

WPLYW NAWOZU O SPOWOLNIONYM UWALNIANIU AZOTU NA PLON I JAKOŚĆ BULW ZIEMNIAKA

CEZARY TRAWCZYŃSKI¹

*Zakład Agronomii Ziemiaka, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
Oddział Jadwisin, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock*

Synopsis. Celem badań polowych przeprowadzonych w latach 2014–2016 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie było określenie plonowania i wybranych cech jakości bulw ziemniaka po zastosowaniu nawozu Azoslow, o spowolnionym uwalnianiu azotu w porównaniu do tradycyjnie stosowanych w uprawie ziemniaka nawozów azotowych (mocznik, saletra amonowa, saletrzak). Badania przeprowadzono na glebie nawozonej organicznie słomą i międzyplonem gorczycy białej. W doświadczeniu stosowano stały poziom azotu $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, fosforu $17,5 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ i potasu $99,6 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie mineralne fosforowo-potasowe stosowano jesienią pod orkę przedzimową. Nawożenie mineralne azotem stosowano wiosną w dwóch wariantach: przed sadzeniem bulw – 100% i w dawce podzielonej, 50% przed sadzeniem bulw + 50% bezpośrednio przed wschodami roślin ziemniaka. Kontrolę stanowił obiekt bez stosowania azotu mineralnego. W badaniach stwierdzono istotnie większy plon bulw po zastosowaniu nawozu Azoslow, o spowolnionym uwalnianiu azotu w porównaniu do kontroli oraz obiektów z saletrą amonową i saletrzakiem. Zastosowanie badanych nawozów w całości przed sadzeniem bulw miało korzystniejsze oddziaływanie na wielkość plonu i udział w strukturze plonu bulw o średnicy powyżej 60 mm niż w dawce podzielonej na dwie części. Zastosowanie nawozu Azoslow istotnie przyczyniło się do obniżenia azotanów (V) w bulwach w stosunku do pozostałych nawozów.

Słowa kluczowe: jakość bulw, nawozy azotowe, plon, ziemniak.

WSTĘP

Spośród stosowanych w nawożeniu składników azot jest jednym z głównych warunkujących wysoki potencjał plonotwórczy uprawianych gatunków roślin rolniczych, w tym ziemniaka [Westermann i in. 1994, Westermann 2005]. Pobranie azotu przez rośliny ziemniaka i jego wpływ na plon bulw zależą od dawki, terminu stosowania i przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji również od formy w jakiej ten składnik został zastosowany [Joern i Vitosh 1995, Love i in. 2005]. Najłatwiej pobierana przez rośliny jest szybko działająca forma azotanowa tego składnika, natomiast dłużej po zastosowaniu, z uwagi na powolniejszy rozkład formy: amonowa i amidowa [Winiarski 2004]. Obecnie poszukuje się różnych sposobów optymalizujących przyswajalność azotu, a tym samym poprawiających plon i jakość, również bulw ziemniaka. Jednym ze sposobów realizacji tego celu może być stosowanie nawozów o spowolnionym czy kontrolowanym uwalnianiu azotu [Korzeniowska 2009]. Najczęściej w procesie produkcji stosuje się otoczkowanie granul, np. siarką lub dodaje syntetyczne inhibitory nityfikacji, np. ureazę [Liang i Liu 2006, Tomaszewska i Jarosiewicz 2002]. Rozwiązania takie nie są jednak obojętne dla środowiska glebowego, głównie z uwagi na zakwaszenie i pozostałości różnych substancji, składników otoczek [Du i in. 2006, Jahns i Kaltwasser 2000].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* c.trawczyński@ihar.edu.pl

Dlatego ostatnio poszukuje się nowych bezpiecznych dla środowiska rozwiązań poprzez wprowadzanie otoczek biodegradowalnych czy spowolnienie uwalniania azotu w oparciu o użycie do produkcji nawozów naturalnych związków organicznych, między innymi agrogeluz uzyskiwanego z kolagenu. Produkcja nawozów odbywa się w procesie kompleksowania agrogeluz i mocznika przy określonej temperaturze. Matryca organiczna w postaci agrogeluz spełnia funkcję naturalnego koloidu kompleksującego mocznik, opóźnia działanie ureazy i sprawia, że uwalnianie azotu jest równoległe z mineralizacją samej matrycy [Lubkowski 2016]. W badaniach chodziło o wykazanie, w jakim stopniu stosowanie azotu pod ziemniaki w formie nawozu o stopniowym uwalnianiu tego składnika, wytwarzanego na bazie naturalnej matrycy organicznej wpłynąć może na wielkość plonu i jakości bulw ziemniaka.

Celem badań było określenie wpływu nawozu Azoslow na wielkość plonu i wybrane cechy jakości bulw odnoszące się do składu chemicznego oraz wyglądu bulw w porównaniu do tradycyjnie stosowanych w uprawie ziemniaka nawozów azotowych.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach polowych przeprowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB Oddział w Jadwisinie (52°45' N, 21°63' E) w latach 2014–2016 określono wpływ różnych rodzajów mineralnych nawozów azotowych na plon i wybrane cechy jakości bulw ziemniaka. Doświadczenia 2 czynnikowe zakładano w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Wielkość poletka wynosiła 14,85 m². Czynnikiem 1-rzędu był rodzaj nawozu azotowego: a. obiekt kontrolny (bez stosowania azotu mineralnego), b. Azoslow – 29% N, w tym forma amidowa – 24% i aminowa – 5% + węgiel organiczny 18% C (nawóz o spowolnionym uwalnianiu azotu w formie peletu), c. mocznik – 46% N, d. saletra amonowa – 34% N, e. saletrzak – 27% N. Czynnikiem 2-rzędu był termin stosowania azotu mineralnego: 1. Przed sadzeniem bulw – 100%, 2. Dawka podzielona – przed sadzeniem bulw (50%) + bezpośrednio przed wschodami roślin ziemniaka (50%).

Badania przeprowadzono na glebie płowej spiaszczonej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego. Gleba w poszczególnych latach badań charakteryzowała się kwaśnym odczynem, wysoką zasobnością przyswajalnego fosforu, średnią potas i magnezu.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji oceniono na podstawie współczynnika hydrotermicznego Sielianiowa. Stwierdzono, że pod względem układu warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin ziemniaka były to lata zróżnicowane. Okres wegetacji, od kwietnia do końca września w latach 2014 i 2016 należały się do mokrych, a 2015 rok charakteryzował się niedoborem opadów (posucha). W okresie gromadzenia plonu bulw (czerwiec, lipiec, sierpień) w 2014 roku tylko lipiec był suchy, w 2015 roku susza wystąpiła w czerwcu i sierpniu, a 2016 rok w tych miesiącach był wilgotny (tab. 1).

Nawożenie organiczne stanowiła rozdrobniona i przyorywana po żniwach słoma pszenna w ilości około 5 t·ha⁻¹ z dodatkiem 1 kg N na 100 kg słomy oraz jesienią zielona masa międzyplonu ścierniskowego z gorczyca białej w ilości 15–16 t·ha⁻¹. Nawożenie mineralne fosforem (superfosfat wzbogacony – 17,4% P) i potasem (sól potasowa – 49,8% K) w oparciu o zasobność gleby w przyswajalne formy tych składników stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej w dawce 17,5 kg P·ha⁻¹ i 99,6 kg K·ha⁻¹. Nawożenie mineralne azotem stosowano wiosną według schematu w dawce 100 kg·ha⁻¹ N.

Chwasty niszczone stosując do wschodów roślin ziemniaka 2-krotnie obsypnik z łańcuchami. Bezpośrednio przed wschodami, po ostatnim obredzeniu zastosowano Linurex 500 SC w dawce 2 l·ha⁻¹, a po wschodach roślin ziemniaka Titus 23 WG w dawce 60 g·ha⁻¹. W okre-

Tabela 1. Wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2014–2016 wg stacji meteorologicznej w Jadwisinie

Table 1. Values of hydrothermal coefficient of Sielianinov during the growing season of potato in the years 2014–2016 by meteorological station in Jadwisin

Lata Years	Miesiące/Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX
2014	1,98	0,92	1,47	0,35	1,40	0,26	1,06
2015	1,12	0,99	0,29	1,02	0,12	0,80	0,72
2016	1,12	1,94	1,52	1,70	1,07	0,20	1,26

Wartość/Value <0,50 – susza/drought; 0,50 –1,00 – posucha/semi drought; >1,00 – wilgotno/moist

sie wegetacji 4–5-krotnie przeprowadzano zabiegi ochronne przeciwko zarazie ziemniaka oraz 2–3-krotnie zwalczające stonkę.

Ziemniaki odmiany Finezja 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 struktury plonu (wagowo frakcje bulw poniżej 35 mm; od 35 do 50 mm; od 50 do 60 mm i powyżej 60 mm), procentowego udziału bulw zdeformowanych w plonie oraz zawartości skrobi i azotanów (V) w bulwach. 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 azotanów NO_3 (V) oznaczono refraktometrycznie 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 BADAŃ

W przeprowadzonych badaniach uzyskany plon bulw różnił się istotnie w zależności od rodzaju zastosowanych nawozów azotowych i terminu ich aplikacji (tab. 2). Istotnie większy plon bulw stwierdzono po zastosowaniu każdego rodzaju nawozu azotowego w stosunku do obiektu bez stosowania azotu mineralnego. Niezależnie od rodzaju zastosowanych mineralnych nawozów azotowych uzyskany plon bulw był większy o 20% w porównaniu do kontroli. Istotnie większy plon bulw po zastosowaniu nawozu o spowolnionym uwalnianiu azotu Azoslow uzyskano w porównaniu do nawozów o szybkim działaniu, w formie saletrano-amonowej, saletry amonowej i saletraku. Natomiast plon bulw pomiędzy obiektami z azotem mineralnym wolniej ulegającym rozkładowi w glebie, w formie amidowej, mocznika i nawozem o spowolnionym rozkładzie, w formie amidowo-aminowej, Azoslow nie różnił się istotnie, co odnosiło się również do terminu stosowania nawozów. Tendencja wzrostu plonu bulw wyniosła 4% na korzyść nawozu Azoslow, o spowolnionym uwalnianiu azotu w stosunku do mocznika. Wyniki badań odnośnie uzyskanego plonu bulw ziemniaka wskazywały, więc na lepszą skuteczność i efektywność azotu z form wolniej działających w stosunku do szybko ulegających rozkładowi w glebie. Udowodnione różnice na wielkość uzyskanego plonu bulw pomiędzy zastosowanymi nawozami stwierdzono w odniesieniu do terminów ich aplikacji. Średnio uzyskano istot-

Tabela 2. Wpływ rodzaju nawozu azotowego i terminu zastosowania na plon bulw t·ha⁻¹
 Table 2. The influence kind of nitrogen fertilizer and term of applied on the tubers yield t·ha⁻¹

Rodzaj nawozu/Kind of fertilizer (A)	Termin stosowania/Term of application (B)		Średnia Mean
	1*	2	
Bez azotu/Without of nitrogen	41,3	41,3	41,3
Azosłow	52,7	50,9	51,8
Mocznik/Urea	51,0	48,7	49,8
Saletra amonowa/Ammonium nitrate	50,2	47,7	48,9
Saletrzak/Nitro-chalk	49,3	46,6	47,9
Średnia – Mean	48,9	47,0	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – 2,3; B – 1,0; AxB – 3,0			

1* – Przed sadzeniem/Before planting (100%)

2 – Przed sadzeniem/Before planting (50%) + Przed wschodami/Before emergence (50%)

nie większy plon bulw stosując poszczególne nawozy w jednej dawce przed sadzeniem, niż z podziałem: przed sadzeniem i przed wschodami roślin ziemniaka. Współdziałanie badanych czynników wykazało, że stosując nawozy w jednej dawce uzyskano istotnie większy plon pod wpływem nawozu Azosłow tylko w stosunku do saletrzaku, a w dawce dzielonej w porównaniu do saletry amonowej i saletrzaku.

Rodzaj nawozu azotowego miał istotny wpływ na wielkość uzyskanych bulw w plonie, co odnosiło się tylko do stosowania tego składnika w jednej dawce, przed sadzeniem (tab. 3).

Tabela 3. Wpływ rodzaju nawozu azotowego i terminu zastosowania na strukturę plonu bulw (% wagowe)

Table 3. The influence kind of nitrogen fertilizer and term of applied on the structure tubers yield (weight of %)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Termin stosowania/Term of application							
	1*				2			
	Średnica bulw w mm/Tubers diameter in mm							
	<35	35–50	50–60	>60	<35	35–50	50–60	>60
Bez azotu/Without of nitrogen	1,6	21,9	31,1	45,4	1,6	21,9	31,1	45,4
Azosłow	1,9	14,8	21,7	61,6	2,2	21,4	29,4	47,0
Mocznik/Urea	1,7	15,2	27,5	55,6	3,1	19,7	30,1	47,1
Saletra amonowa/Ammonium nitrate	2,2	15,6	34,8	47,4	1,7	22,6	31,0	44,7
Saletrzak/Nitro-chalk	3,1	19,1	30,6	47,2	2,0	18,3	33,3	46,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	3,0	5,6	8,0	r.n.	2,9	r.n.	r.n.

1* – Przed sadzeniem (100%)/Before planting (100%)

2 – Przed sadzeniem (50%) + Przed wschodami (50%)/Before planting (50%) + Before emergence (50%)

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

Po zastosowaniu całości dawki azotu przed sadzeniem istotne różnice pomiędzy nawozami dotyczyły udziału frakcji bulw: 35–50 mm, 50–60 i powyżej 60 mm w strukturze plonu. Istotnie mniej bulw frakcji 35–50 mm uzyskano po zastosowaniu badanych nawozów, z wyjątkiem saletrzaku w porównaniu do kontroli. Bulw o średnicy 50–60 mm istotnie najmniej uzyskano po zastosowaniu Azoslow, a pod wpływem pozostałych nawozów stwierdzono zbliżony udział bulw tej frakcji w stosunku do kontroli. Udział bulw o średnicy powyżej 60 mm w strukturze plonu istotnie największy był po zastosowaniu nawozów Azoslow i mocznika w porównaniu do kontroli i pozostałych nawozów.

Oprócz udowodnionych zmian udziału poszczególnych wielkości bulw pomiędzy zastosowanymi nawozami stwierdzono również istotne różnice dotyczące udziału deformacji w strukturze plonu, jednej z podstawowych wad wyglądu bulw (tab. 4). Niezależnie od terminu aplikacji nawozów istotnie większy udział bulw zdeformowanych w strukturze plonu uzyskano po zastosowaniu saletry amonowej i saletrzaku, a pod wpływem nawozów Azoslow i mocznika podobny jak na kontroli. Natomiast istotnie więcej w porównaniu do kontroli stwierdzono bulw zdeformowanych pod wpływem nawozów Azoslow i mocznika po zastosowaniu ich w jednej dawce przed sadzeniem.

Tabela 4. Wpływ rodzaju nawozu azotowego i terminu zastosowania na procentowy udział bulw zdeformowanych w plonie ogólnym

Table 4. The influence kind of nitrogen fertilizer and term of applied on the percentage share tubers deformation in the total yield

Rodzaj nawozu/Kind of fertilizer (A)	Termin stosowania/Term of application (B)		Średnia Mean
	1*	2	
Bez azotu/Without of nitrogen	6,6	6,6	6,6
Azoslow	9,7	7,1	8,4
Mocznik/Urea	9,6	6,8	8,2
Saletra amonowa/Ammonium nitrate	8,8	9,2	9,0
Saletrzak/Nitro-chalk	6,4	8,7	7,6
Średnia – Mean	8,3	7,7	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – 2,0; B – r.n.; AxB – 2,5			

1* – Przed sadzeniem (100%)/Before planting (100%)

2 – Przed sadzeniem (50%) + Przed wschodami (50%)/Before planting (50%) + Before emergence (50%)

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

Analiza jednych z podstawowych elementów składu chemicznego dotycząca zawartości skrobi i azotanów (V) w bulwach w odniesieniu do badanych czynników była rozbieżna. Wykazano, że zawartość skrobi w bulwach nie była istotnie zróżnicowana w stosunku do badanych nawozów i podobna jak na obiekcie kontrolnym. Zbliżoną zawartością skrobi charakteryzowały się również bulwy po zastosowaniu całkowitej dawki azotu przed sadzeniem, jak i z jej podziałem (tab. 5).

Natomiast w przypadku zawartości azotanów (V) udowodnione różnice odnosiły się do terminu zastosowania i rodzaju nawozów oraz współdziałania tych czynników (tab. 6). Średnio dla nawozów istotnie więcej azotanów (V) w bulwach stwierdzono stosując azot w jednej dawce.

Tabela 5. Wpływ rodzaju nawozu azotowego i terminu zastosowania na zawartość skrobi w bulwach (%)
 Table 5. The influence kind of nitrogen fertilizer and term of applied on the content starch in tubers (%)

Rodzaj nawozu/Kind of fertilizer (A)	Termin stosowania/Term of application (B)		Średnia Mean
	1*	2*	
Bez azotu/Without of nitrogen	16,9	16,9	16,9
Azosłó	17,1	16,9	17,0
Mocznik/Urea	16,8	17,1	17,0
Saletra amonowa/Ammonium nitrate	17,1	17,3	17,2
Saletrzak/Nitro-chalk	17,2	17,1	17,1
Średnia – Mean	17,0	17,1	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – r.n.; B – r.n.; AxB – r.n.			

1* – Przed sadzeniem (100%)/Before planting (100%)

2 – Przed sadzeniem (50%) + Przed wschodami (50%)/Before planting (50%) + Before emergence (50%)

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

Tabela 6. Wpływ rodzaju nawozu azotowego i terminu zastosowania na zawartość azotanów (V) w bulwach (mg·kg⁻¹ NO₃ świeżej masy)

Table 6. The influence kind of nitrogen fertilizer and term of applied on the content of nitrogen (V) in tubers (mg·kg⁻¹ NO₃ of fresh matter)

Rodzaj nawozu/Kind of fertilizer (A)	Termin stosowania/Term of application (B)		Średnia Mean
	1*	2	
Bez azotu/Without of nitrogen	55,0	55,0	55,0
Azosłó	93,1	69,8	81,5
Mocznik/Urea	99,0	87,4	93,2
Saletra amonowa/Ammonium nitrate	97,6	97,2	97,4
Saletrzak/Nitro-chalk	97,4	89,4	93,4
Średnia – Mean	88,4	79,8	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – 10,8; B – 6,7; AxB – 14,8			

1* – Przed sadzeniem (100%)/Before planting (100%)

2 – Przed sadzeniem (50%) + Przed wschodami (50%)/Before planting (50%) + Before emergence (50%)

Na podstawie współdziałania czynników stwierdzono, że po zastosowaniu badanych nawozów w całości przed sadzeniem uzyskano zbliżoną zawartość azotanów w bulwach, ale istotnie wyższą niż na kontroli. Z kolei stosując dawkę podzieloną na dwie części istotnie mniejszą zawartość azotanów w bulwach stwierdzono na obiekcie z użyciem nawozu o spowolnionym uwalnianiu azotu w porównaniu do obiektów z mocznikiem, saletrą amonową i saletrzakiem oraz nieistotnie zróżnicowaną w stosunku do kontroli, obiektu bez azotu. Niezależnie od terminu stosowania azotu wykazano również istotnie mniejszą zawartość azotanów w bulwach

po zastosowaniu nawozu Azoslow w stosunku do pozostałych badanych nawozów. Uzyskane wyniki dowiodły, że stosując azot w formie nawozu o stopniowym uwalnianiu tego składnika, a więc przy stałym jego dostępie dla roślin można w określonym stopniu korzystniej oddziaływać na poziom plonu bulw oraz istotnie obniżyć poziom azotanów (V) w bulwach.

DYSKUSJA

W literaturze brakuje badań odnoszących się do wpływu nawozów azotowych o kontrolowanym uwalnianiu tego składnika stosowanych w tradycyjnej technologii uprawy ziemniaka, czego uzupełnieniem są niniejsze badania. Większość dotychczas przeprowadzonych badań odnosiło się do stosowania nawozów o kontrolowanym czy spowolnionym działaniu azotu do produkcji szkółkarskiej [Chochura 2004], utrzymywania trawników i boisk sportowych oraz zieleni miejskiej [Carrow 1997]. W produkcji rolniczej badania z wolnodziałającymi nawozami azotowymi, z uwagi na wyższą ich cenę w porównaniu z tradycyjnymi prowadzone były w uprawach intensywnych, wysokonakładowych, co dotyczyło głównie warzywnictwa czy sadownictwa [Kelly i in. 2009, Obreza i Rouse 2006, Shao i in. 2007] i z reguły stwierdzano korzystniejsze ich oddziaływanie na plonowanie roślin. W badaniach polowych Guertal [2000, 2009] wykazał istotny wzrost plonu papryki po zastosowaniu nawozu o kontrolowanym uwalnianiu azotu w porównaniu do mocznika i saletry amonowej, co w odniesieniu do saletry potwierdzono również w stosunku do bulw ziemniaka. Cai i in. [2016] stwierdzili wzrost plonu kapusty pekińskiej o 28,2% po zastosowaniu nawozu o kontrolowanym uwalnianiu azotu w porównaniu do kontroli, nawozu o działaniu zwykłym. W ostatnich latach prowadzi się coraz więcej badań ze stosowaniem nawozów azotowych o kontrolowanym uwalnianiu składnika również w produkcji polowej różnych gatunków roślin rolniczych [Ma i in. 2006, Yang i in. 2005], w tym ziemniaka [Hutchinson i in. 2003]. W badaniach Hutchinsona i in. [2003] po zastosowaniu nawozu azotowego, o spowolnionym działaniu, otoczkowanego polimerem uzyskano plon bulw zbliżony do tradycyjnie używanych nawozów azotowych, saletry amonowej i mocznika, co w stosunku do mocznika było potwierdzeniem badań własnych. Ponadto w badaniach własnych oraz Hutchinsona i in. [2003] uzyskano zbliżony wzrost plonu bulw pod wpływem zastosowanych nawozów azotowych w porównaniu do kontroli. Zvomuya i Rosen [2001] oraz Shoji i in. [2001] uzyskali natomiast istotnie większy plon bulw po zastosowaniu nawozu o kontrolowanym uwalnianiu azotu w porównaniu do mocznika. Ponadto Shoji i in. [2001] udowodnili, że zastosowanie dawki 260 kg·ha⁻¹ N w formie tradycyjnych nawozów mineralnych porównywalne było w oddziaływaniu na plon bulw jak 110 kg·ha⁻¹ N w postaci nawozu o spowolnionym uwalnianiu tego składnika. Korzystne oddziaływanie na plon bulw nawozów o kontrolowanym uwalnianiu składników w różnych systemach produkcji ziemniaka uzyskali również Kang i Han [2005] oraz Pack i in. [2006]. W badaniach własnych wykazano, że oprócz wzrostu i poprawy struktury plonu, przy rozłożonym w czasie dostępie azotu dla roślin ziemniaka można skutecznie obniżyć poziom azotanów w bulwach. W przyszłości prawdopodobny jest znaczny wzrost zużycia nawozów o kontrolowanym uwalnianiu składników ze względu na dążenie do zmniejszenia niekorzystnego wpływu nawożenia na środowisko, stąd rozwoju proekologicznych technologii produkcji poprawiających wykorzystanie i ograniczających straty tego składnika [Shaviv i Mikkelsen 1993, Wang i Alva 1996], a jednocześnie uzyskiwania dużych plonów o wysokiej jakości, co w określonym stopniu wykazały przeprowadzone badania w odniesieniu do ziemniaka.

WNIOSKI

1. Oddziaływanie na wielkość plonu bulw nawozu Azoslow było istotnie korzystniejsze niż saletry amonowej i saletrzaku, ale nie różniło się istotnie w stosunku do stosowania mocznika.
2. Pod wpływem nawozu Azoslow uzyskano istotne obniżenie poziomu azotanów (V) w bulwach w porównaniu do pozostałych nawozów azotowych.
3. Wykazano korzystniejsze działanie na wielkość plonu bulw i udział bulw dużych, o średnicy powyżej 60 mm w strukturze stosując nawozy w jednej dawce, przed sadzeniem bulw.

PIŚMIENNICTWO

- Cai S.M., Zhu H.T., Wang J.J., Yu T.Y., Qian X., Shan Y., Tian J. 2016. Fertilization impacts on green leafy vegetables supplied with slow release nitrogen fertilizers. *J. Plant Nutr.* 39: 1421–1430.
- Carrow R.N. 1997. Turfgrass response to slow-release nitrogen fertilizers. *Agron. J.* 89: 491–496.
- Chochura P. 2004. Nawozy wolno działające dla produkcji szkółkarskiej. W: Miejsce polskiego szkółkarstwa w Unii Europejskiej: IX Ogólnopolska Konferencja Szkółkarska, Skierniewice 18–19 lutego 2004. Wyd. ISiK Skierniewice, 55–59.
- Du C., Zhou J., Shaviv A. 2006. Release characteristics of nutrient from polymer-coated. *J. Polym. Environ.* 14: 223–230.
- Guertal E.A. 2000. Preplant slow-release nitrogen fertilizers produces similar bell pepper yields as split applications of soluble fertilizer. *Agron. J.* 92: 388–393.
- Guertal E.A. 2009. Slow-release nitrogen fertilizers in vegetable production: A review *HortTechnology* 19(1): 16–19.
- Hutchinson C.E., Simonne P., Solano J.M., Livingston-Way P. 2003. Testing of controlled release fertilizers programs for seep irrigated irish potato production. *J. Plant Nutr.* 26: 1709–1723.
- Jahns T., Kaltwasser H. 2000. Mechanism of microbial degradation of slow-release fertilizers. *J. Polymer Environ.* 8(1): 11–16.
- Joern B.C., Vitosh M.L. 1995. Influence of applied nitrogen on potato. Part I: yield, quality and nitrogen uptake. *Am. Potato J.* 72: 51–63.
- Kang B.K., Han S.H. 2005. Production of seed potato (*Solanum tuberosum* L.) under the recycling capillary culture system using controlled release fertilizers. *J. Soc. Hort. Sci.* 74: 295–299.
- Kelly T., Kent E., Shinjiro S. 2009. Release mechanisms for slow- and controlled-release fertilizers and strategies for their use in vegetable production. *HortTechnology* 19(1): 10–12.
- Korzeniowska J. 2009. Postęp w badaniach nad nawozami o kontrolowanym działaniu. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 18: 9–26.
- Liang R., Liu M. 2006. Preparation and properties of a double-coated slow-release and water-retention urea fertilizer. *J. Agric. Food Chem.* 54: 1392–1398.
- Love S.L., Stark J.C., Salaiz T. 2005. Response of four potato cultivars to rate and timing of nitrogen fertilizer. *Am. J. Potato Res.* 82: 21–30.
- Lubkowski K. 2016. Environmental impact of fertilizer use and slow release of mineral nutrients as a response to this challenge. *Pol. J. Chem. Technol.* 18(1): 71–78.
- Ma L., Zhong M., Chen J.Q., Kong F.M., Yang Y.Ch. 2006. Effect of coated controlled-release nitrogen fertilizers on yield increase of corn. *Phosphate & Compound Fertilizer* 21(4): 12–14.
- Obreza T.A., Rouse R.E. 2006. Long-term response of „Hamlin” orange trees to controlled-release nitrogen fertilizer. *HortScience* 41: 423–426.
- Pack J.E., Hutchinson C.M., Simonne E.H. 2006. Evaluation of controlled release fertilizers for northeast Florida chip potato production. *J. Plant Nutr.* 29: 1301–1313.
- Shao L., Zhong M., Chen X.S., Wang L.X. 2007. Effects of controlled-release nitrogen fertilizer on yield and nitrogen content of soil and apple tree. *Acta Horticulturae Sinica* 34 (1): 43–46.

- Shaviv A., Mikkelsen R.L. 1993. Controlled-release fertilizers to increase efficient of nutrient use and minimize environmental degradation: A review. *Fert. Res.* 35: 1–12.
- Shoji S., Delgado J., Mosier A., Miura Y. 2001. Use of controlled-release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32(7–8): 1051–1070.
- Tomaszewska M., Jarosiewicz A. 2002. Use of polysulfone in controlled-release NPK fertilizer formulations. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4634–4639.
- Wang F.I., Alva A.K. 1996. Leaching of nitrogen from slow-release urea sources in sandy soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 60: 1454–1458.
- Westermann D.T. 2005. Nutritional requirements of potatoes. *Am. J. Potato Res.* 82: 301–307.
- Westermann DT, Tindall TA, James DW, Hurst RL. 1994. Nitrogen and Potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. *Am. Potato J.* 71: 417–431.
- Winiarski A. 2004. Nowe kierunki w produkcji i stosowaniu nawozów. *Mat. szkoleniowe – Stosowanie Agrochemikaliów 90*. Wyd. IUNG Puławy: 23–45.
- Yang W.Y., He M.R., Wang Y.J., Zhang B., Wu C.P. 2005. Effect of controlled-release urea combined application with urea on nitrogen utilization efficiency of winter wheat. *Plant Nutr. Fert. Sci.* 11(5): 627–633.
- Zvomuya F., Rosen C.J. 2001. Evaluation of polyolefin-coated urea for potato production on a sandy soil. *HortScience* 36: 1057–1060.

C. TRAWCZYŃSKI

THE INFLUENCE OF SLOW-RELEASE NITROGEN FERTILIZER ON THE YIELD AND QUALITY TUBERS POTATO

Summary

The aim of the field experiment conducted in the years 2014–2016 in Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department at Jadwisin was to determine the yield and some quality of potato tubers after applying slow-release nitrogen fertilizer of Azoslow in compared to conventionally used in potato nitrogen fertilizers (urea, ammonium nitrate, nitro-chalk). The study was conducted on soil fertilized organically with straw and intercrop white mustard. In this experiment a constant level of nitrogen 100 kg N·ha⁻¹, phosphorus 17.5 kg P·ha⁻¹ and potassium 99.6 kg K·ha⁻¹ was used. Mineral fertilization phosphorus and potassium were applied in the autumn under plowing. Mineral fertilization with nitrogen was applied in the spring in two variants: before planting of tubers – 100% and a divided dose, 50% before planting of tubers + 50% just before the emergence of the potato plant. The control was the object without the use of mineral nitrogen. The study showed significantly higher yield of tubers after application fertilizer of Azoslow, about slow-release of nitrogen in compared to control object and objects with of ammonium nitrate, and nitro-chalk. The use of fertilizers in full before planting of tubers have a favorable impact on the yield and share of tubers about diameter above 60 mm in structure yield than a divided dose into two parts. The application of fertilizer Azoslow significantly contributed to the reduction of nitrates in tubers in compared to other fertilizers.

Key words: tubers quality, nitrogen fertilizers, yield, potato.

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 22.02.2017

Do cytowania – *For citation*

Trawczyński C. 2017. Wpływ nawozu o spowolnionym uwalnianiu azotu na plon i jakość bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 34(2): 94–102.