

ODDZIAŁYWANIE NAWOŻENIA DOLISTNEGO NAWOZAMI MAKRO- I MIKROELEMENTOWYMI NA PŁONOWANIE I STRUKTURĘ PŁONU KILKU ODMIAN ZIEMNIAKA

BERNADETTA BIENIA¹, BARBARA SAWICKA², BARBARA KROCHMAL-MARCZAK¹

¹*Zakład Produkcji i Bezpieczeństwa Żywności, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława
Pigonia w Krośnie, ul. Dmochowskiego 12, 38-400 Krosno*

²*Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin*

Synopsis. Celem badań było określenie wpływu nawozów dolistnych z zawartością makro- i mikroelementów, stosowanych w formie chelatów, na plonowanie kilku odmian ziemniaka. Badania oparto na 3-letnim (2013–2015) doświadczeniu polowym przeprowadzonym w woj. podkarpackim (49°40' N, 21°54' E), na glebie brunatnej, lekko kwaśnej. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, gdzie czynnikami I rzędu było nawożenie dolistne następującymi nawozami: Fortis Zn Mn + Fortis Aminotop (A), Fortis B Mo + Ferti Agro (B), Fortis Zn Mn + Fortis B Mo (C) i obiekt kontrolny (0) bez nawożenia dolistnego. Czynniki II rzędu były odmiany ziemniaka z wszystkich klas wczesności (Viviana, Vineta, Jelly, Agnes). Podczas zbioru oznaczono plon bulw i jego strukturę. Aplikacja dolistna nawozów, wszystkich kombinacji, przyczyniła się do zwiększenia plonu ogólnego i handlowego bulw. Reakcja odmian na zastosowane nawożenie była zróżnicowana. Najplenniejszą okazała się wczesna odmiana Vineta, która wytworzyła największą, ogólną masę plonu i plon bulw handlowych, najmniej plenną była średnio wczesna odmiana Agnes.

Słowa kluczowe: ziemniak, nawożenie dolistne, odmiany, plon, struktura plonu

WSTĘP

Jednym z elementów stosowanych w nowoczesnej agrotechnice ziemniaka jest nawożenie dolistne. Ma ono szczególne znaczenie w sytuacji utrudnionego pobierania składników pokarmowych z gleby. Stanowi, bowiem alternatywny sposób dostarczenia roślinom brakujących makro- i mikrośladników. Nawożenie dolistne jest najbardziej efektywnym sposobem dostarczenia roślinie mikroelementów i pierwiastków śladowych. Polega ono na skrapianiu liści rozcieńczonym roztworem soli mineralnych lub chelatem z dodatkiem środka obniżającego napięcie powierzchniowe [Fernandez i in. 2013, Mousavi i in. 2007, Singh i in. 2013, Trzczyński 2014a, 2015, Villa i in. 2011]. Nawożenie dolistne pozwala na korygowanie złego stanu odżywienia roślin [Fageria i in. 2009, Fernandez i in. 2013, Singh i in. 2013]. Najważniejsza funkcja, jaką spełnia dokarmianie dolistne, polega na interwencyjnym uzupełnianiu niedoboru składników w okresie wegetacji, wywołanego różnymi przyczynami, m.in. intensywnym rozwojem roślin, suszą, błędami agrotechnicznymi itp. W opinii Szewczuka i Sugier [2009] rośliny najlepiej pobierają składniki pokarmowe w okresie ich intensywnego wzrostu i rozwoju,

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* bernadetta.bienia@pwsz.krosno.pl

gdyż starsze rośliny są bardziej tolerancyjne na wyższe stężenia soli, w porównaniu z młodszymi. Tempo absorpcji środków chemicznych stosowanych na liście zmniejsza się bowiem wraz z wiekiem liści. Starsze liście nie są zdolne do przekazywania składników odżywczych po dojrzaniu [Fernandez i in. 2013]. Nadal jednak nie jest dobrze wyjaśniona rola nawozów dolistnych stosowanych w formie chelatów, na wzrost i plon ziemniaka.

Celem badań było określenie wpływu nawozów dolistnych z zawartością makro- i mikroelementów, stosowanych w formie chelatów, na plonowanie kilku odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

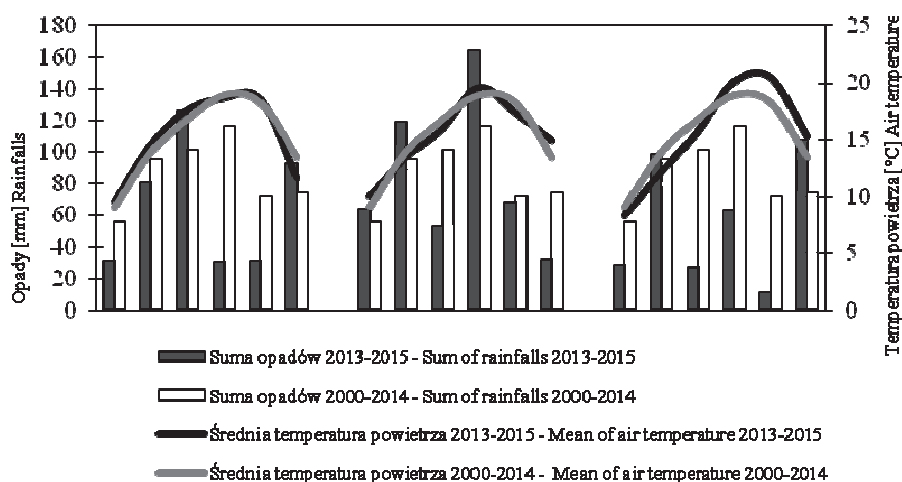
Badania oparto na 3-letnim (2013–2015) doświadczeniu polowym przeprowadzonym w gospodarstwie rolnym w Haczowie, w woj. podkarpackim (49°40' N, 21°54' E) na wysokości 284 m n.p.m., na glebie brunatnej, lekko kwaśnej. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, gdzie czynnikami I rzędu było nawożenie dolistne następującymi nawozami: Fortis Zn Mn + Fortis Aminotop (A), Fortis B Mo + Ferti Agro (B), Fortis Zn Mn + Fortis B Mo (C) i obiekt kontrolny (0) bez nawożenia dolistnego, zaś czynnikami drugiego rzędu były odmiany ziemniaka z różnych klas wczesności (Viviana, Vineta, Jelly, Agnes). Doświadczenie przeprowadzono zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Jesienią zastosowano nawożenie obornikiem w dawce 25 t·ha⁻¹ oraz nawożenie fosforowo-potasowe w ilości: 44 kg P i 124 kg K·ha⁻¹. Nawożenie azotem, w dawce 80 kg N·ha⁻¹ wniesiono wiosną, przed sadzeniem. Materiał sadzeniakowy w stopniu C/A wysadzano w trzeciej dekadzie kwietnia, w rozstawie 70 x 38 cm. Nawozy dolistne stosowano zgodnie z zaleceniami producentów, począwszy od trzeciej dekady maja (faza BBCH 29) aż do początku tworzenia owoców (faza BBCH 71).

W czasie wegetacji ziemniaka prowadzono zabiegi pielęgnacyjne, mechaniczno-chemiczne, przeciwko chwastom, polegające na obredleniu tuż przed wschodami, a następnie na świeżo obredloną glebę i uformowane redliny stosowano preparat Plateen 41,5 WG (metrybuzyna 17,5% + flufenacet 24%), w dawce 2 kg·ha⁻¹. Prowadzono także ochronę przeciwko zarazie ziemniaka i stonce ziemniaczanej, zgodnie z zaleceniami IOR-PIB. Zbiór bulw wykonano w okresie dojrzałości technicznej, w trzeciej dekadzie sierpnia (odmiany bardzo wczesne i wczesne) i w drugiej dekadzie września (odmiany średnio wczesne i średnio późne). Podczas zbioru oznaczono plon ogólny i handlowy bulw. Jako handlowe potraktowano bulwy o średnicy >40 mm. Ich udział w plonie ogólnym wyliczono z przeprowadzonej podczas zbioru struktury masy bulw.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie wariancji (ANOVA) oraz przeprowadzono wielokrotne testy t-Tukeya. Testy porównań wielokrotnych umożliwiły szczegółowe analizy porównawcze średnich, poprzez wyodrębnianie jednorodnych statystycznie grup średnich (grupy homogeniczne) oraz wyznaczanie tzw. najmniejszych istotnych różnic średnich, które przy testach Tukeya oznaczane są przez HSD (Tukeys Honest Significant Difference). Przyjęto poziom istotności $\alpha=0,05$.

Warunki meteorologiczne w latach badań były zróżnicowane. Rok 2013 charakteryzował się suchym latem, ale bardzo mokrym wrześniem, w 2014 roku odnotowano nadmiar opadów, zaś rok 2015 odznaczał się znacznym niedoborem opadów w okresie wegetacji ziemniaka (rys. 1).

Zasobność gleby w przyswajalny fosfor i potas była średnia (12,4 mg P₂O₅·100 g⁻¹ gleby, 20,1 mg K₂O·100 g⁻¹ gleby), w magnez bardzo wysoka (19,7 mg Mg·100 g⁻¹ gleby), w miedź – średnia (5,6 mg Cu·kg⁻¹ gleby), w mangan, żelazo i cynk również średnia i wynosiła odpowiednio 174,8 mg Mn·kg⁻¹ gleby, 1585 mg Fe·kg⁻¹ gleby, 14,4 mg Zn·kg⁻¹ gleby. Zawartość próchnicy w warstwie ornej wynosiła średnio 2,66% (tab. 1).



Rys. 1. Przebieg opadów i temperatury w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2013–2015, na tle średniej wieloletniej opadów i temperatur w latach 2000–2014, wg danych Stacji Hydrologiczno-Meteorologicznej IMGW-PIB w Krośnie

Fig. 1. Rainfalls and temperature in the potato vegetation season in the years 2013–2015, against the average annual rainfalls and temperature in the years 2000–2014, according to data of the Hydrographic and Meteorological Station IMGW-PIB in Krosno

Tabela 1. Zawartość przyswajalnych form makro- mikroelementów oraz próchnicy i odczyn gleby
Table 1. The content of available forms of macro- and micronutrients, content of humus and pH of soil

Lata Years	Makroelementy Macronutrients (mg·100 g ⁻¹ gleby/soil)			CaCO ₃ (%)	Próchnica Humus (%)	pH (KCl)	Mikroelementy Micronutrients (mg·100 g ⁻¹ gleby/soil)			
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg				Cu	Mn	Zn	Fe
2013	12,6	20,0	19,7	0,02	2,71	5,66	5,6	175	14,3	1591
2014	12,0	20,0	19,5	0,02	2,55	5,70	5,9	174	14,5	1575
2015	12,5	20,2	19,9	0,01	2,72	5,70	5,3	175	14,4	1589
Średnia/Mean	12,4	20,1	19,7	0,02	2,66	5,69	5,6	175	14,4	1585

WYNIKI BADAŃ

Aplikacja nawożenia dolistnego różnicowała istotnie plon bulw. Najwyższy przyrost plonu, pod wpływem tego zabiegu, nastąpił po zastosowaniu kombinacji nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop, w której przyrost plonu bulw był o 13,8% wyższy, niż w obiekcie standardowym (tab. 2). Aplikacjami, które spowodowały istotne zwiększenie plonu były: Fortis

Tabela 2. Wpływ odmian i nawożenia dolistnego na plon ogólny, udział i plon handlowy bulw ziemniaka
 Table 2. Effect of foliar fertilization and cultivars on total yield, share of commercial tubers and commercial yield

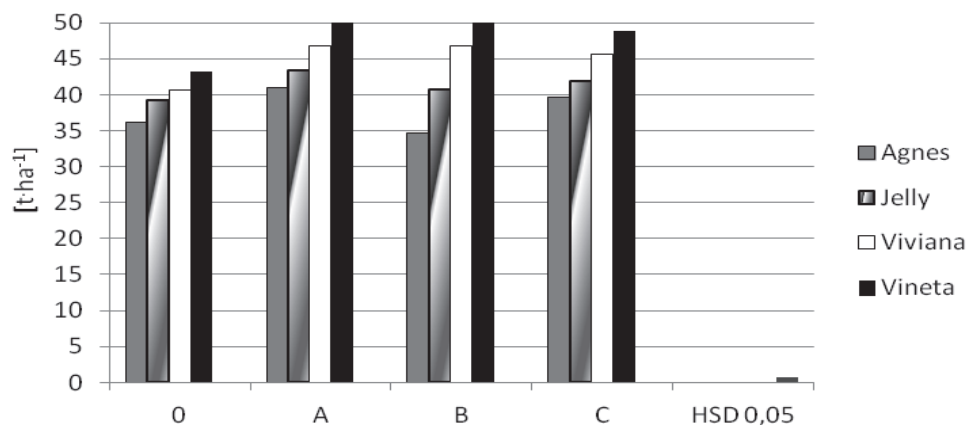
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Plon bulw ogółem Total yield of tubers (t·ha ⁻¹)	Plon bulw handlowych Commercial yield of tubers (t·ha ⁻¹)	Udział bulw handlowych The share of commercial tubers (%)
Nawożenie Fertilization	0*	39,9	37,0	92,8
	A	45,4	43,5	95,9
	B	43,7	41,1	93,9
	C	44,0	41,9	94,8
	HSD _{0,05}	0,3	0,4	0,4
Odmiany Cultivars	Agnes	37,9	35,3	92,9
	Jelly	41,3	39,1	94,7
	Viviana	45,0	42,4	94,4
	Vineta	49,0	46,6	95,5
	HSD _{0,05}	0,3	0,4	0,4
Lata Years	2013	41,2	93,8	38,7
	2014	49,8	93,1	46,7
	2015	38,6	96,2	37,2
	HSD _{0,05}	0,2	0,4	0,3
Średnia – Mean		43,2	94,4	40,9
RSD (%)		1,1	1,4	0,9

*0 – obiekt standardowy bez nawożenia dolistnego/standard object without foliar fertilization; A – Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop; B – Fortis B Mo + Ferti Agro; C – Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo

Duotop Zn Mn + Fortis B Mo (wzrost o 10,5%), zaś najniższy przyrost plonu zaobserwowano w przypadku stosowania nawozów Fortis B Mo + Ferti Agro (o 9,8%).

Badane odmiany decydowały w największym stopniu o masie plonu. Pod względem wielkości tej cechy, można je uszeregować następująco: Vineta > Viviana > Jelly > Agnes. Odmiana Vineta plonowała prawie o 30%, zaś Viviana o 18,7% wyżej niż odmiana Agnes (tab. 2). Warunki atmosferyczne w latach badań istotnie determinowały wielkość plonu ogółem. Najwyższą wartość tej cechy uzyskano w 2014, wilgotnym i ciepłym roku, zaś najniższą – w 2015, skrajnie suchym roku.

Odmiany wykazały zróżnicowaną reakcję na nawożenie dolistne (rys. 2). Odmiana Agnes najkorzystniej reagowała na nawożenie preparatami Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop, następnie Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo. W przypadku stosowania kombinacji nawozów Fortis B Mo + Ferti Agro zaobserwowano spadek plonu ogólnego, w porównaniu z obiektem standardowym. W przypadku odmiany Jelly największy przyrost plonu uzyskano stosując Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop (28,2%), a mniejszy w wariantach z nawożeniem Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo (7,0%) i Fortis B Mo + Ferti Agro (3,8%). Odmiana Viviana również reagowała dodatnio na aplikację nawożenia dolistnego – stosując nawozy Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop oraz Fortis B Mo + Ferti Agro uzyskano 15% przyrost plonu ogólnego,



*O, A, B, C – oznaczenia tak jak w tabeli 2/explanation as table 2

Rys. 2. Wpływ nawożenia dolistnego i odmian na plon ogólny bulw ziemniaka
Fig. 2. Effect of foliar fertilization and cultivars on the total yield of potato tubers

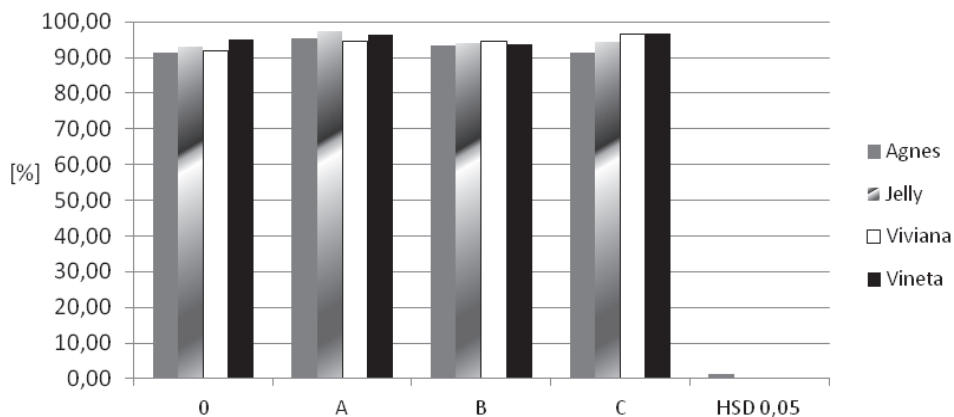
zaś stosując Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo 12,1% wzrost plonu, w porównaniu z obiektem standardowym. Odmianą, która w największym stopniu reagowała na aplikację nawozów dolistnych była Vineta. Stosując nawożenie nawozami: Fortis B Mo + Ferti Agro zaobserwowano wzrost plonu bulw tej odmiany o 22,2%, zaś aplikując Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop – zwiększenie wartości tej cechy o 16,1%, w stosunku do obiektu standardowego. Najniższy wzrost plonu odmiany Vineta uzyskano natomiast po aplikacji nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo – 13,0%.

Udział bulw handlowych stanowił średnio 94,4%, a ich plon odpowiednio 40,9 t·ha⁻¹ (tab. 2). Aplikacja nawożenia dolistnego wywarła istotny, dodatni wpływ na udział i plon bulw tego kalibrażu. W największym stopniu na partycypację i plon bulw handlowych wpłynęła kombinacja nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop, następnie Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo oraz Fortis B Mo + Ferti Agro. Nawozy Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop przyczyniły się do wzrostu plonu handlowego bulw o 17,9%, w porównaniu z obiektem standardowym. W przypadku stosowania pozostałych kombinacji uzyskano również zwiększenie plonu, ale istotnie niższe. Był to wzrost odpowiednio o: 13,2 i 11,1%.

Badane odmiany wywarły istotny wpływ zarówno na udział, jak i plon handlowy bulw. Spośród badanych odmian Vineta wytworzyła największy udział i masę bulw handlowych, zaś odmiana Agnes – najmniejszą. Odmiany Jelly i Viviana okazały się być homogeniczne, pod względem wartości tych cech (tab. 2). Warunki meteorologiczne w okresie badań istotnie kształtowały udział masy bulw handlowych. Największą partycypację bulw tego kalibrażu zaobserwowano w 2015, suchym roku, zaś najmniejszą – w 2014, ciepłym i wilgotnym roku. W przypadku plonu handlowego bulw największą wartość tego parametru uzyskano w wilgotnym i ciepłym 2014 roku, zaś najmniejszą – w suchym, 2015 roku.

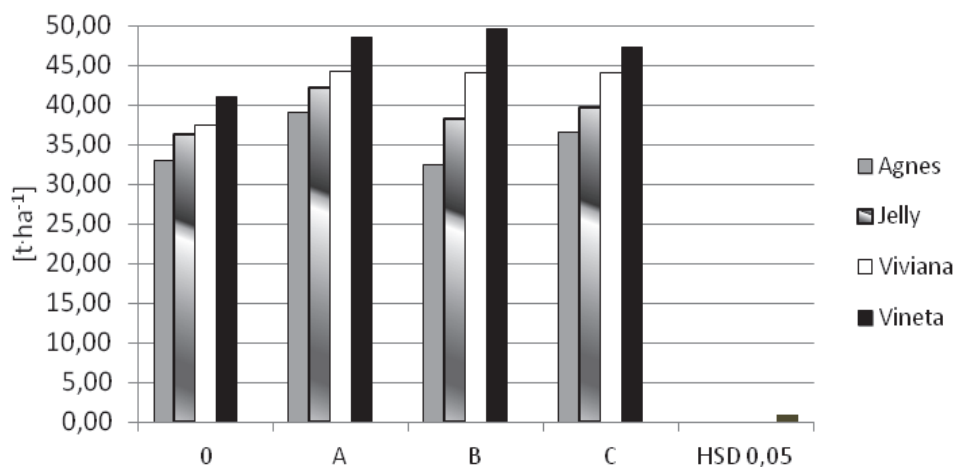
Reakcja odmian na nawozy dolistne była zróżnicowana. Aplikacja dolistna nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop w największym stopniu zwiększyła partycypację bulw han-

dlowych u odmian Agnes i Jelly. W przypadku aplikacji nawozów Fortis B Mo + Ferti Agro odmiany reagowały podobnie. Odmiany Viviana i Vineta największą zwyżką udziału bulw handlowych reagowały na nawozy Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo, w porównaniu z obiektem standardowym (rys. 3).



*O, A, B, C – oznaczenia tak jak w tabeli 2/explanation as table 2

Rys. 3. Wpływ nawożenia dolistnego i odmian na udział bulw handlowych w plonie ogółem
Fig. 3. Effect of foliar fertilization and cultivars on the share of commercial yield of tubers



*O, A, B, C – oznaczenia tak jak w tabeli 2/explanation as table 2

Rys. 4. Wpływ nawożenia dolistnego i odmian na plon handlowy bulw
Fig. 4. Effect of foliar fertilization and cultivars on the commercial yield of tubers

Wszystkie badane odmiany reagowały istotnym wzrostem plonu handlowego bulw na nawożenie nawozami Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop, w porównaniu z obiektem, gdzie nie stosowano nawożenia dolistnego. Nawozy Fortis B Mo + Ferti Agro wpłynęły istotnie na zwiększenie plonu handlowego odmiany Vineta, o 20,6%, odmiany Viviana – o 17,9% oraz odmiany Jelly – o 5,4%. Największym wzrostem plonu handlowego na aplikację nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo, w porównaniu z obiektem standardowym, odznaczała się odmiana Viviana (17,6%), mniejszym Vineta (14,9%) i Agnes (10,6%) i najmniejszym odmiana Jelly (9,1%) (rys. 4).

W plonie ogółem największy udział stanowiły bulwy o średnicy 5–6 cm (37,3%), najmniejszy zaś bulwy drobne, o kalibrze < 3 cm (0,6%). Wszystkie czynniki eksperymentu wywarły istotny wpływ na kalibrz bulw (tab. 3). Aplikacja nawożenia dolistnego nie wpłynęła istotnie jedynie na udział bulw najdrobniejszych w plonie. W przypadku udziału bulw o średnicy 3–4 oraz 4–5 cm, stosowane nawożenie dolistne spowodowało istotne zmniejszenie udziału tych frakcji bulw, w plonie ogólnym, w stosunku do obiektu standardowego. Frakcja bulw o średnicy 4–5 cm zareagowała obniżeniem udziału ich masy, w plonie ogólnym, w największym stopniu po zastosowaniu nawozów: Fortis B Mo + Ferti Agro (obniżenie udziału tej frakcji o 28,1%, w stosunku do obiektu standardowego). Zastosowanie dokarmiania dolistnego zwiększyło na-

Tabela 3. Wpływ odmian i nawożenia dolistnego na udział poszczególnych frakcji bulw w plonie ogólnym

Table 3. Effect of cultivar and foliar fertilization on the contribution of individual tuber fractions in the total yield

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Udział frakcji bulw – Share of tubers (%)				
		< 3 cm	3–4 cm	4–5 cm	5–6 cm	> 6 cm
Nawożenie Fertilization	0*	0,7	6,5	25,5	34,5	32,9
	A	0,8	3,7	18,9	35,1	41,8
	B	0,5	5,5	18,3	38,3	37,4
	C	0,5	4,3	21,3	41,3	32,7
	HSD _{0,05}	r.n.	0,2	0,5	0,4	0,4
Odmiany Cultivars	Agnes	0,7	5,5	28,7	38,0	27,1
	Jelly	0,8	4,6	18,7	33,6	42,4
	Viviana	0,8	4,8	21,0	42,1	31,5
	Vineta	0,1	4,4	15,3	35,4	44,7
	HSD _{0,05}	0,5	0,2	0,5	0,4	0,4
Lata Years	2013	1,1	5,2	19,3	40,7	33,8
	2014	0,8	5,6	28,0	32,9	32,8
	2015	0,2	3,6	15,6	38,7	41,9
	HSD _{0,05}	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3
Średnia – Mean		0,6	4,8	21,0	37,3	36,3
V (RSD) (%)		58,0	6,3	3,6	0,3	1,7

*oznaczenia tak jak w tabeli 2/explanation as table 2; r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

tomiast istotnie udział masy bulw dużych, o średnicy 5–6 i >6 cm. Największy dodatni efekt wywołała kombinacja nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis B Mo (wzrost udziału tej frakcji o 19,6%). Bulw największych w plonie, o średnicy >6 cm, przybyło najwięcej po zastosowaniu kombinacji nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop, dając przyrost udziału tej frakcji, o 27,2%, w porównaniu z obiektem standardowym.

Najkorzystniejszą strukturą plonu odznaczała się odmiana Vineta, gdyż wytworzyła największą masę bulw o średnicy 5–6 cm i >6 cm – stanowiły one łącznie aż 80,1%. Kolejnymi, pod tym względem, były odmiany: Jelly (frakcje 5–6 i > 6 cm stanowiły 76,0%), Viviana (73,5%) i Agnes (65,1%) (tab. 3). W 2013 roku zanotowano największy udział masy bulw o kalibrażu < 3 cm oraz 5–6 cm. W ciepłym i wilgotnym 2014 roku, rośliny ziemniaka wytworzyły najmniejszą masę bulw o średnicy > 6 cm. W 2015 roku obserwowano największy udział w plonie bulw największych, o kalibrażu > 6 cm, zaś w 2013 roku – bulw o średnicy 5–6 cm.

DYSKUSJA

Plon bulw ziemniaka jest cechą zmienną, zależną od wielu czynników, takich jak: odmiana, typ gleby, warunki meteorologiczne w okresie wegetacji, zabiegi agrotechniczne [Pszczółkowski i in. 2016, Sawicka i Pszczółkowski 2017, Trawczyński 2013, 2016a, 2016b, Wierzbička i in. 2016, Zarzyńska i Goliszewski 2015, Żołnowski 2013].

Aplikacja nawozów dolistnych, zdaniem wielu autorów [Jabłoński 2009a, 2009b, Sawicka i Skiba 2009, Trawczyński 2013, 2014a, 2014b], powoduje istotny wzrost plonu bulw ziemniaka. Znalazło to potwierdzenie w badaniach własnych. Trawczyński [2014a, 2014b, 2015] uzyskał wzrost plonu po zastosowaniu nawozów dolistnych o 5–20%, w zależności od zastosowanego nawozu. W badaniach Jabłońskiego [2009a] stosowanie nawozów Sonata Z i Alkalin PK 10:20 przyczyniło się do zwiększenia plonu ogólnego o 16,1–19,5%, zależnie od odmiany. Villa i in. [2011], w warunkach Kolumbii, uzyskali istotne zwiększenie plonu bulw ziemniaka po dolistnej aplikacji manganu o 33%. Jawad i Al-Fadhly [2016] aplikując dolistnie mangan oraz cynk (łącznie lub oddzielnie) odnotowali zwiększenie plonu bulw od 22,4 do 56,5%. Istotny, korzystny wpływ nawożenia dolistnego na plon bulw ziemniaka wykazali także inni autorzy [Al-Jobori i Al-Hadithy 2014, Jakiene i in. 2008, Mousavi in. 2007, Rasool i in. 2010]. Bogucka i in. [2010] oraz Wróbel [2012] stwierdzili natomiast, iż dolistne nawozy Actisili i Yara Vita Ziemiak nie muszą zwiększać plonu bulw, gdyż cecha ta jest zależna w większym stopniu od warunków glebowych.

Jabłoński [2009a] aplikując nawozy Sonata Z i Alkalin PK 10:20 uzyskał zwiększenie plonu handlowego o 8,0–22,6%, w zależności od odmiany. Korzystny wpływ nawożenia dolistnego na wartość tej cechy wykazali także Jakiene i in. [2008], Rasool i in. [2010] oraz Trawczyński [2013, 2014b]. W niekorzystnych warunkach wilgotnościowo-termicznych Trawczyński [2013] uzyskał wyższy efekt plonotwórczy po zastosowaniu preparatu Herbagreen, w porównaniu z obiektem bez nawożenia dolistnego. Szewczuk i Sugier [2009] udowodnili, iż okres suszy utrudnia roślinom pobieranie składników pokarmowych z gleby, a zastosowanie ich w postaci dolistnego opryskiwania pozwala na ich szybkie działanie i dużą efektywność.

Mikroskładniki spełniają istotną rolę w fizjologii roślin ziemniaka i bez ich obecności prawidłowy ich rozwój byłby niemożliwy. Mangan jest jednym z najważniejszych pierwiastków biorących udział w procesach przemiany materii zachodzących w roślinach ziemniaka. Dobre zaopatrzenie ziemniaka w ten mikroelement gwarantuje znacznie lepszy rozwój i wcześniejsze kwitnienie roślin. Dostępność manganu zależy przede wszystkim od odczynu gleby. Na glebach o wysokim pH pierwiastek ten ulega uwstecznieniu, przechodząc w formy trudno przyswajalne

dla roślin [Jawad i Al-Fadhly 2016, Kirkby i Römheld 2007, Njira i Nabwami 2015]. Stąd też nawożenie doglebowe traci swą skuteczność w bardzo krótkim czasie. Konieczne jest zatem dolistne nawożenie roślin manganem. Jednym z polecanych nawozów, dostępnym dla ziemniaka jest preparat Fortis Duotop Zn Mn, który dodatkowo wzbogaca rośliny w cynk. W przeprowadzonych badaniach nawóz ten połączono z preparatem Fortis B Mo, zawierającym dodatkowo bor i molibden. Łączne stosowanie nawozów dolistnych, zdaniem Fagerii i in. [2009], Jawad i Al-Fadhly [2016], Jabłońskiego [2009a], Mousavi i in. [2007], jest dobrym rozwiązaniem, gdyż za jednym opryskiwaniem można dostarczyć roślinie kilku brakujących, bądź będących w niedoborze mikrośladników. Zabiegi dokarmiania ziemniaka manganem, cynkiem, borem, molibdenem i miedzią można wykonywać kilkakrotnie w czasie wegetacji ziemniaka, począwszy od momentu zwarcia międzyczęści (duża powierzchnia liści), w odstępach 7–14-dniowych aż do fazy tworzenia owoców. Związki pokarmowe zastosowane dolistnie są od kilku do kilkunastu razy szybciej pobierane niż przy nawożeniu doglebowym [Fageria i in. 2009, Singh i in. 2013]. Ma to istotne znaczenie, jeśli na roślinach występują objawy niedoboru konkretnego składnika.

Wielu autorów [El-Zohiri i Asfour 2009, Jabłoński 2009a,b, Jakiene i in. 2008, Jawad i Al-Fadhly 2016, Trawczyński 2013, 2014a, 2014b, 2015b, Wróbel 2012] potwierdziło uzyskane w przeprowadzonych badaniach wyniki świadczące o tym, że aplikacja nawozów dolistnych, wywiera istotny wpływ na zwiększenie udziału masy bulw o średnicy 5–6 cm i > 6 cm. Jabłoński [2009a] notował zwiększenie udziału bulw >5 cm średnicy, o 12,4–27,0%, zależnie od odmiany. Wróbel [2012], stosując preparat krzemowy Actisil oraz Yara Vita Ziemiak, uzyskał zwiększenie masy bulw o średnicy > 6 cm odpowiednio, o 23,0 i 10,0%. El-Zohiri i Asfour [2009], stosując dolistne nawożenie potasem (w formie azotanu potasu) i magnezem (w formie siarczanu magnezu) dowiedli, iż prowadzi ono do zwiększenia udziału bulw o średnicy 36–45 mm oraz > 45 mm.

Badania Kołodziejczyka [2013], Sawickiej i Krochmal-Marczak [2011], Trawczyńskiego [2016a, 2016b], Wierzbickiej i in. [2016], Zarzyńskiej i Goliszewskiego [2015] oraz Żołnowskiego [2013] wskazują, że odmiany mają istotny wpływ na plon i cechy jego jakości. Różnicowanie odmianowe może wynikać z odmiennej budowy anatomicznej i morfologicznej, odmiennego składu chemicznego bulw ziemniaka, a także ze złożoności tych cech. Badania własne potwierdzają ten pogląd. Zdaniem Żołnowskiego [2013] poziom plonu danej odmiany uzależniony jest od jej reakcji na zmienne czynniki siedliskowe. W badaniach Kołodziejczyka [2013] właściwości odmianowe stanowiły 4,2% zmienności plonu ogólnego oraz 0,2% plonu handlowego bulw, zaś w badaniach Sawickiej i Pszczółkowskiego [2017] odpowiednio 17 i 19,6%.

Udział bulw handlowych w plonie ogólnym okazał się także cechą odmianową, co znalazło potwierdzenie w badaniach Sawickiej i Krochmal-Marczak [2011] oraz Zarzyńskiej i Goliszewskiego [2015]. Zdaniem Kołodziejczyka [2013] udział frakcji bulw handlowych w plonie ogólnym kształtuje się od 93,3 do 97,8%, przy współczynniku zmienności $V = 1,5$ –4,5%. W badaniach Sawickiej i Pszczółkowskiego [2017] właściwości odmianowe stanowiły w przypadku udziału masy bulw <4 cm – 18,8%; bulw 4–5 cm – 20,1%, 5–6 cm – 19,3%, zaś dla bulw >6 cm – 16,9% udziału w wariancji całkowitej.

Możliwości multifunkcyjnego stosowania nawozów dolistnych pozwalają perfekcyjnie uzupełnić nawożenie doglebowe, niedobór składników pokarmowych w roślinie w okresie wegetacji i lepiej wykorzystać potencjał produkcyjny roślin ziemniaka. Odpowiedni dobór odmian oraz stosowanie właściwych nawozów dolistnych daje tym samym szansę na uzyskiwanie wysokich plonów bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Aplikacja dolistna nawozów, wszystkich kombinacji, przyczyniła się do zwiększenia plonu ogółem i plonu handlowego dzięki wytworzeniu większej masy bulw dużych, o średnicy 5–6 i >6 cm. Stosowanie nawozów Fortis Duotop Zn Mn + Fortis Aminotop przyczyniło się do uzyskania największego plonu ogólnego i handlowego bulw oraz udziału bulw handlowych.
2. Badane odmiany w największym stopniu modyfikowały plon ogólny i handlowy bulw. Odmiana Vineta była najplenniejsza, gdyż wytworzyła największą masę i plon bulw handlowych, zaś odmiana Agnes uzyskała najmniejszą wartość tych cech.
3. Reakcja odmian na zastosowane kombinacje nawożenia dolistnego była zróżnicowana. W przypadku odmiany Jelly, Viviana i Vineta aplikowanie nawozów dolistnych przyczyniło się do istotnego wzrostu plonu, w stosunku do obiektu, na którym nie stosowano tego nawożenia. Odmiana Agnes zareagowała obniżeniem plonu po aplikacji nawozów Fortis B Mo+ Ferti Agro. Odmianą, która w największym stopniu reagowała na stosowanie nawozów dolistnych była Vineta.
4. Warunki atmosferyczne w latach badań istotnie determinowały wielkość plonu ogółem, plonu handlowego oraz udział masy bulw handlowych. Najwyższy plon ogółem i handlowy uzyskano w 2014 roku, zaś najmniejszy – w 2015, skrajnie suchym roku.

PIŚMIENNICTWO

- Al-Jobori K.M.M., Al-Hadithy S.A. 2014. Response of potato (*Solanum tuberosum*) to foliar application of iron, manganese, copper and zinc. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 7: 358–363.
- Bogucka B., Cwalina-Ambroziak B., Zięba T. 2010. The effect of varied soil and foliar mineral fertilization levels in the production of high-starch potatoes. *Pol. J. Natural Sci.* 25(3): 215–228.
- El-Zohiri S.S.M., Asfour H.E. 2009. Effects of foliar sprays of potassium, magnesium and calcium on yield, quality and storageability of potato. *The Fifth Inter. Conf. of Sustain Agric. Develop., Fac. of Agric. Fayoum Univ.*, 21–23 December 2009: 57–73.
- Fageria N.K., Filho B.M.P., Moreira A., Guimaraes C.M. 2009. Foliar fertilization of crop plants. *J. Plant Nutrition* 32: 1044–1064.
- Fernandez V., Sotiropoulos T., Brown P. 2013. Foliar fertilization. Scientific, principles and field practices. *International Fertilizer Industry Association (IFA)*. Paris, France, ss: 144.
- GUS 2016. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa*. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa. ss: 460.
- Jabłoński K. 2009a. Produkcyjne i jakościowe efekty dolistnego nawożenia ziemniaków Sonatą Z i Alkalinem PK 10:20. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 64(1): 59–67.
- Jabłoński K. 2009b. Efekty dolistnego nawożenia ziemniaków YaraVita Ziemniak i Nutrifolem czerwonym. *Ziemniak Polski* 3: 1–4
- Jakiene E., Venskutonis V., Mickevicius V. 2008. The effect of additional fertilization with liquid complex fertilizers and growth regulators on potato productivity. *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodininkyste Ir Darzininkyste* 27(2): 259–267.
- Jawad T.M., Al-Fadhly. 2016. Response of potato (*Solanum tuberosum*) to foliar application of zinc and manganese which fertilized by organic fertilizer. *IOSR. J. Agric. Vet. Sci.* 9(4): 97–91.
- Kirkby E., Römheld V. 2007. Micronutrientes na fisiologia de plantas funções absorção e mobilidade. *Informações Agronômicas* 118(2): 1–24.
- Kołodziejczyk M. 2013. Fenotypowa zmienność plonowania, składu chemicznego oraz wybranych cech jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Acta Agrophys.* 20(3): 411–422.
- Mousavi S.R., Galavi M., Ahmadvand G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). *As. J. Plant Sci.* 6: 1256–1260.

- Njira K., Nabwami J. 2015. A review of effects of nutrient elements on crop quality. *Afr. J. Food, Agric. Nutrition Develop.* 15: 9777–9793.
- Nowacki W. 2008. Jakość i przechowywalność ziemniaków produkowanych w różnych systemach gospodarowania. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 53(4): 18–21.
- Pszczółkowski P., Pszczółkowska T., Sekulski A. 2016. Lista odmian zalecanych do uprawy w województwie lubelskim w roku 2016. Wyd. SDOO Cicibór, ss: 31.
- Rasool A.I.J., Al-Jebory K.H., Al-Sahaf F.H. 2010. Effect of foliar application of Unigreen and Solu Potash on yield and quality of potato tuber. *Jordan J. Agri. Sci.* 6(1): 111–119.
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B. 2011. Ekologiczny aspekt uprawy ziemniaka w warunkach Pogórza Strzyżowsko-Dynowskiego. *Biul. IHAR.* 259: 229–242.
- Sawicka B., Pszczółkowski P. 2017. Fenotypowa zmienność plonu i jego struktury bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaka. *Fragm. Agron.* 34(1): 76–91.
- Sawicka B., Skiba D. 2009. Wpływ dokarmiania dolistnego na zdrowotność roślin ziemniaka w okresie wegetacji. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 64(2): 39–51.
- Singh J., Singh M., Jain A., Bhardwaj S., Singh A., Singh D.K., Bhushan B., Dubey S.K. 2013. An introduction of plant nutrients and foliar fertilization: a review. In: *Precision farming: a new approach.* Daya Publishing Company. New Delhi, 252–320.
- Szewczuk C., Sugier D. 2009. Ogólna charakterystyka i podział nawozów dolistnych oferowanych na polskim rynku. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 64(1): 29–36.
- Trawczyński C. 2013. Wpływ dolistnego nawożenia preparatem Herbagreen na plonowanie ziemniaków. *Ziemniak Polski* 2: 29–33.
- Trawczyński C. 2014a. Zastosowanie makro- i mikroelementowych nawozów chelatowych w dolistnym dokarmianiu ziemniaka. *Biul. IHAR* 271: 65–77.
- Trawczyński C. 2014b. Wpływ biostymulatorów aminokwasowych – tecamin – na plon i jakość ziemniaków. *Ziemniak Polski* 3: 29–34.
- Trawczyński C. 2015. Kompleksowe odżywianie ziemniaka na bazie nawozów nowej generacji. *Ziemniak Polski* 3: 14–18.
- Trawczyński C. 2016a. Plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego azotem. *Acta Agrophys.* 23(2): 261–273.
- Trawczyński C. 2016b. Wpływ odmiany i warunków pogodowych okresu wegetacji na zawartość wybranych składników odżywczych i antyżywnościowych w bulwach ziemniaka. *Acta Agrophys.* 23(1): 119–128.
- Villa M.R., Rodriguez L.E., Gomez J.M. 2011. Effect of edaphic and foliar management of manganese on the field of the Criolla Colombia cultivar. *Agronomia Colombiana* 29(3): 447–454.
- Wierzbička A., Pietraszko M., Jankowska J., Grudzińska M., Boguszewska-Mańkowska D. 2016. Integrowana produkcja wczesnych odmian ziemniaka: Cyprian, Michalina i Viviana zbieranych w dwóch terminach. *Acta Agrophys.* 23(1): 129–142.
- Wróbel S. 2012. Wpływ nawożenia ziemniaka odmiany Jelly dolistnymi preparatami YaraVita Ziemniak oraz Actisil na plon i cechy jego jakości. *Biul. IHAR* 266: 295–306.
- Zarzyńska K., Goliszewski W. 2015. Odmianowe zróżnicowanie produktywności roślin ziemniaka uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym. *Fragm. Agron.* 32(3): 113–120.
- Żołnowski A.C. 2013. Studia nad zmiennością plonowania i jakością ziemniaka jadalnego (*Solanum tuberosum* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Rozpr. Monogr. UWM Olsztyn* 191, ss: 259.

B. BIENIA, B. SAWICKA, B. KROCHMAL-MARCZAK

**IMPACT OF FOLIAR FERTILIZATION BASED ON MACROELEMENT
AND MICROELEMENT FERTILIZERS ON YIELDING AND STRUCTURE OF YIELD
IN SEVERAL POTATO CULTIVARS****Summary**

The role of foliar fertilizers used in the form of chelates on growth and yield of potato is not well explained yet. The purpose of the researches was to determine the impact of foliar fertilizers with the content of macro- and microelements (used in the form of chelates) on the yield of several varieties of potato. The researches were based on a 3-year field experience (2013–2015) carried out in the Podkarpackie Voivodeship (49°40' N and 21°54' E) on brown and slightly acid soil. The experiment was based on randomized split-plot method, where the 1st order factors included foliar fertilization with the use of the following fertilizers: Fortis Zn Mn + Fortis Aminotop (A), Fortis B Mo + Ferti Agro (B), Fortis Zn Mn + Fortis B Mo (C) and control object (0) without foliar fertilization. The 2nd order factors were potato cultivars from all maturity classes (Viviana, Vineta, Jelly, Agnes). The yield of tubers and its structure were marked during harvesting. The foliar application of fertilizers (all combinations) contributed to the growth of overall and commercial yield of tubers. The reaction of cultivars to the applied fertilization was diversified. The highest yield was observed in the early cultivar Vineta, which produced the largest overall yield mass and the highest yield of commercial tubers. On the other hand, the lowest yield showed the moderately early cultivar Agnes.

Key words: potato, foliar fertilization, cultivars, yield, yield structure

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 28.11.2017

Do cytowania – *For citation*

Bienia B., Sawicka B., Krochmal-Marczak B. 2018. Oddziaływanie nawożenia dolistnego nawozami makro- i mikroelementowymi na plonowanie i strukturę plonu kilku odmian ziemniaka. *Fragm. Agron.* 35(1): 17–28.