

WANDA WADAS
TERESA ŁĘCZYCKA

Katedra Warzywnictwa
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Efektywność stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka

The efficiency of application of complex multi-nutrient fertilizers in cultivation of very early potato cultivars

Celem badań była ocena efektywności stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex (NPKMgS 12-11-18-3-8 + B, Mn, Zn, Fe), Nitrophoska® blue special (NPKMgS 12-12-17-2-6 + B, Zn), Polimag® S (NPKMgS 10-8-15-5-14 + B, Cu, Mn, Zn) i Viking 13 (NPKMgCaS 13-13-21-1-4-1) w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka Aster, Fresco i Gloria. Efektywność nawożenia wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi porównywano do nawozów jednoskładnikowych (saletra amonowa, superfosfat pojedynczy, siarczan potasu). Efektywność nawożenia oceniano na podstawie efektywności rolniczej i efektywności fizjologicznej oraz wskaźnika opłacalności jednostkowej i opłacalności przeciętnej nawożenia. Stosowanie HydroComplexu, Polimag® S i Vikinga 13 dało podobny efekt produkcyjny jak nawozy jednokładnikowe, natomiast przy zastosowaniu Nitrophoski® blue special plon bulw frakcji handlowej był istotnie większy. Efektywność rolnicza nawożenia była największa przy stosowaniu wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex i Nitrophoska® blue special, a efektywność fizjologiczna przy stosowaniu nawozów Viking 13 i Polimag® S. Ekonomicznie uzasadnione było tylko stosowanie HydroComplexu i Nitrophoski® blue special. Efektywność nawożenia zależała od odmiany.

Słowa kluczowe: efektywność nawożenia, opłacalność nawożenia, wieloskładnikowe nawozy kompleksowe, ziemniak

The aim of the study was to evaluate the efficiency of application of four complex multi-nutrient fertilizers: HydroComplex (NPKMgS 12-11-18-3-8 + B, Mn, Zn, Fe), Nitrophoska® blue special (NPKMgS 12-12-17-2-6 + B, Zn), Polimag® S (NPKMgS 10-8-15-5-14 + B, Cu, Mn, Zn) and Viking 13 (NPKMgCaS 13-13-21-1-4-1) in cultivation of very early potato cultivars Aster, Fresco and Gloria. The complex multi-nutrient fertilizers were compared with single-component fertilizers (ammonium nitrate, single superphosphate, potassium sulphate). The fertilization efficiency was evaluated on the basis of agricultural and physiological efficiencies and based on unit profitability index and average profitability of fertilization. The productive effects of applying HydroComplex, Polimag® S and Viking 13 were similar to those observed with the single-component fertilizers. However, when Nitrophoska® blue special was applied, the yield of marketable tuber fraction was significantly higher than that obtained using the single-component fertilizers. The highest agricultural efficiency of

fertilization characterized the complex multi-nutrient fertilizers HydroComplex and Nitrophoska® blue special, whereas the highest physiological efficiency was recorded with the fertilizers Viking 13 and Polimag® S. Only the use of HydroComplex and Nitrophoska® blue special appeared to be economically profitable. The fertilization efficiency depended on the potato cultivar.

Key words: complex multi-nutrient fertilizers, fertilization efficiency, fertilization profitability, potato

WSTĘP

Oferta nawozów mineralnych na rynku jest bardzo zróżnicowana zarówno pod względem jakości jak i ceny. Obok nawozów jednoskładnikowych coraz więcej jest nawozów wieloskładnikowych. Nowe technologie produkcji nawozów mineralnych dają możliwość dostosowania proporcji poszczególnych składników do potrzeb nawozowych roślin uprawnych. Odpowiednio dobrany nawóz wieloskładnikowy nie powoduje przენawożenia jednym składnikiem, a jednakowy skład granul zwiększa efektywność nawożenia. Stosowanie takich nawozów ma szczególne uzasadnienie w przypadku szybko rosnących cen nawozów mineralnych. W ostatnich latach nawozy jednoskładnikowe, zwłaszcza azotowe, podrożały w większym stopniu niż nawozy wieloskładnikowe (Biskupski i Malinowski, 2003; Biskupski, 2008; Zalewski, 2008). W najbliższych latach należy spodziewać się zwiększenia zużycia nawozów wieloskładnikowych. Przy wyborze nawozu wieloskładnikowego, poza składem chemicznym i wzajemną proporcją między składnikami, należy uwzględnić czynniki agrotechniczne — gatunek uprawianej rośliny i kierunek użytkowania, stanowisko, zasobność gleby w fosfor i potas, właściwości agrochemiczne nawozu, termin i technikę stosowania oraz czynniki ekonomiczne — cenę jednostkową składnika w nawozie i koszty nawożenia (Grzebisz, 2000). W literaturze naukowej omawiany jest wpływ nawozów wieloskładnikowych na plon i skład chemiczny bulw ziemniaka, natomiast niewielu autorów podejmuje problem efektywności nawożenia. Efektywność rolnicza i efektywność fizjologiczna nawożenia zależały od rodzaju stosowanego nawozu i odmiany (Kukresz i Hodjankowa, 1998; Jabłoński 2001, 2002; Szmigiel i Kołodziejczyk, 2004). Stosowanie wieloskładnikowego nawozu kompleksowego w uprawie kilkunastu odmian ziemniaka, należących do różnych grup wczesności, powodowało największy przyrost plonu odmiany bardzo wczesnej (Makaraviciute, 2003 a, b). Pomimo wyższej ceny 1 kg NPK w nawozach wieloskładnikowych, nakłady ponoszone przy stosowaniu tych nawozów były niższe od nakładów ponoszonych przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych (Bernat i Jabłoński, 1998; Grześkiewicz i Trawczyński, 2000; Staugaitis i in., 2006).

Celem badań była ocena efektywności stosowania wybranych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych o podobnym stosunku N:P₂O₅:K₂O, zbliżonym do zalecanego dla ziemniaka jadalnego, w uprawie odmian bardzo wczesnych.

MATERIAŁ I METODY

Badano efektywność stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex (NPKMgS 12-11-18-3-8 + B, Mn, Zn, Fe), Nitrophoska® blue special

(NPKMgS 12-12-17-2-6 + B, Zn), Polimag® S (NPKMgS 10-8-15-5-14 + B, Cu, Mn, Zn) i Viking 13 (NPKMgCaS 13-13-21-1-4-1) w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka. Efektywność nawożenia wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi porównywano do nawozów jednoskładnikowych (saletra amonowa, superfosfat pojedynczy, siarczan potasu). Badania przeprowadzono w latach 2005–2007, na glebie lekkiej, o bardzo wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor, niskiej do bardzo wysokiej zasobności w potas i średniej zasobności w magnez, pH w KCl od 5,00 do 6,85. Badania prowadzono na trzech odmianach ziemniaka: Aster, Fresco i Gloria. Doświadczenie polowe prowadzono w układzie split-plot w trzech powtórzeniach. Powierzchnia każdego poletka do zbioru wynosiła 15 m². Obornik w dawce 30 t·ha⁻¹ stosowano jesienią, a nawozy mineralne w czasie wiosennego przygotowania pola przed sadzeniem ziemniaków. Wieloskładnikowe nawozy kompleksowe i nawozy jednoskładnikowe stosowano w ilości równoważnej zalecanej dla uprawianych odmian dawce azotu 100 kg N·ha⁻¹. Podkielkowane przez 4 tygodnie sadzeniaki w kolejnych latach prowadzenia badań wysadzano 15, 20 i 18 kwietnia, w rozstawie 62,5 cm × 30 cm. Ziemniaki zbierano w fazie dojrzałości fizjologicznej bulw, w latach 2005 i 2006 odpowiednio 25 i 31 lipca, a w roku 2007 dopiero 8 sierpnia. Efektywność nawożenia bardzo wczesnych odmian ziemniaka badanymi wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi oceniano na podstawie efektywności rolniczej i efektywności fizjologicznej nawożenia oraz wskaźnika opłacalności jednostkowej i opłacalności przeciętnej nawożenia. W obliczeniach przyjęto plon bulw frakcji handlowej (o średnicy powyżej 35 mm) oraz ceny rynkowe zakupu nawozów (nawozy jednoskładnikowe: w roku 2005 — 7,99 zł, w latach 2006 i 2007 — 8,18 zł za 1 kg NPK; HydroComplex: w roku 2005 — 11,64 zł, w roku 2006 — 11,71 zł, w roku 2007 — 11,92 zł za 1 kg NPK; Nitrophoska® blue special odpowiednio 11,72 zł, 11,75 zł i 11,90 zł; Polimag® S 9,93 zł, 10,05 zł i 10,01 zł; Viking 13: w roku 2005 — 6,95 zł, a w latach 2006 i 2007 — 6,99 zł za 1 kg NPK) i sprzedaży ziemniaków (w roku 2005 — 0,90 zł, w roku 2006 — 1,40 zł, a w roku 2007 — 0,50 zł za 1 kg bulw). Efektywność rolniczą nawożenia określano przyrostem plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK zastosowanego w nawozach, a efektywność fizjologiczną nawożenia przyrostem plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK pobranego przez roślinę. Wskaźnik opłacalności jednostkowej nawożenia wyliczono jako stosunek ceny 1 kg NPK w nawozach do wartości (ceny sprzedaży) 1 kg bulw, a opłacalność przeciętną nawożenia oceniono na podstawie stosunku przeciętnej efektywności nawożenia do wskaźnika opłacalności jednostkowej (Grześkowiak, 2001; Fotyma, 2002; Szmigiel i Kołodziejczyk, 2004). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Przy porównywaniu średnich istotność różnic oceniano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

W trzyletnim okresie badań najkorzystniejsze warunki dla wzrostu i rozwoju bardzo wczesnych odmian ziemniaka były w bardzo ciepłym i umiarkowanie wilgotnym sezonie wegetacyjnym 2007 roku. W roku 2005 wzrost i rozwój roślin ograniczały zbyt niska temperatura po wysadzeniu ziemniaków oraz silna posucha w drugiej połowie okresu wegetacji ziemniaka, a w roku 2006 silna posucha w ciągu całego okresu wegetacji ziemniaka.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rodzaj stosowanego nawozu miał istotny wpływ na plon bulw frakcji handlowej (tab. 1). Efekty produkcyjne stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex, Polimag® S i Viking 13, oceniane przyrostem plonu bulw w porównaniu z obiektem kontrolnym bez nawożenia mineralnego były podobne jak powszechnie stosowanych nawozów jednoskładnikowych. Największy przyrost plonu uzyskano przy stosowaniu Nitrophoski® blue special z najmniejszą zawartością azotu w formie amonowej. Przy stosowaniu tego nawozu plon bulw frakcji handlowej był większy średnio o 1,98 t·ha⁻¹ (9,8%), niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych. Rodzaj nawozu azotowego powinien być dostosowany do warunków glebowych i uprawianych roślin. Na glebach o odczynie kwaśnym lepszym źródłem azotu jest forma azotanowa. Ziemniak należy do roślin wrażliwych na nadmiar azotu w formie amonowej (Britto i Kronzucker, 2002). Korzystne efekty nawożenia Nitrophoską 12 special i Nitrophoską 15 perfect w uprawie ziemniaka na glebie średniozwięzłej wykazały badania Jabłońskiego (2006). Efekty plonotwórczego działania nawozów zależą od warunków meteorologicznych (Jabłoński, 1998), co potwierdzają przeprowadzone badania. Ilość opadów w okresie wegetacji ziemniaka miała większy wpływ na efekty nawożenia Nitrophoską® blue special i HydroComplexem, niż Polimagiem® S i Vikingiem 13 (tab. 1). Lepsze efekty dało stosowanie tych nawozów w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę. Niezależnie od rodzaju stosowanego nawozu, najlepiej plonowała odmiana hodowli krajowej Aster. Plon bulw frakcji handlowej tej odmiany był większy w 3-letnim okresie badań średnio o 3,43 t·ha⁻¹ (18,7%) w porównaniu z odmianą holenderską Fresco i o 2,77 t·ha⁻¹ (14,6%) w porównaniu z odmianą niemiecką Gloria.

Tabela 1

Plon bulw frakcji handlowej (t·ha⁻¹)
Yield of marketable tuber fraction (t·ha⁻¹)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Bez nawożenia mineralnego Without fertilizer	13,72	8,89	24,50	16,69	14,35	16,07	15,70
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	16,38	13,58	30,39	22,01	18,49	19,86	20,12
HydroComplex	15,73	13,62	35,18	25,10	19,36	20,08	21,51
Nitrophoska® blue special	15,67	14,53	36,11	23,23	22,10	20,97	22,10
Polimag® S	16,17	11,58	31,36	22,42	18,22	18,48	19,70
Viking 13	16,49	10,63	29,63	21,01	17,35	18,38	18,92
Średnia — Mean	15,69	12,14	31,20	21,74	18,31	18,97	19,68

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}: lata — years = 0,99; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 1,74; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 3,01; odmiana — cultivar = 1,07

Efektywność rolnicza i efektywność fizjologiczna nawożenia zależy od rodzaju stosowanego nawozu i odmiany (Szmigieli i Kołodziejczyk, 2004), co potwierdzają omawiane badania. Przeprowadzone badania wykazały większą efektywność rolniczą nawożenia wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi HydroComplex i Nitrophoska® blue

special, z grupy nitrofosek z dodatkiem mikroelementów, niż nawozami jednoskładnikowymi (tab. 2). Przy stosowaniu HydroComplexu przyrost plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK był większy średnio o 5,49 kg (33,3%), a przy stosowaniu Nitrophoski® blue special o 8,04 kg (48,8%) w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi. Efektywność rolnicza nawożenia Polimagiem® S, z grupy amofosek z dodatkiem mikroelementów nie różniła się istotnie, a Vikingiem 13, z grupy nitrofosek bez dodatku mikroelementów, była mniejsza w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi, ale przy stosowaniu tych nawozów większa była efektywność fizjologiczna nawożenia. Przy stosowaniu Polimagu® S przyrost plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK pobranego przez roślinę był większy średnio o 15,32 kg (10,1%), a przy stosowaniu Vikinga 13 o 29,20 kg (19,2%) w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi (tab. 3). Efektywność fizjologiczna nawożenia HydroComplexem nie różniła się istotnie, a Nitrophoską® blue special była mniejsza w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi. Efektywność nawożenia zależała od warunków meteorologicznych w okresie wegetacji ziemniaka (tab. 2 i 3). W bardzo ciepłym i umiarkowanie wilgotnym sezonie wegetacyjnym 2007 roku efektywność 1 kg NPK zastosowanego w nawozach wyrażona w plonie bulw frakcji handlowej była ponad 3-krotnie większa niż w roku 2005 z niedoborem opadów w drugiej połowie okresu wegetacji ziemniaka i 2-krotnie większa niż w roku 2006 z posuchą w ciągu całego okresu wegetacji ziemniaka. Efektywność fizjologiczna nawożenia była najmniejsza w roku 2005. Efektywność rolnicza nawożenia odmiany hodowli krajowej Aster była istotnie większa niż odmian zagranicznych Fresco i Gloria, natomiast efektywność fizjologiczna nawożenia była największa w uprawie odmiany holenderskiej Fresco (tab. 2 i 3). Przyrost plonu bulw frakcji handlowej odmiany Fresco na 1 kg NPK pobranego przez rośliny był większy średnio 1,5 razy niż odmian Aster i Gloria.

Tabela 2

Efektywność rolnicza nawożenia (ilość kg bulw na 1 kg NPK z nawozu)
Agricultural efficiency of fertilization (tuber yield (kg) per 1 kg NPK from fertilizer)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	9,96	17,48	21,96	19,83	15,43	14,14	16,47
HydroComplex	7,63	17,90	40,36	31,77	18,95	15,17	21,96
Nitrophoska® blue special	7,47	21,58	44,47	25,04	29,71	18,77	24,51
Polimag® S	9,46	10,34	26,46	22,05	14,92	9,29	15,42
Viking 13	9,98	6,27	18,48	15,55	10,82	8,36	11,58
Średnia — Mean	8,90	14,72	30,35	22,85	17,97	13,15	17,99

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}: lata — years = 0,88; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 1,63; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 2,82; odmiana — cultivar = 1,26

Tabela 3

Efektywność fizjologiczna nawożenia (ilość kg bulw na 1 kg NPK w plonie bulw)
Physiological efficiency of fertilization (tuber yield (kg) per 1 kg NPK in tuber yield)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	122,73	151,11	182,92	154,57	150,74	151,45	152,25
HydroComplex	133,47	147,18	165,27	137,73	160,77	147,42	148,64
Nitrophoska® blue special	122,80	130,19	140,58	112,44	161,61	119,52	131,19
Polimag® S	181,90	182,72	138,09	164,26	212,11	126,34	167,57
Viking 13	147,00	182,88	214,47	133,07	303,02	108,26	181,45
Średnia — Mean	141,58	158,82	168,26	140,42	197,65	130,60	156,22

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}: lata — years = 3,60; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 6,67; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 11,56; odmiana — cultivar = 4,97

Opłacalność jednostkowa nawożenia zależy od kosztów poniesionych na zakup nawozów i od ceny zbytu ziemniaków. Opłacalność jednostkowa nawożenia Polimagiem® S i Vikingiem 13 była większa niż HydroComplexem i Nitrophoską® blue special (tab. 4). Przy stosowaniu najdroższych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex i Nitrophoska® blue special na pokrycie kosztów zakupu 1 kg NPK należało przeznaczyć równowartość średnio 15,10 kg bulw frakcji handlowej, tj. prawie 1,5 razy więcej niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych. Wskaźnik opłacalności jednostkowej nawożenia Polimagiem® S był większy średnio o 2,27 w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi. Najniższa była cena 1 kg NPK przy stosowaniu Vikinga 13 i nawóz ten zapewniał największą opłacalność jednostkową nawożenia. Opłacalność jednostkowa nawożenia była najmniejsza w najbardziej korzystnym dla uprawy ziemniaka sezonie wegetacyjnym 2007 roku. W roku tym, na pokrycie kosztów zakupu 1 kg NPK należało przeznaczyć równowartość średnio 2-krotnie większej masy bulw niż w roku 2005 i prawie 3-krotnie większej niż w roku 2006.

Tabela 4

Wskaźnik opłacalności jednostkowej nawożenia (koszt nawozu / wartości plonu w PLN)
Unit profitability index of fertilization (cost of fertilizer / tuber yield value in PLN)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Średnia Mean
	2005	2006	2007	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	8,80	5,84	16,36	10,33
HydroComplex	12,97	8,35	23,90	15,07
Nitrophoska® blue special	13,06	8,41	23,90	15,12
Polimag® S	11,00	7,13	19,96	12,70
Viking 13	7,72	4,96	13,90	8,86
Średnia Mean	10,71	6,94	19,60	12,42

Efektywność ekonomiczna nawożenia zależała od stosowanego nawozu (tab. 5). Spośród badanych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych, ekonomicznie uzasadnione było tylko stosowanie HydroComplexu i Nitrophoski® blue special. Każdy 1 zł

kosztów poniesionych na zakup HydroComplexu powodował przyrost wartości produkcji średnio o 1,14 zł, a na zakup Nitrophoski® blue special o 1,27 zł. Przy stosowaniu Polimag® S i Vikinga 13 poniesione koszty nie dały opłacalnego przyrostu wartości produkcji. Badania innych autorów wykazały wysoką efektywność ekonomiczną stosowania HydroComplexu w uprawie cebuli, natomiast stosowanie tego nawozu w uprawie kapusty zwiększało koszty produkcji nie dając wymiernych korzyści (Szwonek i in., 1998; Sher, 2004). W okresie prowadzenia badań nawożenie było efektywne ekonomicznie tylko w latach 2006 i 2007, kiedy przyrost wartości produkcji był istotnie większy niż koszty poniesione na zakup nawozów (tab. 5). W sezonie wegetacyjnym 2005 roku, z silną posuchą w drugiej połowie okresu wegetacji ziemniaka, koszty nawożenia były większe od wartości przyrostu plonu. Opłacalność przeciętna nawożenia zależała od odmiany (tab. 5). Efektywność ekonomiczna nawożenia odmiany hodowli krajowej Aster i odmiany holenderskiej Fresco była istotnie większa niż odmiany niemieckiej Gloria. Każdy 1 zł kosztów poniesionych na zakup nawozów powodował przyrost wartości plonu odmiany Aster średnio o 1,33 zł, a odmiany Fresco o 1,13 zł. Wartość przyrostu plonu odmiany Gloria pokrywała jedynie koszty zakupu nawozów.

Tabela 5

Oplacalność przeciętna nawożenia (wartości plonu / zł kosztu nawozu w PLN)
Average profitability of fertilization (tuber yield value / cost of fertilizer in PLN)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer							
HydroComplex	0,87	2,29	1,03	1,34	1,37	1,47	1,40
Nitrophoska® blue special	0,45	1,66	1,31	1,56	0,97	0,89	1,14
Polimag® S	0,44	1,96	1,42	1,21	1,47	1,14	1,27
Viking 13	0,68	1,14	1,04	1,31	0,98	0,57	0,95
	0,99	0,97	1,02	1,26	0,88	0,84	0,99
Średnia Mean	0,68	1,60	1,16	1,33	1,13	0,98	1,15

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}; lata — years = 0,06; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 0,11; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 0,19; odmiana — cultivar = 0,09

WNIOSKI

1. Efekty produkcyjne stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex, Polimag® S i Viking 13 były podobne jak powszechnie stosowanych nawozów jednoskładnikowych, natomiast przy stosowaniu Nitrophoski® blue special plon bulw frakcji handlowej był istotnie większy niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych.
2. Efektywność rolnicza nawożenia HydroComplexem i Nitrophoską® blue special była większa niż Polimagiem® S i Vikingiem 13, ale przy stosowaniu tych nawozów efektywność fizjologiczna nawożenia była mniejsza.

3. Efektywność rolnicza nawożenia odmiany hodowli krajowej Aster była większa niż odmian zagranicznych Fresco i Gloria, natomiast efektywność fizjologiczna nawożenia była największa w uprawie odmiany holenderskiej Fresco.
4. Opłacalność jednostkowa nawożenia HydroComplexem i Nitrophoską® blue special była mniejsza niż Polimagiem® S i Vikingiem 13. Przy stosowaniu najdroższych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex i Nitrophoska® blue special na pokrycie kosztów zakupu 1 kg NPK należało przeznaczyć równowartość średnio prawie 1,5 razy większej masy bulw niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych.
5. Ekonomicznie uzasadnione było tylko stosowanie HydroComplexu i Nitrophoski® blue special. Przy stosowaniu Polimagu® S i Vikinga 13 poniesione koszty nie dały opłacalnego przyrostu wartości plonu.
6. Efektywność ekonomiczna nawożenia odmian Aster i Fresco była większa niż odmiany niemieckiej Gloria. Wartość przyrostu plonu odmiany Gloria pokrywała jedynie koszty zakupu nawozów.

LITERATURA

- Biskupski A. 2008. Metody granulacji stosowane w krajowych wytwórniach nawozów oraz własności uzyskanych nawozów. *Chemik* 9: 398 — 408.
- Biskupski A., Malinowski P. 2003. Asortyment nawozów mineralnych wytwarzanych przez krajowe wytwórnie. *Chemik* 11: 368 — 377.
- Bernat E., Jabłoński K. 1998. Agrotechniczne i ekonomiczne efekty nawożenia ziemniaków nawozem wieloskładnikowym Kemira Solanum. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura* 72: 21 — 27.
- Britto D., Kronzucker H. 2002. NH_4^+ toxicity in higher plants: a critical review. *J. Plant Physiol.* 159: 567 — 584.
- Fotyma A. 2002. Efektywność i opłacalność nawożenia. W: *Chemia rolna. Podstawy teoretyczne i praktyczne* (red. nauk. S. Mercik). Wyd. SGGW, Warszawa: 237 — 245.
- Grzebisz W. 2000. Agrochemiczne zalety nawozów wieloskładnikowych – zasady doboru i stosowania. *Wies Jutra* 11: 15 — 17.
- Grzeškiewicz H., Trawczyński C. 2000. Nawozy wieloskładnikowe w nawożeniu ziemniaka. *IHAR Oddz. Jadwisin*.
- Grzeškowiak A. 2001. Systemy nawożenia "Police". Zakłady Chemiczne Police S.A.
- Jabłoński K. 1998. Wpływ nawożenia Polifoską 6, Polifoską 12 i Polimagiem 305 na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura* 72: 109 — 114.
- Jabłoński K. 2001. Wpływ sposobów nawożenia ziemniaków wieloskładnikowym nawozem Agro Solanum na plon, jego strukturę i jakość bulw. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 223, Agricultura* 89: 81 — 86.
- Jabłoński K. 2002. Agrotechniczne i jakościowe efekty precyzyjnego proekologicznego nawożenia ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 183 — 193.
- Jabłoński K. 2006. Wpływ nawożenia wieloskładnikowymi nawozami nowej generacji na plon i jakość ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 309 — 315.
- Kukresz S., Hodjankowa A. 1998. Wpływ sposobów wprowadzania nawozów kompleksowych na plony, jakość roślin uprawnych i przemiany składników odżywczych w glebie. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura* 72: 175 — 180.
- Makaraviciute A. 2003 a. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agron. Res.* 1(2): 197 — 209.
- Makaraviciute A. 2003 b. Effect of fertilization on potato tuber yield, starch and dry matter content. *Zemes ukio Mokslai* 2: 35 — 42.
- Sher D. J. 2004. Changing fertilizers costs money. *Grower* 3: 40 — 44.

- Staugaitis G., Kucinskas J., Petrauskiene R., Dalangauskiene A. 2006. Influence of different kinds of fertilizers on early potato crop. *Sodininkyste ir Darzininkyste* 25 (1): 216 — 227.
- Szmigiel A., Kołodziejczyk M. 2004. Wybrane wskaźniki efektywności nawożenia ziemniaka. *Annales UMCS Sec. E* 59, 3: 1445 — 1453.
- Szwonek E., Konieczny M., Filipowicz M. 1998. Oddziaływanie nawozu wieloskładnikowego HydroComplex na zawartość składników pokarmowych w roślinach i plon cebuli. *Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. Ekologiczne aspekty produkcji ogrodniczej. Poznań, 17–18 listopada*: 109 — 114.
- Zalewski A. 2008. Kierunki zmian zużycia nawozów mineralnych w latach 2000–2007. *Rocz. Nauk. SERiA X(3)*: 581 — 586.