

## WPLYW NAWOZÓW WIELOSKŁADNIKOWYCH Z DODATKIEM ALG MORSKICH NA PLON I JAKOŚĆ BULW ZIEMNIAKA

CEZARY TRAWCZYŃSKI<sup>1</sup>, WOJCIECH PROKOP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Zakład Agronomii Ziemiaka, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB,  
Oddział Jadwisin ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock*

<sup>2</sup>*Timac Agro Polska sp. z o.o., Niepruszewo, ul. Kasztanowa 4, 64-320 Buk*

**Synopsis.** W latach 2014–2016 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie (52°45' N, 21°63' E) na glebie lekkiej określono wpływ na plon i wybrane cechy jakości bulw ziemniaka nawozów wieloskładnikowych z dodatkiem alg morskich stosowanych do gleby i dolistnie. W badaniach zastosowano doglebowy nawóz wieloskładnikowy Eurofertil 33N-process uzupełniony dolistnie nawozami: Fertileader Gold oraz Fertileader Axis. Działanie wieloskładnikowego nawozu doglebowego uzupełnionego dolistnym dokarmianiem porównano do takich samych dawek NPK jednoskładnikowych nawozów doglebowych (saletra amonowa, superfosfat, sól potasowa) w połączeniu z dolistnymi. Kontrolę stanowił obiekt z nawożeniem doglebowym, bez stosowania dolistnego dokarmiania. W badaniach uzyskano istotnie większy plon bulw po zastosowaniu wieloskładnikowego nawozu Eurofertil 33N-process w porównaniu do nawozów jednoskładnikowych. Zastosowanie nawozu Eurofertil 33N-process przyczyniło się do istotnego wzrostu udziału bulw o średnicy powyżej 60 mm w strukturze plonu, wzrostu zawartości skrobi i witaminy C w bulwach w porównaniu do nawozów jednoskładnikowych. Dolistne dokarmianie przy wykorzystaniu biostymulatorów Fertileader Gold i Fertileader Axis spowodowało istotny wzrost plonu i poziomu witaminy C w bulwach w stosunku do kontroli.

**Słowa kluczowe:** algi morskie, jakość bulw, nawozy wieloskładnikowe, plon bulw, ziemniak

### WSTĘP

Długi okres pobierania oraz duża biomasa gromadzonego plonu bulw przez ziemniak stwarza potrzebę optymalnego dostarczenia roślinom składników makro- i mikroelementowych przez cały okres wegetacji, od nawożenia podstawowego stosowanego przed sadzeniem bulw do uzupełniającego aplikowanego w okresie wzrostu roślin. Pełne zaopatrzenie w łatwo dostępne składniki pokarmowe decyduje o prawidłowym rozwoju roślin przekładając się bezpośrednio na wiązanie i wzrost bulw oraz odpowiednią ich jakość [Leszczyński 2002, Szewczuk 2009, Szewczuk i Michałojć 2003, Zarzecka 2006]. Obecnie dąży się do rozwiązań proekologicznych w odniesieniu do stosowania nawozów, co skłaniać powinno do wyboru spośród szerokiej oferty zalecanych takich, które zapewnią uzyskanie jak najbardziej efektywnego plonu oraz odpowiednią jego jakość w porównaniu do tradycyjnie stosowanych nawozów [Chojnacka i in. 2012, Trentacoste i in. 2015]. Proponowanym rozwiązaniem w tym aspekcie może być stosowanie nawozów specjalistycznych, zarówno doglebowych jak i dolistnych, wytwarzanych w różnych technologiach, między innymi z wykorzystaniem alg morskich, zawierających oprócz niezbędnych składników odżywczych określone związki biostymulujące dla roślin [Jobert i Lefranc 2008, Khan i in. 2009]. Kompleks N-process zawiera pochodne indolu i stanowi

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* c.trawczynski@ihar.edu.pl

dodatek doglebowych nawozów granulowanych, a kompleks Seactiv zawiera glicynę i betainę, które są uzupełnieniem składu nawozów dolistnych. Ich udział w nawozach przyczynić się może do zwiększenia odporności roślin na czynniki stresowe, przyspieszenia i polepszenia rozwoju roślin, a przez to wzrostu plonu i poprawy jego jakości, efektywniejszego wykorzystania składników z gleby czy aktywowania mechanizmów obronnych ograniczających rozwój chorób [Borowitcka 2013, Spolaore i in. 2006].

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

## MATERIAŁ I METODY

W ścisłych badaniach polowych przeprowadzonych w latach 2014–2016 w Zakładzie Agromonii, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB, oddział Jadwisin (52°45' N, 21°63' E) porównano oddziaływanie na plon i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka wybranych nawozów wieloskładnikowych z jednoskładnikowymi. Doświadczenie dwuczynnikowe zakładano metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I-rzędu stanowiło nawożenie doglebowe: A – nawozy jednoskładnikowe (saletra amonowa – 34% N + superfosfat – 17,4% P + sól potasowa – 49,8% K); B – nawóz wieloskładnikowy, Eurofertil 33N-process (8,0% N; 3,5% P; 14,1% K w formie siarczanowej) + saletra amonowa. Czynnikiem II-rzędu było dolistne dokarmianie: a – bez dolistnego dokarmiania (obiekt kontrolny); b – uniwersalny nawóz wieloskładnikowy (N – 3%; K – 2%; Cu – 0,007%; Fe – 0,04%; Mn – 0,017%; Mo – 0,002%; Zn – 0,015% + dodatek Ca, Mg, S, B); c – Fertileader Gold (B – 5,7%; Mo – 0,35%); d – Fertileader Axis (N – 3%; P – 18%; Zn – 5,7%; Mn – 2,5%); e – Fertileader Gold + Fertileader Axis.

Badania przeprowadzono na glebie zaliczanej do rzędu płowoziemnych, typu gleby płowe, podtypu gleby płowe opadowo glejowe [Marcinek i in. 2011]. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH w KCl 5,3–5,4), wysoką zawartością fosforu (75–86 mg·kg<sup>-1</sup> P), średnią zawartością potasu (108–112 mg·kg<sup>-1</sup> K), średnią zawartością magnezu (32–33 mg·kg<sup>-1</sup> Mg), na średnim poziomie kształtowała się zawartość manganu (113–138 mg·kg<sup>-1</sup> Mn), cynku (3,2–4,2 mg·kg<sup>-1</sup> Zn) i miedzi (2,0–2,2 mg·kg<sup>-1</sup> Cu), natomiast niski był poziom żelaza (570–690 mg·kg<sup>-1</sup> Fe) i boru (0,24–0,42 mg·kg<sup>-1</sup> B). Analizowane lata badań należały do wilgotnych, z wyjątkiem 2015 roku oraz ciepłych.

Nawożenie organiczne w badaniach stanowiła przyorywana po żniwach słoma w ilości 4–5 t·ha<sup>-1</sup>, z dodatkiem azotu (1 kg N na 100 kg przyorywanej słomy) i poplon z gorczycy białej w ilości 15–16 t·ha<sup>-1</sup> świeżej masy przyorywany jesienią. Nawożenie mineralne NPK w formie nawozów jednoskładnikowych – saletra amonowa, superfosfat, sól potasowa, porównano do takiej samej dawki (700 kg·ha<sup>-1</sup> masy towarowej) nawozu wieloskładnikowego – Eurofertil 33 z kompleksem N-process, naturalnym związkiem pochodzącym z alg morskich i dodatkiem me-zocalcu – wysokoreaktywnego wapnia ze złóż morskich i stosowano wiosną przed sadzeniem ziemniaków. Wielkość dawki azotu stanowiła 120 kg·ha<sup>-1</sup> N i zastosowana została z podziałem na dwie części: 56 kg·ha<sup>-1</sup> N przed sadzeniem w formie nawozu Eurofertil 33N-process i saletry amonowej (na obiekcie z nawozami jednoskładnikowymi) oraz 64 kg·ha<sup>-1</sup> N w formie saletry amonowej bezpośrednio przed wschodami roślin ziemniaka, przed ostatnim obredlaniem (na obiektach z nawozem wieloskładnikowym i nawozami jednoskładnikowymi). Dawka fosforu i potasu wyniosła 24,5 kg·ha<sup>-1</sup> P oraz 98,7 kg·ha<sup>-1</sup> K. Zastosowane nawożenie mineralne doglebowe uzupełniono w okresie wegetacji jednym zabiegiem dolistnym przy wykorzystaniu wieloskładnikowego nawozu uniwersalnego oraz specjalistycznymi, zawierającymi substancje

pozyskiwane z alg morskich, z aktywnym kompleksem biostymulującym Seactiv: Fertileader Gold i Fertileader Axis. Dolistne dokarmianie przy wykorzystaniu uniwersalnego nawozu wieloskładnikowego i Fertileader Gold wykonywano w fazie rozwoju pąków kwiatowych roślin ziemniaka (BBCH 50–55), natomiast Fertileader Axis zastosowano po kwitnieniu roślin ziemniaka (BBCH 69). Do zabiegu stosowano, zgodnie z zaleceniem producenta 1 l·ha<sup>-1</sup> nawozu uniwersalnego oraz 5 l·ha<sup>-1</sup> nawozów specjalistycznych rozpuszczonych w 300 l·ha<sup>-1</sup> wody. Badania przeprowadzono na odmianie Finezja (średnio wczesna, jadalna, zalecana do produkcji frytek).

Chwasty niszczone stosując do wschodów roślin ziemniaka 2-krotnie obsypnik z łańcuchami. Bezpośrednio przed wschodami, po ostatnim obredleniu zastosowano Linurex 500 SC w dawce 2 l·ha<sup>-1</sup>, a po wschodach roślin ziemniaka Titus 23 WG w dawce 60 g·ha<sup>-1</sup>. W okresie wegetacji 4-5 krotnie przeprowadzano zabiegi ochronne przeciwko zarazie ziemniaka oraz 2-3 krotnie zwalczające stonkę.

Ziemniaki sadzono ręcznie w III dekadzie kwietnia w rozstawie 75 x 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 2 x 5-kilogramowe próby w celu określenia procentowego udziału w plonie ogólnym bulw dużych (o średnicy poprzecznej powyżej 60 mm), bulw zdeformowanych oraz zawartości skrobi, azotanów i witaminy C w świeżej masie bulw. Zawartość skrobi oznaczono metodą polarymetryczną Eversa (hydrolizę skrobi przeprowadzono we wrzącej łaźni wodnej, a następnie wytrącono białko przy pomocy 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 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) oznaczono reflektometrycznie przy użyciu przyrządu pomiarowego RQ Flex Merck według metodyki Merck.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie posługując się analizą wariancji. Analizę porównania średnich przeprowadzono z wykorzystaniem testu Tukeya na poziomie p=0,05.

## WYNIKI I Dyskusja

Po zastosowaniu nawozu wieloskładnikowego Eurofertil 33N-process uzupełnionego dolistnym dokarmianiem uzyskano istotnie większy plon bulw w porównaniu do nawozów mineralnych jednoskładnikowych uzupełnionych dolistnie (tab. 1). Istotnie największy plon bulw stwierdzono na obiekcie po zastosowaniu dolistnie nawozu Fertileader Gold, a następnie Fertileader Axis zarówno w warunkach nawożenia doglebowego nawozami jednoskładnikowymi jak i wieloskładnikowym. Różnica w plonie bulw na korzyść połączonego zastosowania nawozów Fertileader Gold i Fertileader Axis, uzupełniającego nawożenie doglebowe wyniosła 5,2 t·ha<sup>-1</sup>, czyli 10% w porównaniu do obiektu kontrolnego, bez dolistnego dokarmiania. Istotny wzrost plonu, średnio o 3,4 t·ha<sup>-1</sup>, co stanowiło 6,5% w porównaniu do obiektu kontrolnego uzyskano również na obiekcie ze stosowaniem dolistnie preparatu Fertileader Gold i na obiekcie z preparatem Fertileader Axis. Natomiast plon bulw uzyskany na obiekcie z nawożeniem doglebowym uzupełnionym dolistnie uniwersalnym nawozem wieloskładnikowym nie różnił się istotnie w stosunku do obiektu kontrolnego, co udowodniło w określonym stopniu korzystniejsze działanie składników mikroelementowych oraz biostymulujące właściwości zastosowanych preparatów na bazie alg morskich. Na obiekcie bez dolistnego dokarmiania wykazano większy o 2 t·ha<sup>-1</sup>, czyli 3,9% plonu bulw po zastosowaniu nawozu wieloskładnikowego w stosunku do nawozów jednoskładnikowych. Na obiektach po zastosowaniu nawozu Eurofertil 33N-process

Tabela 1. Wpływ stosowanych nawozów na plon bulw ziemniaków ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
 Table 1. The impact of used fertilizers on the tubers yield ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Nawozy doglebowe Soil fertilizers (A)	Nawozy dolistne – Foliar fertilizers (B)					
	Kontrola* Control	U**	Fertileader Gold	Fertileader Axis	F. Gold + F. Axis	Średnia Mean
Nawozy jednoskładnikowe Simple fertilizers	51,2	53,0	55,1	54,8	56,9	54,2
Eurofertil 33N process	53,2	54,6	56,0	56,2	57,9	55,6
Średnia – Mean	52,2	53,8	55,6	55,5	57,4	–
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> : A – 0,8; B – 1,8; AxB – r.n.						

\*bez dolistnego dokarmiania / without foliar application; \*\*uniwersalny / universal  
 r.n. – różnica nieistotna / no significant differences

uzupełnionego biostymulatorami Fertileader Gold oraz Fertileader Axis uzyskano podobny plon bulw jak na obiekcie z nawozami jednoskładnikowymi uzupełnionymi dolistnie Fertileader Gold w połączeniu z Fertileader Axis. Uzyskane wyniki świadczyły, więc również o większej efektywności doglebowego nawozu wieloskładnikowego niż nawozów jednoskładnikowych (tab. 1). Uzyskane dotychczas wyniki nie zawsze potwierdzają istotnie korzystniejsze oddziaływanie na plon bulw ziemniaka różnego rodzaju doglebowych nawozów wieloskładnikowych w stosunku do jednoskładnikowych [Krzywy i in. 2001, Stępień i Mercik 2001, Wadas i Łęczycka 2010]. We wcześniejszych badaniach własnych uzyskano istotnie dodatni wpływ na plon bulw nawozów dolistnych jako uzupełnienie nawożenia mineralnego doglebowego. Przyrost plonu bulw pod wpływem różnych nawozów i biostymulatorów zastosowanych dolistnie: Wuxalu top-N, Siarczanu magnezu, Nitrozyme, Tytanitu oraz Bio-algenu (na bazie alg morskich) wyniósł od 7 do 14% w porównaniu do obiektu kontrolnego, bez dolistnego dokarmiania [Grześkiewicz i Trawczyński 1999]. Podobnie wysoki przyrost plonu bulw po zastosowaniu doglebowych nawozów jednoskładnikowych uzupełnionych dolistnie nawozami wieloskładnikowymi: Sonatą Z, Ekosolem K i Plonvitem K w warunkach gleby średniej uzyskał Jabłoński [2006]. Natomiast mniejszą zwyżkę plonu bulw, około 10% po zastosowaniu dolistnego dokarmiania różnymi nawozami mikroelementowymi stwierdzili Nowak i in. [2004] oraz Świerczewska i Sztuder [2004]. Wzrost plonu bulw do 14% po zastosowaniu dolistnym preparatu Kelpak SL, uzyskiwanego z alg morskich wykazali Matysiak i Adamczewski [2010], natomiast oprócz wzrostu plonu również poprawę cech jakości bulw Erlichowski i Pawińska [2003]. Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań wykazuje się na ogół korzystniejsze oddziaływanie na plon bulw dolistnej aplikacji preparatów wyprodukowanych na bazie alg morskich [Haider i in. 2012, Siddagangaiyah i in. 2010, Taha 2011] oraz lepszą efektywność ich działania na plon, szczególnie w latach o niesprzyjającym układzie warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin [Wierzbowska i in. 2015]. W badaniach własnych spośród analizowanych trzech lat, dwa charakteryzowały się dostateczną ilością opadów i były wysoce korzystne dla wzrostu i gromadzenia masy bulw, co skutkowało mniejszą efektywnością zastosowanych nawozów. W przeprowadzonych badaniach na podkreślenie zasługiwał również fakt, że podobny plon bulw uzyskano po zastosowaniu preparatów Fertileader Gold i Axis zarówno na tle nawozów jednoskładnikowych jak i nawozu wieloskładnikowego Eurofertil 33N-process. Dowiodło to, że w warunkach niskiej zasobności gleby w bor można oczekiwać równie efektywnego oddzia-

ływania na plon bulw składnika mniej wrażliwego dla tego gatunku, jak kluczowych dla roślin ziemniaka składników mikroelementowych, czyli manganu i cynku.

W odniesieniu do odmian jadalnych, oprócz wielkości plonu ważnymi są cechy jakości dotyczące między innymi wielkości i wyglądu bulw. Dotychczas przeprowadzone badania wykazały, że między innymi udział bulw dużych w plonie, o średnicy powyżej 60 mm oraz zniekształconych są jednymi z głównych mierników wartości handlowej ziemniaków jadalnych [Lutomirska i in. 2013, Nowacki 2010]. W przeprowadzonych badaniach tylko nawożenie doglebowe istotnie różnicowało udział w plonie bulw o średnicy powyżej 60 mm. Po zastosowaniu nawozu Eurofertil 33N-process uzyskano o 6,3% więcej w strukturze plonu bulw o średnicy powyżej 60 mm w stosunku do nawozów jednoskładnikowych (tab. 2). Z kolei Matysiak

Tabela 2. Wpływ stosowanych nawozów na procentowy udział bulw dużych w plonie (średnica <60 mm)  
Table 2. The impact of used fertilizers on percentage share big tubers in the yield (diameter <60 mm)

Nawozy doglebowe Soil fertilizers (A)	Nawozy dolistne – Foliar fertilizers (B)					
	Kontrola* Control	U**	Fertileader Gold	Fertileader Axis	F. Gold+ F. Axis	Średnia Mean
Nawozy jednoskładnikowe Simple fertilizers	49,9	48,2	50,6	49,0	51,4	49,8
Eurofertil 33N process	55,6	55,9	56,8	55,2	57,2	56,1
Średnia – Mean	52,7	52,0	53,7	52,1	54,3	–

NIR<sub>0,05</sub>/LSD<sub>0,05</sub>: A – 3,2; B – r.n.; AxB – r.n.

\*bez dolistnego dokarmiania/without foliar application; \*\*uniwersalny/universal  
r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

i Adamczewski [2010] po dolistnym zastosowaniu preparatu uzyskanego z alg morskich, Kelpak SL w dawce 1,5 l·ha<sup>-1</sup> stwierdzili wzrost frakcji bulw o średnicy powyżej 60 mm w strukturze plonu o 30%, a w dawce 2 l·ha<sup>-1</sup> o 45% w porównaniu z obiektem kontrolnym. W odniesieniu do dolistnego dokarmiania różnymi nawozami Jabłoński [2009] i Wróbel [2012] również wykazali zwiększenie udziału bulw o średnicy powyżej 60 mm w strukturze plonu. Mniejszy wpływ niż na udział bulw dużych w plonie miały zastosowane nawozy na procentowy udział w strukturze plonu bulw zdeformowanych. Nie wykazano istotnego zróżnicowania bulw zdeformowanych w plonie pomiędzy zastosowanymi nawozami doglebowymi i dolistnymi oraz w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 3), co zbieżne było z wcześniejszą oceną tej wady bulw dotyczącą stosowania różnych nawozów dolistnych [Trawczyński 2014].

Istotne różnice w odniesieniu do analizowanych czynników wykazano w stosunku do składu chemicznego bulw, co odnosiło się głównie do zawartości w nich składników odżywczych, witaminy C i skrobi. Wykazano, że zarówno nawozy doglebowe jak i dolistne miały istotny wpływ na zawartość witaminy C. Niezależnie od zastosowanych nawozów dolistnych istotnie większą, o 7,0 mg·kg<sup>-1</sup>, zawartość witaminy C w bulwach uzyskano pod wpływem nawozu wieloskładnikowego Eurofertil 33N-process niż nawozów jednoskładnikowych. Natomiast średnio dla dolistnego dokarmiania istotnie największy, 239 mg·kg<sup>-1</sup> poziom witaminy C w bulwach uzyskano na obiekcie z łącznym użyciem biostymulatorów Fertileader Gold i Axis oraz istotnie większy,

od 230 do 232 mg·kg<sup>-1</sup> na obiektach po zastosowaniu oddzielnie tych biostymulatorów, niż na obiektach z uniwersalnym nawozem wieloskładnikowym i kontrolnym, odpowiednio 225 oraz 227 mg·kg<sup>-1</sup> (tab. 4).

Tabela 3. Wpływ stosowanych nawozów na procentowy udział bulw zdeformowanych w plonie  
Table 3. The impact of used fertilizers on percentage share tubers deformation in the yield

Nawozy doglebowe Soil fertilizers (A)	Nawozy dolistne – Foliar fertilizers (B)					
	Kontrola* Control	U**	Fertileader Gold	Fertileader Axis	F. Gold+ F. Axis	Średnia Mean
Nawozy jednoskładnikowe Simple fertilizers	7,8	6,6	7,1	7,9	7,2	7,3
Eurofertil 33N process	7,8	7,6	8,0	7,9	7,4	7,7
Średnia – Mean	7,8	7,1	7,6	7,9	7,3	–
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> : A – r.n.; B – r.n.; AxB – r.n.						

\*bez dolistnego dokarmiania / without foliar application; \*\*uniwersalny / universal  
r.n. – różnica nieistotna / no significant differences

Tabela 4. Wpływ stosowanych nawozów na zawartość witaminy C w bulwach (mg·kg<sup>-1</sup>)  
Table 4. The impact of used fertilizers on vitamin C content in tubers (mg·kg<sup>-1</sup>)

Nawozy doglebowe Soil fertilizers (A)	Nawozy dolistne – Foliar fertilizers (B)					
	Kontrola* Control	U**	Fertileader Gold	Fertileader Axis	F. Gold+ F. Axis	Średnia Mean
Nawozy jednoskładnikowe Simple fertilizers	223	219	228	227	238	227
Eurofertil 33N process	231	231	236	233	240	234
Średnia – Mean	227	225	232	230	239	–
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> : A – 2; B – 3; AxB – 5						

\*bez dolistnego dokarmiania / without foliar application; \*\*uniwersalny / universal

Z kolei istotne różnice zawartości skrobi w bulwach wykazano tylko w stosunku do nawożenia doglebowego. Na obiekcie bez dolistnego dokarmiania po zastosowaniu nawozu Eurofertil 33N-process uzyskano o 0,8% (w wartościach rzeczywistych) większą zawartość skrobi w bulwach niż na obiekcie z nawozami jednoskładnikowymi, natomiast w warunkach użycia nawozów dolistnych wzrost o 0,6% poziomu skrobi w bulwach pod wpływem nawozu wieloskładnikowego w porównaniu do jednoskładnikowych (tab. 5). Wzrost zawartości skrobi w bulwach wynikać mógł z siarczanowej formy potasu wprowadzonej do gleby z nawozem Eurofertil 33N-process, na co wskazywały wcześniejsze badania odnośnie tego rodzaju nawozów [Bernat i Jabłoński 1998, Trawczyński i Grzeškiewicz 2006].

Tabela 5. Wpływ stosowanych nawozów na zawartość skrobi w bulwach (%)  
 Table 5. The impact of used fertilizers on starch content in tubers (%)

Nawozy doglebowe Soil fertilizers (A)	Nawozy dolistne – Foliar fertilizers (B)					
	Kontrola* Control	U**	Fertileader Gold	Fertileader Axis	F. Gold+ F. Axis	Średnia Mean
Nawozy jednoskładnikowe Simple fertilizers	16,4	16,7	16,7	16,7	16,9	16,7
Eurofertil 33N process	17,2	17,3	17,4	17,4	17,4	17,3
Średnia – Mean	16,8	17,0	17,0	17,1	17,1	–
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> : A – 0,4; B – r.n.; AxB – r.n.						

\*bez dolistnego dokarmiania / without foliar application; \*\*uniwersalny / universal  
 r.n. – różnica nieistotna / no significant differences

W odniesieniu do odmian jadalnych ważnymi są kwestie związane z bezpieczeństwem żywnościowym. W badaniach stwierdzono jednak, że zastosowane nawozy, zarówno doglebowe jak i dolistne nie miały istotnego wpływu na poziom azotanów (V) w bulwach. Wykazano jedynie, na obiekcie bez dolistnego dokarmiania większą o 11,7 mg·kg<sup>-1</sup>, natomiast w warunkach dolistnego dokarmiania większą o 8,4 mg·kg<sup>-1</sup> tendencję do gromadzenia tego związku w bulwach po zastosowaniu nawozów jednoskładnikowych niż nawozu wieloskładnikowego Eurofertil 33N-process (tab. 6). Ogólnie bulwy charakteryzowały się niską skłonnością do gromadzenia azotanów (V), poniżej 100 mg·kg<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub> w świeżej masie [Nowacki i in. 2016]. W określonych warunkach wynikających między innymi z niezrównoważonego lub zbyt wysokiego nawożenia stwierdza się często bardzo duże wahania poziomu tego składnika w bulwach [Jarych-Szyska 2006, Lachman i in. 2005, Lis 1996], stąd potrzeba oceny tego szkodliwego związku w bulwach ziemniaka.

Tabela 6. Wpływ stosowanych nawozów na zawartość azotanów (V) w bulwach (mg·kg<sup>-1</sup>)  
 Table 6. The impact of used fertilizers on nitrates (V) content in tubers (mg·kg<sup>-1</sup>)

Nawozy doglebowe Soil fertilizers (A)	Nawozy dolistne – Foliar fertilizers (B)					
	Kontrola* Control	U**	Fertileader Gold	Fertileader Axis	F. Gold+ F. Axis	Średnia Mean
Nawozy jednoskładnikowe Simple fertilizers	87,0	98,3	85,0	90,0	87,0	89,4
Eurofertil 33N process	75,3	86,6	82,0	80,6	80,6	81,0
Średnia – Mean	81,1	92,5	83,5	85,3	83,8	–
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> : A – r.n.; B – r.n.; AxB – r.n.						

\*bez dolistnego dokarmiania / without foliar application; \*\*uniwersalny / universal  
 r.n. – różnica nieistotna / no significant differences

## WNIOSKI

1. Niezależnie od rodzaju zastosowanych nawozów dolistnych istotnie większy plon bulw, więcej bulw o średnicy powyżej 60 mm w strukturze plonu oraz istotny wzrost zawartości skrobi i witaminy C w bulwach uzyskano pod wpływem nawozu wieloskładnikowego Eurofertil 33N-process w porównaniu do nawozów jednoskładnikowych.
2. W badaniach wykazano, że niezależnie od rodzaju zastosowanego nawożenia doglebowego, na obiekcie po zastosowaniu biostymulatorów Fertileader Gold w połączeniu z Fertileader Axis uzyskano istotnie największy plon bulw oraz zawartość witaminy C w bulwach.

## PIŚMIENNICTWO

- Bernat E., Jabłoński K. 1998. Agrotechniczne i ekonomiczne efekty nawożenia ziemniaków nawozem wieloskładnikowym Kemira Solanum. Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura 72: 21–27.
- Borowitzka M.A. 2013. High – value products from microalgae – their development and commercialisation. J. Appl. Phycol. 25: 743–756.
- Chojnacka K., Saeid A., Michalak I. 2012. The possibilities of the application of algal biomass in the agriculture. Chemik 11(66): 1235–1248.
- Erlichowski T., Pawińska M. 2003. Biologiczna ocena preparatu Kelpak w ziemniaku. Prog. Plant Prot. 43(2): 606–609.
- Grześkiewicz H., Trawczyński C. 1999. Dolistne dokarmianie ziemniaków jadalnych płynnymi nawozami wieloskładnikowymi. Biul. IHAR 209: 149–155.
- Haider M.W., Ayyub Ch.M., Pervez M.A., Asad H.U., Manan A., Raza S.A., Ashraf I. 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). Soil Environ. 31(2): 157–162.
- Jabłoński K. 2006. Wpływ nawożenia wieloskładnikowymi nawozami nowej generacji na plon i jakość ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 309–315.
- Jabłoński K. 2009. Produkcyjne i jakościowe efekty dolistnego nawożenia ziemniaków Sonatą Z i Alkali-nem PK 10-20. Ann. UMCS, Sect. E Agricultura 64(1): 59–67.
- Jarych-Szyska M. 2006. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka. Żywność Nauka Technologia Jakość. 2(47) Supl.: 76–84.
- Joubert J.M., Lefranc G. 2008. Seaweed phytosimulants 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 agriculturæ. Warsaw, 7–8 February 2008: 16.
- Khan W., Rayirath U., Subramanian S., Jithesh M., Rayorath P., Hodges M., Critchley A., Craigie J., Norrie J., Prithiviraj B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. J. Plant Growth Regulation 28: 386–399.
- Krzywy E., Jakubowski W., Krzywy J. 2001. Wpływ nawozów wieloskładnikowych i jednoskładnikowych na wysokość i niektóre cechy jakościowe plonów roślin. Fol. Univ. Agric. Stetin. 223, Agricultura 89: 99–106.
- Lachman J., Hamouz K., Dvorak P., Orsak M. 2005. The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. Plant Soil Environ. 51(10): 431–438.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 47–64.
- Lis B. 1996. Wpływ długości okresu wegetacji odmian i nawożenia azotowego na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 217–222.
- Lutomirska B., Szutkowska B., Nowacki W., Pietraszko M., Jankowska J. 2013. Występowanie wad kształtu bulw w plonie odmian i zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka. Biuletyn IHAR 267: 121–130.
- Marcinek J., Komisarek J., Bednarek R., Mocek A., Skiba S., Wiatrowska K. 2011. Systematyka Gleb Polski. Roczn. Glebozn. 62(3): 91–147.



- Matysiak K., Adamczewski K. 2010. Wpływ preparatów Moddus 250 EC, Kelpak SL, Algaminoplant, Humiplant i Yeald Plus na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka. *Ziemniak Pol.* 1: 28–33.
- Nowacki W. 2010. Ziemniak gatunkiem trudnym w uprawie narażonym na wysokie straty plonu handlowego. *Prog. Plant Prot.* 50(3): 1174–1180.
- Nowak W., Boguszewska-Mańkowska D., Czerko Z., Goliszewski W., Grudzińska M., Jankowska J., Pietraszko M., Trawczyński C., Wierzbicka A., Zarzyńska K. 2016. Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka. Wyd. IHAR-PIB, Oddział Jadwisin, 19: 1–35.
- Nowak K., Kozera W., Majcherczak E. 2004. Wpływ nawożenia mikroelementami na plon bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502: 247–251.
- Siddagangaiyah K., Raveesha A., Vasanth Kumar T. 2010. Effect of foliar application of phyton-a seaweed extract on growth and yield of potato. *Potato J.* 37(1–2): 44–47.
- Spolaroe P., Joannis–Cassan C., Duran E., Isambert A. 2006. Commercial applications of microalgae. *J. Biosc. Bioengin.* 101: 87–96.
- Stępień W., Mercik S. 2001. Działanie na rośliny i glebę nawozów wieloskładnikowych i pojedynczych w zmianowaniu pięciopolowym. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 223, *Agricultura* 89: 165–168.
- Szewczuk C. 2009. Wpływ dokarmiania dolistnego na plon bulw ziemniaka. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 64(1): 7–12.
- Szewczuk C., Michałojć Z. 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophys.* 85: 19–29.
- Świerczewska M., Sztuder H. 2004. Dolistne stosowanie preparatów mikroelementowych zawierających tytan. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502: 371–376.
- Taha Z.S. 2011. Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) Desiree cv. Mesopotamia. *J. Agric.* (39)2: 19–27.
- Trawczyński C., Grześkiewicz H. 2006. Wpływ wieloskładnikowego nawozu Agravita w warunkach zróżnicowanych dawek azotu na plon i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 149–155.
- Trawczyński C. 2014. Zastosowanie makro- i mikroelementowych nawozów chelatowych w dolistnym dokarmianiu ziemniaka. *Biul. IHAR* 271: 65–77.
- Trentacoste E.M., Matrinez A.M., Zenk T. 2015. The place of algae in agriculture: policies for algal biomass production. *Photosynth. Res.* 123(3): 305–315.
- Wadas W., Łęczycka T. 2010. Efektywność stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 257/258: 167–175.
- Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Głosek-Sobieraj M., Sienkiewicz S. 2015. Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. *J. Elementol.* 20(3): 757–768.
- 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.
- Zarzecka K. 2006. Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 53–72.

C. TRAWCZYŃSKI, W. PROKOP

## THE INFLUENCE OF MULTICOMPONENT FERTILIZERS WITH THE ADDITION OF SEAWEED ON THE YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS

### Summary

In the years 2014–2016 field experiments in Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department at Jadwisin (52°45' N, 21°63' E) on light soil were carried out on the impact on yield and some tubers potato quality of sea algae extract-based multicomponent fertilizers of the soil-applied and foliar application. The study used to soil multicomponent fertilizer Eurofertil 33N-process supplemented with foliar application liquid fertilizers Fertileader Gold and Fertileader Axis. 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. The control was the object with of the soil-applied fertilization without foliar fertilizers. The studies showed the significant large of tubers yield following the application of Eurofertil 33N-process in compare to single fertilizers. The use of Eurofertil 33N-process contributed to a significant increase in the percentage share of tubers with a diameter above 60 mm in the structure of the yield, increased starch content and vitamin C as compared to single fertilizers. The foliar fertilization by used of Fertileader Gold and Fertileader Axis resulted in a significant increase of tubers yield and level of vitamin C in tubers was found as compared to that in the control object.

**Key words:** sea algae, tubers quality, multicomponent fertilizers, tubers yield, potato

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 10.05.2017

Do cytowania – *For citation*

Trawczyński C., Prokop W. 2017. Wpływ nawozów wieloskładnikowych z dodatkiem alg morskich na plon i jakość bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 34(3): 109–118.