negative between content starch in tubers and N and Mg in the stalks. On the other hand phosphorus and potassium have caused significant increase in tubers yield but had no effect on starch accumulation.

Praca wpłynęła do redakcji w styczniu 1999 r.

*Dr hab. Elżbieta Boligłowa
Zakład Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnica w Krakowie
31-120 Kraków, Al. Mickiewicza 21*

