

Plon i jakość bulw ziemniaka w zależności od zastosowanego nawożenia z wykorzystaniem doglebowych i dolistnych wieloskładnikowych preparatów nawozowych

¹Cezary Trawczyński, ²Wojciech Prokop

¹Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Jadwisin
ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock, Polska

²Timac Agro Polska sp. z o.o., Niepruszewo ul. Kasztanowa 4, 64-320 Buk, Polska

Abstrakt. W latach 2013–2015 na glebie lekkiej przeprowadzono badania polowe odnośnie oddziaływania na plon i wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka nawozów wieloskładnikowych wzbogaconych w substancje o działaniu biostymulującym pochodzące z alg morskich w porównaniu do tradycyjnie stosowanych nawozów. Kontrolę stanowił obiekt z doglebowymi nawozami jednoskładnikowymi uzupełnionymi uniwersalnym wieloskładnikowym nawozem dolistnym. W badaniach uzyskano największy przyrost plonu bulw po zastosowaniu do gleby wieloskładnikowego nawozu mineralnego EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie nawozami FERTILEADER AXIS i FERTILEADER GOLD. Zastosowanie nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS i nawozów FERTILEADER AXIS oraz FERTILEADER GOLD przyczyniło się do istotnego wzrostu udziału bulw dużych (o średnicy powyżej 60 mm) w strukturze plonu, wzrostu zawartości skrobi, suchej masy i witaminy C w porównaniu do obiektu kontrolnego. W obiekcie EUROFERTIL 33N-PROCESS z FERTILEADER GOLD stwierdzono istotne obniżenie poziomu azotanów w bulwach w stosunku do obiektu kontrolnego.

słowa kluczowe: algi morskie, jakość bulw, nawożenie, plon bulw, ziemniak.

WSTĘP

Do jednych z głównych elementów agrotechniki w aspekcie wielkości uzyskiwanego plonu i jakości bulw ziemniaka zalicza się nawożenie (Leszczyński, 2002; Szewczuk, 2009). Z uwagi na długi okres pobierania składników oraz dużą biomasę plonu ziemniaka należy dążyć do możliwie optymalnego zaopatrzenia roślin w składniki pokarmowe przez cały okres wegetacji, od nawożenia stosowanego przed sadzeniem bulw do uzupełniającego sto-

sowanego w okresie wzrostu roślin. Kompleksowe, pełne zaopatrzenie w łatwo dostępne składniki pokarmowe decyduje o prawidłowym przebiegu procesów fizjologicznych i rozwoju systemu korzeniowego roślin, co przekłada się bezpośrednio na wiązanie i wzrost bulw oraz odpowiednią ich jakość (Czuba, 2000; Grzyś, 2004; Szewczuk, Michałojć, 2003; Zarzecka, 2006). Efektywność zastosowanego nawożenia zależy między innymi od warunków glebowych (kategorii agronomicznej, zawartości próchnicy, składników pokarmowych, odczynu), wilgotnościowo-temperaturowych w okresie wegetacji (opadów, temperatury powietrza) oraz rodzaju stosowanych nawozów (Gruczek, 2004; Kolbe, Stephan-Beckmann, 1997; Roztropowicz, 1989). Ze względu na potrzebę minimalizacji niekorzystnego oddziaływania stosowanych nawozów na środowisko w ostatnim czasie dąży się do rozwiązań proekologicznych w tym aspekcie i wyboru takich, które pozwolą uzyskać jak największą efektywność, bez obawy obniżenia plonu czy też pogorszenia jego jakości w porównaniu do tradycyjnie stosowanych nawozów (Jabłoński, 2006a; Trawczyński, 2013). Jednym z takich rozwiązań jest stosowanie nawozów specjalistycznych, tak doglebowych, jak i dolistnych, wytwarzanych w różnych technologiach, zawierających oprócz niezbędnych składników odżywczych określone związki biostymulujące dla roślin. Kompleks N-PROCESS, zawierający pochodne indolu, związku wpływającego na lepsze pobieranie i przetwarzanie azotu w białka oraz redukcję ilości azotanów w bulwach, znalazł zastosowanie jako dodatek w doglebowych nawozach granulowanych (Bartczak, 2015; Korzeniowska, 2009). Natomiast kompleks SEACTIV, zawierający między innymi Glicynę-Betainę, mającą właściwości zwiększania dostępności i transportu składników w roślinie oraz podnoszenia odporności na stresy środowiskowe, stanowi uzupełnienie składu nawozów dolistnych (Khan i in. 2009). Brak badań odnośnie porównania tradycyjnych nawozów stosowanych w uprawie ziemniaka z działaniem tego rodzaju nowych nawozów zalecanych dla tego gatunku skłonił do podjęcia stosownych badań polowych.

Autor do kontaktu:

Cezary Trawczyński
e-mail: c.trawczynski@ihar.edu.pl
tel. +48 22 782 72 20

Praca wpłynęła do redakcji 8 stycznia 2016 r.

Celem badań było określenie wpływu wybranych nawozów wieloskładnikowych, stosowanych do gleby oraz dolistnie, na wielkość plonu i niektóre cechy jakości bulw w porównaniu do nawozów powszechnie stosowanych w uprawie ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

W ścisłych badaniach polowych przeprowadzonych w latach 2013–2015 w Zakładzie Agronomii Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, oddział Jadwisin, określono oddziaływanie wybranych nawozów wieloskładnikowych oraz jednoskładnikowych na plonowanie i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. Doświadczenie jednoczynnikowe zakładano metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach, według schematu podanego w tabeli 1.

Tabela 1. Schemat doświadczenia

Table 1. Experiment treatments

Obiekt Treatments	Doglebowo To soil	Dolistnie Foliar application
A obiekt kontrolny	saletra amonowa, superfosfat wzbożony, sól potasowa ammonium nitrate, superphosphate, potassium salt	uniwersalny nawóz wieloskładnikowy universal multicomponent fertilizer
B	saletra amonowa, superfosfat wzbożony, sól potasowa ammonium nitrate, superphosphate, potassium salt	FERTILEADER AXIS
C	saletra amonowa, superfosfat wzbożony, sól potasowa ammonium nitrate, superphosphate, potassium salt	FERTILEADER GOLD
D	nawóz wieloskładnikowy EUROFERTIL 33N-PROCESS, saletra amonowa ammonium nitrate	uniwersalny nawóz wieloskładnikowy universal multicomponent fertilizer
E	nawóz wieloskładnikowy EUROFERTIL 33N-PROCESS, saletra amonowa ammonium nitrate	FERTILEADER AXIS
F	nawóz wieloskładnikowy EUROFERTIL 33N-PROCESS, saletra amonowa ammonium nitrate	FERTILEADER GOLD

Tabela 2. Zawartość przyswajalnych form makro- i mikroelementów w glebie [mg·kg⁻¹] oraz odczyn gleby w latach 2013–2015

Table 2. Soil content of available form macro- and microelements in the soil [mg kg⁻¹] and soil reaction in the years 2013–2015.

Rok Year	pH w KCl pH in KCl	Zawartość w glebie; Content in the soil							
		P	K	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2013	5,3	75	98	57	575	110	3,6	3,7	0,30
2014	5,4	75	70	32	720	138	4,2	2,2	0,24
2015	5,3	75	108	33	570	113	3,2	2,0	0,38

Badania przeprowadzono na glebie lekkiej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem, wysoką zawartością fosforu, niską do średniej potasu, średnią do wysokiej magnezu, na średnim poziomie kształtowała się zawartość manganu, cynku i miedzi, natomiast niski był poziom żelaza i boru (tab. 2). Nawożenie organiczne w badaniach stanowiła przyorywana po żniwach słoma w ilości 4–5 t·ha⁻¹, z dodatkiem azotu (1 kg N na 100 kg przyorywanej słomy) i poplon z gorczycy białej w ilości 15–16 t·ha⁻¹ przyorywany jesienią. Nawożenie mineralne NPK w formie nawozów jednoskładnikowych – saletra amonowa (34% N), superfosfat wzbożony (17,4% P), sól potasowa (49,8% K) porównano do takiej samej dawki (700 kg·ha⁻¹ maso towarowej) nawozu wieloskładnikowego – EUROFERTIL 33 z kompleksem N-PROCESS, naturalnym związkiem pochodzącym z „alg morskich” i dodatkiem mezocalcu – wysokoreaktywnego wapnia ze złóż morskich o zawartości składników odpowiednio: 8% N, 3,5% P, 14,1% K (forma siarczanowa), i stosowano wiosną przed sadzeniem ziemniaków. Dawka azotu wynosiła 120 kg·ha⁻¹ N i zastosowana została z podziałem na dwie części: 56 kg·ha⁻¹ N przed sadzeniem w formie nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS (w obiektach D, E, F) i saletry amonowej (w obiektach A, B, C) oraz 64 kg·ha⁻¹ N w formie saletry amonowej bezpośrednio przed wschodami roślin ziemniaka, przed ostatnim obredlaniem (we wszystkich obiektach). Dawka fosforu i potasu wyniosła 24,4 kg·ha⁻¹ P oraz 98,8 kg·ha⁻¹ K. Zastosowane nawożenie mineralne doglebowe uzupełniono według schematu 2-krotnie w okresie wegetacji dolistnym dokarmianiem przy wykorzystaniu wieloskładnikowego nawozu uniwersalnego (N – 3%, K – 2%, Cu – 0,007%, Fe – 0,04%; Mn – 0,017%; Mo – 0,002%; Zn – 0,015% + dodatek Ca, Mg, S, B) oraz specjalistycznymi, zawierające substancje pozyskiwane z „alg morskich”, z aktywnym kompleksem biostymulującym SEACTIV: FERTILEADER AXIS (N – 3%, P – 18%, Zn – 5,7%, Mn – 2,5%) i FERTILEADER GOLD (B – 5,7%, Mo – 0,35%). Pierwszy zabieg dolistny wykonywano w fazie zwanca roślin w międzyrzędziach, przed kwitnieniem (BBCH 38), a drugi bezpośrednio po kwitnieniu roślin ziemniaka (BBCH 69). Do każdego zabiegu stosowano, zgodnie z zaleceniem producenta 1 l·ha⁻¹ nawozu uniwersalnego oraz 5 l·ha⁻¹ nawozów specjalistycznych rozpuszczonych w 300 l·ha⁻¹ wody. Badania przeprowadzono na odmianie Finezja (średnio wczesna, jadalna, zalecana do produkcji frytek).

Tabela 3. Charakterystyka warunków pogody w latach badań
Table 3. Weather conditions in the investigation years.

Rok Year	Miesiące; Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Średnia temperatura powietrza; Mean air temperature [°C]							
2013	6,3	15,7	17,2	18,7	18,2	10,3	14,4
2014	10,3	14,1	15,8	21,5	18,2	14,8	15,8
2015	8,3	12,9	17,5	19,6	22,5	15,1	16,0
1967–2015	7,9	13,6	16,5	18,5	17,9	13,1	14,6
Suma opadów; Sum of rainfall [mm]							
2013	51,1	130,0	105,4	17,1	97,7	94,0	495,3
2014	61,1	41,3	69,8	23,5	79,2	11,9	286,8
2015	27,8	39,5	15,4	82,6	8,6	36,6	210,5
1967–2015	37,0	56,0	75,0	76,0	60,0	48,0	352,0

Chwasty niszczone stosując do wschodów roślin ziemniaka 2-krotnie obsypnik z łańcuchami. Bezpośrednio przed wschodami, po ostatnim obredzeniu zastosowano Afalon 450 SC, a po wschodach roślin ziemniaka Titus 23 WG. W okresie wegetacji 4–5-krotnie przeprowadzono zabiegi ochronne przeciwko zarazie ziemniaka oraz 2–3-krotnie przeciwko słońcu.

Ziemniaki sadzono ręcznie w III dekadzie kwietnia w rozstawie 75 × 33 cm, a zbierano w III dekadzie września. Liczba roślin na poletku do zbioru wynosiła 30. Podczas zbioru określono plon ogólny bulw z każdego poletka oraz pobierano dwie 5-kilogramowe próbki w celu określenia struktury plonu (wagowo frakcje bulw poniżej 35 mm, od 35 do 50 mm, od 50 do 60 mm i powyżej 60 mm), udziału bulw z wadami zewnętrznymi w plonie (procentowy udział bulw zdeformowanych, zazielenionych, porażonych parchem zwykłym) oraz zawartości skrobi, azotanów, witaminy C i suchej masy w bulwach. Wielkość plonu handlowego bulw określono po usunięciu z plonu ogólnego frakcji bulw o średnicy poniżej 35 mm i bulw z wadami. Zawartość skrobi oznaczono metodą polarymetryczną Eversa (hydrolizę skrobi przeprowadzono we wrzącej łaźni wodnej, a następnie wytrącono białko za pomocą kwasu fosforowo-wolframowego) z dokonaniem odczytów na automatycznym polarymetrze Polamat S. Zawartość witaminy C określono jako sumę kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego metodą Tillmansa za pomocą miareczkowania roztworem 2,6-dwuchlorofenoloindofenolu. Zawartość azotanów (NO₃⁻) oznaczono reflektometrycznie przy użyciu przyrządu pomiarowego RQ Flex Merck według metodyki Merck. Suchą masę oznaczono metodą suszarkową, poprzez suszenie zmielonych próbek w temperaturze 60°C, a następnie dosuszanie w temperaturze 105°C.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji oceniono na podstawie sumy opadów i średniej temperatury powietrza w porównaniu do wartości średnich z wielolecia (tab. 3). Rok 2013 był mokry, zaś lata 2014 i 2015 suche w okresie

wegetacji ziemniaka. Suma opadów w okresie wegetacyjnym 2013 roku była o 143,3 mm większa, a w latach 2014 i 2015 od 65,2 mm do 141,5 mm mniejsza niż średnia suma opadów z wielolecia. Z kolei rok 2013 był umiarkowanie chłodny, a lata 2014 i 2015 ciepłe. Średnia miesięczna temperatura powietrza za cały okres wegetacji w 2013 roku była o 0,2°C mniejsza, natomiast w drugim i trzecim roku badań od 1,2 do 1,4°C większa od średniej z wielolecia. Generalnie 2013 rok był najbardziej niekorzystny, a 2014 najkorzystniejszy pod względem układu warunków pogodowych.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie posługując się analizą wariancji z wykorzystaniem testu Tukeya na poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskano istotny przyrost ogólnego i handlowego plonu bulw w obiektach z zastosowaniem nawozu EURO-FERTIL 33N-PROCESS i nawozów jednoskładnikowych uzupełnionych dolistnymi w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 4). W obiekcie po zastosowaniu nawozów jednoskładnikowych i dolistnie FERTILEADER GOLD uzyskany ogólny i handlowy plon bulw nie różnił się istotnie w stosunku do obiektu kontrolnego. Nie wykazano istotnego zróżnicowania ogólnego i handlowego plonu bulw pomiędzy obiektami z doglebowym wieloskładnikowym i jednoskładnikowymi nawozami uzupełnionymi dolistnym dokarmianiem. Stwierdzono jednak tendencję wzrostu plonu bulw w obiektach z użyciem nawozu doglebowego i dolistnych preparatów biostymulujących w porównaniu do obiektów, w których zastosowano tylko doglebowo lub tylko dolistnie nawozy z biostymulatorami. Pod wpływem nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego nawozami dolistnymi FERTILEADER GOLD i FERTILEADER AXIS uzyskano przyrost ogólnego plonu bulw od 4,1 do 4,3 t·ha⁻¹, czyli od 9,7 do 10,2%, a plonu handlowego od 11,1 do 14,5% w stosunku

Tabela 4. Wpływ stosowanych nawozów na plon bulw ziemniaków [$t \cdot ha^{-1}$], lata 2013–2015
 Table 4. The impact of used fertilizers on the tubers yield [$t \cdot ha^{-1}$], 2013–2015.

Cecha Feature	Obiekty; Treatments [#]					
	A	B	C	D	E	F
Plon ogólny; Total yield	42,2	45,0	43,9	44,5	46,5	46,3
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	2,0					
Przyrost; Increase [%]	100,0	106,6	104,0	105,5	110,2	109,7
Plon handlowy Marketable yield	35,1	37,8	37,4	38,0	39,0	40,2
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	2,5					
Przyrost; Increase [%]	100,0	107,6	106,5	108,2	111,1	114,5

patrz tab. 1; see Table 1

do obiektu kontrolnego. W dostępnej literaturze naukowej nie znaleziono dobrze udokumentowanych wyników badań określających wpływ kompleksowego, doglebowego i dolistnego zastosowania tego rodzaju nawozów na plonowanie ziemniaka. Dotychczas przeprowadzone badania wykazały na ogół korzystne oddziaływanie na plon bulw ziemniaków dolistnego dokarmiania nawozami na bazie „alg morskich” jako uzupełnienie tradycyjnego, doglebowego nawożenia mineralnego. We wcześniejszych badaniach własnych stwierdzono większy o 8,1% w porównaniu do obiektu bez dolistnego dokarmiania wzrost plonu bulw stosując Bio-algen (Grześkiewicz, Trawczyński 1998). Matysiak i Adamczewski (2010) uzyskali wzrost plonu bulw do 14% po zastosowaniu dolistnym preparatu Kelpak SL oraz do 19 i do 24% pod wpływem oprysku roślin ziemniaka odpowiednio AlgaminoPlant i HumiPlant w porównaniu do obiektu kontrolnego. Korzystne oddziaływanie na wzrost plonu bulw preparatu Kelpak SL udowodnili również Erlichowski i Pawińska (2003). Z kolei Dobrzański i in. (2008) potwierdzili tylko tendencję do wzrostu plonu roślin okopowych, dotyczącą marchwi po zastosowaniu w formie oprysku po siewie, a następnie w okresie wegetacji roślin zabiegów dokarmiania AlgaminoPlant i HumiPlant. Nieznacznie większy ogólny plon bulw uzyskano w obiekcie z EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionym FERTILEADER AXIS niż FERTILEADER GOLD, natomiast odwrotną zależność w stosunku do plonu handlowego bulw. Wynikało to z mniejszego w obiekcie z EUROFERTIL 33N-PROCESS i FERTILEADER GOLD udziału w plonie bulw małych (o średnicy poniżej 35 mm), zdeformowanych i zazielenionych, niż w obiekcie z EUROFERTIL 33N-PROCESS w połączeniu z FERTILEADER AXIS. Badane nawozy zawierały mangan i cynk, kluczowe mikroelementy dla roślin ziemniaka oraz bor określany drugorzędny dla tego gatunku. Z badań wynikało jednak, że w warunkach niskiej zasobności gleby w bor (tab. 2) uzyskano zbliżone oddziaływanie na plon bulw nawozu FERTILEADER GOLD zawierającego ten składnik w stosunku do nawozu FERTILEADER AXIS z manganem i cynkiem.

Zróżnicowanie wielkości plonu pod wpływem badanych nawozów rzutowało na zmianę udziału bulw poszczególnych frakcji w jego strukturze. W odniesieniu do udziału w plonie frakcji bulw o średnicy poniżej 35 oraz w zakresie 35–50 i 50–60 mm nie wykazano istotnego zróżnicowania, a jedynie tendencje zmian pomiędzy badanymi obiektami nawozowymi. Istotnie zróżnicowany był udział w plonie bulw o średnicy powyżej 60 mm. Pod wpływem nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego nawozami dolistnymi uzyskano istotnie większy udział tej frakcji bulw w plonie w stosunku do obiektu kontrolnego. Z kolei po zastosowaniu nawozów jednoskładnikowych uzupełnionych FERTILEADER GOLD i FERTILEADER AXIS udział bulw w plonie o średnicy powyżej 60 mm nie różnił się istotnie w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 5). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzić można, że korzystniejszy wpływ na wzrost udziału bulw dużych w plonie (o średnicy powyżej 60 mm) miało zastosowanie do gleby EUROFERTIL 33N-PROCESS niż dolistne dokarmianie. Jednak Matysiak i Adamczewski (2010) udowodnili, że dolistne dokarmianie biostymulatorami: Kelpak SL, AlgaminoPlant, HumiPlant może zwiększyć udział bulw dużych (o średnicy powyżej 60 mm) w plonie nawet o 45% w stosunku do kontroli.

Tabela 5. Wpływ stosowanych nawozów na strukturę plonu bulw ziemniaków (% wagowy), lata 2013–2015

Table 5. The impact of used fertilizers on the structure tubers yield of potatoes (weight %), 2013–2015.

Obiekt [#] Treatment [#]	Średnica bulw; Tubers diameter [mm]			
	<35	35–50	50–60	>60
A	4,4	24,4	32,6	38,6
B	3,3	25,7	30,4	40,6
C	4,1	24,0	31,0	40,9
D	4,3	21,8	27,4	46,5
E	4,8	22,5	25,7	47,0
F	2,8	19,3	29,9	48,0
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	r.n.	r.n.	r.n.	6,0

patrz tab. 1; see Table 1

r.n. – różnice nieistotne; insignificant differences

Ocena wad zewnętrznych bulw w plonie ogólnym wykazała występowanie deformacji i zazielenień. Udział bulw zdeformowanych wahał się od 9,0% po zastosowaniu nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie FERTILEADER GOLD do 10,8% na obiekcie kontrolnym. Udział bulw zazielenionych w plonie był znacznie mniejszy niż zdeformowanych, a różnice dotyczące poszczególnych obiektów nawozowych niewielkie, w zakresie 0,2–0,3%. Ogólnie analiza statystyczna wykazała brak istotnego zróżnicowania ocenianych wad bulw pomiędzy kontrolą i badanymi nawozami (tab. 6), co zbieżne było z wcześniejszym doniesieniem odnośnie stosowanych nawozów doglebowych uzupełnionych dolistnymi (Trawczyński, 2014).

Tabela 6. Wpływ stosowanych nawozów na udział bulw zdeformowanych i zazielenionych w plonie (% wagowy), lata 2013–2015

Table 6. The impact of used fertilizers on the share of deformations and greenings in tubers yield (weight %), 2013–2015.

Obiekt [#] Treatment [#]	Wady bulw; Tubers defects	
	deformacje deformations	zazielenienia greenings
A	10,8	1,7
B	10,7	1,6
C	9,4	1,7
D	9,1	1,9
E	9,9	1,8
F	9,0	1,6
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	r.n.	r.n.

patrz tab. 1; see Table 1

r.n. – różnice nieistotne; insignificant differences

Wykazano natomiast istotny wpływ stosowanych nawozów na wartość odżywczą bulw ziemniaka, co odnosiło się do zawartości skrobi, azotanów, witaminy C i suchej masy w bulwach (tab. 7). W obiekcie po zastosowaniu nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie uniwersalnym nawozem wieloskładnikowym i nawozami biostymulującymi uzyskano istotny przyrost zawartości skrobi w bulwach w porównaniu do obiektów po zastosowaniu nawozów jednoskładnikowych uzupełnionych dolistnie FERTILEADER AXIS i FERTILEADER GOLD oraz obiektu kontrolnego. W odniesieniu do badanych nawozów zbieżna z zawartością skrobi była zawartość suchej masy w bulwach. Doniesienia z literatury wskazują, że stosowanie dolistne nawozów makro- czy mikroelementowych nie modyfikuje znacząco zawartości skrobi i suchej masy w bulwach (Kozera, Cwojdzński, 2002; Nowak i in., 2004). Na podstawie wcześniejszych badań własnych wykazano jednak istotny wzrost zawartości skrobi w bulwach w stosunku do kontroli pod wpływem dolistnego dokar-

Tabela 7. Wpływ stosowanych nawozów na zawartość składników w bulwach, lata 2013–2015

Table 7. The impact of used fertilizers on the content of components in tubers, 2013–2015.

Obiekt [#] Treatment [#]	Skrobia Starch [%]	Azotany Nitrates [mg·kg ⁻¹]	Witamina C Vitamin C [mg·kg ⁻¹]	Sucha masa Dry matter [%]
A	15,1	111,0	202,3	22,3
B	15,2	113,7	202,6	22,3
C	15,2	104,3	202,0	22,4
D	15,8	104,3	205,3	22,8
E	15,8	107,3	209,0	22,9
F	16,0	94,7	208,3	22,9
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	0,2	15,2	4,1	0,4

patrz tab. 1; see Table 1

miania roślin Ekolistem S (Grzeškiewicz, Trawczyński, 1998). Z kolei Świerczewska i Sztuder (2004) wykazały istotny wzrost zawartości skrobi w bulwach po zastosowaniu nawozu Insol 7, o około 2% w stosunku do obiektu kontrolnego. W obecnych badaniach wzrost zawartości skrobi w bulwach wynikał prawdopodobnie w znacznej mierze z siarczanowej formy potasu wprowadzonej do gleby z nawozem EUROFERTIL 33N-PROCESS, na co wskazywały wcześniejsze badania odnośnie tego rodzaju nawozów (Bernat, Jabłoński, 1998; Jabłoński, 2001; Trawczyński, Grzeškiewicz, 2000, 2006). Po zastosowaniu nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie nawozami FERTILEADER AXIS i FERTILEADER GOLD uzyskano istotnie większą zawartość witaminy C w bulwach w porównaniu do obiektu kontrolnego oraz nawozów jednoskładnikowych uzupełnionych tymi nawozami dolistnymi. Po zastosowaniu nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie FERTILEADER GOLD uzyskano również mniejszy o 15% poziom azotanów w bulwach w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 7). Jabłoński (2006b) stwierdził spadek zawartości azotanów w bulwach pod wpływem stosowania chelatowych nawozów dolistnych, wahający się od około 5 do 50% w porównaniu do obiektu kontrolnego, a Wróbel (2012) o prawie 60% po zastosowaniu dolistnym preparatu krzemowego Actisil w połączeniu z nawozem YaraVita Ziemiak. Z kolei Dobrzański i in. (2008) w badaniach na roślinach okopowych udowodnili, że zastosowane nawozy płynne na bazie „alg” spowodowały wzrost zawartości cukrów oraz zmniejszenie azotanów w korzeniach marchwi w zakresie od 15 do 37%. Doniesienia literaturowe podają, że przyczyną obniżenia zawartości azotanów w bulwach może być działanie reduktazy azotanowej, szczególnie po zastosowaniu nawozów zawierających między innymi molibden wchodzący w jej skład (Czuba, 1996; Gorlach, 1996; Urban, 1997). Joubert i Lefranc (2008) stwierdzili, że składniki aktywne alg mogą stymulować reduktazę azo-

Tabela 8. Wpływ lat badań na plon i jakość bulw.
Table 8. The impact of investigation years on the yield and tubers quality.

Cecha Feature	Lata Years			NIR; LSD $\alpha = 0,05$
	2013	2014	2015	
Ogólny plon bulw; Total tubers yield [t·ha ⁻¹]	35,8	53,0	45,3	1,2
Handlowy plon bulw; Commercial tubers yield [t·ha ⁻¹]	27,6	45,6	40,6	1,6
Bulwy o średnicy >60 mm; Tubers diameter >60 mm	27,0	49,6	53,6	5,1
Deformacje; Deformations [%]	16,2	6,8	6,5	1,3
Zazielenienia; Green tubers [%]	0,0	4,0	1,3	0,8
Skrobia; Starch [%]	12,9	17,5	16,1	0,3
Azotany; Nitrates [mg·kg ⁻¹]	85,5	105,8	126,3	8,7
Witamina C; Vitamin C [mg·kg ⁻¹]	188,6	211,1	215,0	2,4
Sucha masa; Dry matter [%]	20,5	24,0	23,2	0,2

tanową i inne enzymy roślinne odpowiedzialne za pobieranie składników mineralnych i przyspieszać ich przemiany w roślinie działając jako fizjoaktywatory.

Istotne zróżnicowanie wielkości plonu i cech jakości bulw stwierdzono również w odniesieniu do przebiegu pogody w latach badań (tab. 8). Najbardziej sprzyjały gromadzeniu plonu bulw umiarkowane temperatury i opady w 2014 roku, w którym średni uzyskany ogólny plon bulw wyniósł 53 t·ha⁻¹, w roku 2015 stanowił 45,3 t·ha⁻¹, a w najmniej korzystnym 2013 roku uzyskano ogólny plon bulw na poziomie 35,8 t·ha⁻¹. Układ warunków wilgotnościowo-termicznych w latach 2014 i 2015 oprócz istotnie korzystniejszego oddziaływania na wielkość plonu w porównaniu do 2013 roku przyczynił się do poprawy jakości bulw. W latach 2014 i 2015 uzyskano istotnie większy udział bulw dużych, o średnicy powyżej 60 mm, w plonie oraz mniej bulw zdeformowanych w strukturze plonu, większą zawartość skrobi, witaminy C i suchej masy niż w 2013 roku (tab. 8). Na podstawie wcześniejszych badań własnych wykazano, że w latach niesprzyjających gromadzeniu plonu uzyskano istotny wzrost udziału bulw drobniejszych w strukturze, natomiast w latach korzystnych stwierdzono istotny wzrost, o ponad 30% udziału w plonie bulw o średnicy powyżej 60 mm (Trawczyński, 2014). Ponadto potwierdzono, że lata z umiarkowaną ilością opadów oraz zbliżoną do średniej z wielolecia temperaturą powietrza w okresie od czerwca do sierpnia włącznie, na ogół korzystnie wpływają na zawartość skrobi, suchej masy i witaminy C w bulwach niż lata ze znacznym nadmiarem lub niedoborem opadów oraz zróżnicowaną temperaturą powietrza w ciągu tego okresu.

WNIOSKI

1. Spośród ocenianych obiektów badawczych istotnie największy plon bulw uzyskano po zastosowaniu nawozu wieloskładnikowego EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie nawozami FERTILEADER AXIS i FERTILEADER GOLD. W obiektach tych odnotowano

średnio o 10,0% wzrost plonu ogólnego i o 12,8% plonu handlowego w porównaniu do obiektu kontrolnego.

2. Po zastosowaniu nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnym dokarmianiem uzyskano istotnie większy udział bulw o średnicy powyżej 60 mm oraz istotny przyrost zawartości skrobi i suchej masy w bulwach w stosunku do plonu uzyskanego w wyniku stosowania nawozów jednoskładnikowych uzupełnionych dolistnym dokarmianiem.

3. Pod wpływem nawozu EUROFERTIL 33N-PROCESS uzupełnionego dolistnie FERTILEADER AXIS i FERTILEADER GOLD stwierdzono wzrost zawartości witaminy C w bulwach oraz po zastosowaniu FERTILEADER GOLD istotne obniżenie poziomu azotanów w bulwach w porównaniu do obiektu kontrolnego.

LITERATURA

- Bartczak M., 2015.** 10-lecie innowacji zaczerpniętej z natury. Hasło ogrodnicze, 12/2015: 5-7.
- Bernat E., Jabłoński K., 1998.** Agrotechniczne i ekonomiczne efekty nawożenia ziemniaków nawozem wieloskładnikowym Kemira Solanum. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura, 190(72): 21-27.
- Czuba R., 1996.** Technika nawożenia mineralnego a zawartość azotanów w roślinach. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 440: 65-75.
- Czuba R., 2000.** Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 471: 161-170.
- Dobrzański A., Anyszka Z., Elkner K., 2008.** Reakcja marchwi na ekstrakty pochodzenia naturalnego z alg z rodzaju *Sagatum* – Algaminoplant i z *Leonardytu* – Humiplant. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 53(3): 53-58.
- Erlichowski T., Pawińska M., 2003.** Biologiczna ocena preparatu Kelpak w ziemniaku. Progress in Plant Protection, 43(2): 606-609.
- Gorlach E., 1996.** Rola mikroelementów w redukcji azotanów. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 440: 109-120.

- Gruczek T., 2004.** Przyrodnicze i agrotechniczne aspekty uprawy ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 500: 31-44.
- Grzeškiewicz H., Trawczyński C., 1998.** Dolistne stosowanie nawozów wieloskładnikowych w uprawie ziemniaka. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura, 190(72): 75-80.
- Grzyś E., 2004.** Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 502: 89-99.
- Jabłoński K., 2001.** Wpływ sposobów nawożenia ziemniaków wieloskładnikowym nawozem agro solanum na plon, jego strukturę i jakość bulw. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura, 223(89): 81-86.
- Jabłoński K., 2006a.** Wpływ nawożenia wieloskładnikowymi nawozami nowej generacji na plon i jakość ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 511: 309-315.
- Jabłoński K., 2006b.** Wpływ dawek i sposobów nawożenia azotem na plon ziemniaka i zawartość azotanów w bulwach. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 513: 139-147.
- Joubert J.M., Lefranc G., 2008.** Seaweed phytostimulants in agriculture: recent studies on mode of action two types of products from algae: growth and nutrition stimulants and stimulants of plant defence reactions. Book of abstracts: Biostimulators in modern agriculture. Warsaw 7-8 February 2008: 16.
- Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M. N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J., Prithviraj B., 2009.** Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Plant Growth Regulation, 28: 386-399.
- Kolbe H., Stephan-Beckmann S., 1997.** Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum*). Cz. II. Tuber and whole plant. Potato Research. 40: 135-153.
- Korzeniowska J., 2009.** Postęp w badaniach nad nawozami o kontrolowanym działaniu. Studia i Raporty IUNG-PIB 01/2009, 18: 9-26.
- Kozera W., Cwojdzński W., 2002.** Impact of fertilization with zinc and manganese on chemical content of potato tubers. Chemia Inżynieria Ekologia, 11(9): 1397-1402.
- Leszczyński W., 2002.** Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 489: 47-64.
- Matysiak K., Adamczewski K., 2010.** Wpływ preparatów Modus 250 EC, Kelpak SL, AlgaminPlant, HumiPlant i Yeald Plus na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka. Ziemniak Polski, 1/2010: 28-33.
- Nowak K., Kozera W., Majcherczak E., 2004.** Wpływ nawożenia mikroelementami na plon bulw ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 502: 247-251.
- Roztropowicz S., 1989.** Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. Fragmenta Agronomica, 6(6): 33-75.
- Szewczuk C., 2009.** Wpływ dokarmiania dolistnego na plon bulw ziemniaka. Annales UMCS, Agricultura, 64(1): 7-12.
- Szewczuk C., Michalój Z. 2003.** Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. Acta Agrophysica, 85: 19-29.
- Świerczewska M., Sztuder H., 2004.** Dolistne stosowanie preparatów mikroelementowych zawierających tytan. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 502: 371-376.
- Trawczyński C., Grzeškiewicz H., 2000.** Wpływ nawozu Kemira Solanum na plon i jakość ziemniaka jadalnego uprawianego na glebie lekkiej. Biuletyn IHAR, 213: 157-163.
- Trawczyński C., Grzeškiewicz H., 2006.** Wpływ wieloskładnikowego nawozu Agravita w warunkach zróżnicowanych dawek azotu na plon i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 511: 149-155.
- Trawczyński C., 2013.** Wpływ dolistnego nawożenia preparatem Herbagreen na plonowanie ziemniaków. Ziemniak Polski, 2: 29-33.
- Trawczyński C., 2014.** Zastosowanie makro- i mikroelementowych nawozów chelatowych w dolistnym dokarmianiu ziemniaka. Biuletyn IHAR, 271: 65-77.
- Urban H., 1997.** Ertrage optimieren durch gezielte Blattdüngung. Kartoffelbau, 4: 132-134.
- Wróbel S., 2012.** Wpływ nawożenia ziemniaka odmiany Jelly dolistnymi preparatami YaraVita Ziemniak oraz Actisil na plon i cechy jego jakości. Biuletyn IHAR, 266: 295-306.
- Zarzecka K., 2006.** Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 511: 53-72.

C. Trawczyński, W. Prokop

YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS
AS AFFECTED BY FERTILISATION INVOLVING
THE USE OF SOIL-INCORPORATED AND FOLIAR
COMMERCIAL FERTILIZER PRODUCTS

Summary

In the years 2013–2015 field experiments on light soil were carried out on the impact of sea algae extract-based multicomponent fertilizers produced on yield and some quality of potato tubers compared to that of conventional fertilizers. Multicomponent fertilizer EUROFERTIL 33N-PROCESS containing NPK (8-3,5-14,1) supplemented with foliar application of liquid fertilizers FERTILEADER AXIS (with manganese and zinc), FERTILEADER GOLD (with boron and molybdenum) and a universal complex fertilizer. The action of the soil-applied application complex fertilizer (EUROFERTIL 33N-PROCESS) in conjunction with foliar application was compared to that of the standard NPK fertilizers: ammonium nitrate, superphosphate and potassium salt supplemented by foliar fertilizers (FERTILEADER AXIS and FERTILEADER GOLD). The control was the object treatment with of involving soil single fertilizers supplemented with universal multicomponent foliar fertilizer. The studies study showed the largest increase of tuber yield following the application of EUROFERTIL 33N-PROCESS supplemented with foliar fertilizers FERTILEADER AXIS and FERTILEADER GOLD. The use of EUROFERTIL 33N-PROCESS and FERTILEADER AXIS and FERTILEADER GOLD contributed to a significant increase in the percentage of large tubers (with a diameter above 60 mm) in the total tuber yield, increased starch content, dry matter and vitamin C as compared to control object. The treatment involving EUROFERTIL 33N-PROCESS with FERTILEADER GOLD resulted in a significant reduction in the level of tuber nitrates in tubers was found as compared to that in the control treatment.

key words: sea algae, tubers quality, fertilization, tubers yield, potato.