

CEZARY TRAWCZYŃSKI**ANNA WIERZBICKA**

Zakład Agronomii Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie

Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem

The reaction of new potato cultivars to nitrogen fertilization

Celem doświadczeń polowych przeprowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin było określenie reakcji na nawożenie azotem nowych odmian ziemniaka: Impala, Miłek, Velox, Augusta, Ewelina, Nora, Oman, Elanda, Marlen, Meridian, Roko, Medea, Kuras, Pokusa. W badaniach określono wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem na plon bulw, efektywność nawożenia, zawartość skrobi i azotanów w bulwach. Badania przeprowadzono na glebie lekkiej nawożonej słomą i poplonem gorczycy białej. W badaniach stosowano 5 poziomów nawożenia azotem: 0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹. Nawożenie mineralne P i K stanowiło: 52,3 kg P·ha⁻¹ oraz 149,4 kg K·ha⁻¹. Stwierdzono, że odmiany Nora i Oman charakteryzowały się dużymi wymaganiami nawozowymi, odmiany Augusta, Elanda i Meridian wymaganiami średnimi, natomiast odmiany Impala, Miłek, Velox, Ewelina, Marlen, Roko, Medea, Kuras i Pokusa wymaganiami małymi. Efektywność maksymalnej dawki azotu wahała się od 20 do 109 kg bulw na 1 kg N. Największą efektywnością nawożenia charakteryzowały się odmiany: Velox, Kuras i Medea (powyżej 100 kg bulw na 1 kg N), a najmniejszą odmiana Nora. Zawartość azotanów w bulwach wzrastała, natomiast zawartość skrobi obniżała się w miarę zwiększania dawki azotu. Największą zawartością skrobi charakteryzowała się skrobiowa odmiana Kuras, a z jadalnych odmian Marlen i Miłek. Największą zawartość azotanów stwierdzono w bulwach odmian Impala, Miłek, Velox i Meridian (powyżej 100 mg NO₃·kg⁻¹ świeżej masy bulw), a najmniejszą w bulwach odmiany Kuras (26 mg NO₃·kg⁻¹ świeżej masy bulw).

Słowa kluczowe: azotany, dawki azotu, odmiany ziemniaka, plon bulw, zawartość skrobi

The aim of the field experiments conducted in Plant Breeding and Acclimatization Institute — National Research Institute, Division in Jadwisin was to determine the reaction of the new potato cultivars (Impala, Miłek, Velox, Augusta, Ewelina, Nora, Oman, Elanda, Marlen, Meridian, Roko, Medea, Kuras, Pokusa) to the nitrogen fertilization. In the study, the influence of different nitrogen doses on tubers yield, fertilization efficiency, starch and nitrates content in tubers were determined. The experiment was carried out on the light soil fertilized with straw and aftercrop of white mustard. In these experiments 5 levels of nitrogen fertilization were applied: 0, 50, 100, 150 and 200 kg N·ha⁻¹. The mineral fertilization of P and K amounted to: 52.3 kg P·ha⁻¹ and 149.4 kg K·ha⁻¹. It was found that the cultivars Nora and Oman were characterized by high requirements for nitrogen dose, medium ones were suitable for cultivars Augusta, Elanda and Meridian but the requirements for cultivars: Impala, Miłek, Velox, Ewelina, Marlen, Roko, Medea, Kuras and Pokusa were low. The effectiveness

of maximum dose oscillated from 20 to 109 kg of tubers per 1 kg of N. The highest fertilization efficiency characterized cultivars: Velox, Kuras and Medea (above 100 kg of tubers per 1 kg of N) and the lowest one cultivar Nora. Along with the increasing nitrogen dose, the content of nitrates in tubers increased but the starch content decreased. The highest content of starch in tubers was noted for the starch cultivar Kuras and within the table cultivars: Marlen and Miłek. The cultivars Impala, Miłek, Velox and Meridian had highest content of nitrates in tubers (above 100 mg NO₃·kg⁻¹ fresh mass of tubers) and cultivar Kuras had the lowest one (26 mg NO₃·kg⁻¹ fresh mass of tubers).

Key words: nitrates content, nitrogen doses, potato cultivars, tubers yield, starch content

WSTĘP

Nawożenie azotem ma decydujący wpływ na plon i zawartość niektórych składników w bulwach ziemniaka (Roztropowicz, 1989; Chodkowski, 1997; Fotyma, 2000; Lisińska, 2006). Jedną z metod ustalenia potrzeb nawozowych w stosunku do azotu jest reakcja plonu bulw na wzrastający poziom nawożenia tym składnikiem (Mercik, 2002). Odmiany ziemniaka odznaczają się dużym zróżnicowaniem plonu w reakcji na zastosowany azot, dlatego zapotrzebowanie na ten składnik należy rozpatrywać w odniesieniu do poszczególnych genotypów (Wierzejska-Bujakowska, 1996 a; Jabłoński, 2004 b; Trawczyński, 2004, 2007). Podkreśla się również, że dawka azotu jest jednym z głównych czynników wpływających między innymi na zawartość skrobi i azotanów w bulwach (Lis, 1996; Jabłoński, 1996; Wierzbicka i in., 2008).

Celem badań było wyznaczenie poziomu nawożenia azotem warunkującego uzyskanie maksymalnego plonu bulw i określenie efektywności nawożenia zastosowanej dawki azotu dla nowych odmian ziemniaków oraz analiza wpływu nawożenia azotem na zawartość skrobi i azotanów w bulwach.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2006–2009 w Zakładzie Agronomii Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie w ścisłych doświadczeniach polowych i laboratoryjnych badano reakcję 14 nowych odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności na nawożenie azotem. Badania przeprowadzono w cyklach 2-letnich (2006–2007, 2007–2008, 2008–2009). Doświadczenia 2-czynnikowe zakładano metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Wielkość pojedynczego poletka stanowiła powierzchnię 7,425 m². Czynnikiem pierwszego rzędu były zróżnicowane dawki azotu (0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹ N), a drugiego rzędu odmiany (jadalne bardzo wczesne — Impala, Miłek, Velox, jadalne wczesne — Augusta, Ewelina, Nora, Oman, jadalne średnio wczesne — Elanda, Marlen, Meridian, jadalna średnio późna — Roko, jadalna późna — Medea i skrobiowe późne — Kuras, Pokusa).

Doświadczenia prowadzono na glebie lekkiej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Charakterystykę warunków glebowych przed założeniem doświadczenia dotyczącą odczynu, zawartości fosforu, potasu i magnezu w warstwie ornej przedstawiono w tabeli 1. Gleba w poszczególnych latach badań wykazywała kwaśny odczyn, bardzo wysoką zawartość przyswajalnego fosforu oraz średnią do wysokiej

zawartość potasu i magnezu. Warunki pogodowe dotyczące opadów i temperatury powietrza zamieszczono w tabeli nr 2. Lata 2006, 2008 i 2009 charakteryzowały się zbliżoną ilością opadów w poszczególnych okresach wegetacji roślin (od 316 do 340 mm), natomiast w roku 2007 stwierdzono większe opady (436 mm) w porównaniu do trzech pozostałych lat badań. Średnie temperatury powietrza w okresach wegetacji lat 2007 i 2008 stanowiły odpowiednio 13,8 i 14,2°C, zaś w latach 2006 i 2009 były wyższe i wahały się od 14,9 do 15,4°C.

Tabela 1

Zawartość P, K, Mg oraz pH gleby
Soil content of P, K, Mg and pH

Rok Year	pH w KCl pH in KCl	Zawartość w glebie (mg.kg ⁻¹) Content in the soil(mg.kg ⁻¹)		
		P	K	Mg
2006	5,0	106	129	32
2007	4,9	111	95	52
2008	5,5	102	154	70
2009	5,1	96	129	70

Nawożenie organiczne pod ziemiaki stanowiła słoma pszenna w dawce 4–5 t·ha⁻¹ z dodatkiem azotu mineralnego (około 1 kg N na 100 kg słomy) przyorywana podorywką oraz poplon ścierniskowy z gorczycy białej przyorywany jesienią orką przedzimową. Nawożenie mineralne fosforem stosowano w postaci superfosfatu potrójnego, a potasem w postaci soli potasowej. Jesienią pod orkę przedzimową wysiewano 39,2 kg P·ha⁻¹ i 99,6 kg K·ha⁻¹, a wiosną przed sadzeniem uzupełniające dawki fosforu — 13,1 kg P·ha⁻¹ i potasu — 49,8 kg K·ha⁻¹. Azot w dawkach 50 i 100 kg·ha⁻¹ wysiewano według schematu doświadczenia bezpośrednio przed sadzeniem bulw. Na poletkach nawożonych dawką 150 i 200 kg N·ha⁻¹ uzupełniano nawożenie azotem wysiewając 50 i 100 kg·ha⁻¹ przed wschodami ziemniaków. Chwasty niszczone metodą mechaniczno-chemiczną.

Ziemiaki sadzano ręcznie w III dekadzie kwietnia w rozstawie 75×33 cm, a zbierano w okresie od III dekady sierpnia (odmiany bardzo wczesne i wczesne) do I dekady października (odmiany późne). Liczba roślin na poletku do zbioru wynosiła 30. Podczas zbioru określono plon bulw oraz pobierano 5-kilogramowe próby w celu oznaczenia zawartości skrobi i azotanów w bulwach. Zawartość skrobi, z każdego poletka oznaczono metodą hydrostatyczną na podstawie pomiaru gęstości bulw ważonych w powietrzu i pod wodą. Oznaczenia wykonano na wadze elektronicznej. Zawartość azotanów w bulwach oznaczano w próbach obiektowych stosując kolorymetryczną metodę z wykorzystaniem reakcji Griessa. Odmiany podzielono na 3 grupy w zależności od skłonności do kumulacji azotanów w bulwach: niska – poniżej 100 mg NO₃·kg⁻¹; średnia od 100 do 200 mg NO₃·kg⁻¹; wysoka — powyżej 200 mg NO₃·kg⁻¹ św. masy przy poziomie nawożenia 100 kg N·ha⁻¹ (Nowacki i in., 2009).

Z zależności pomiędzy wielkością plonu bulw a dawką azotu określono zapotrzebowanie odmian na azot. Na podstawie parametrów funkcji kwadratowej $Y = a + bX + cX^2$, gdzie Y= plon bulw; X= dawka azotu; a= plon przy dawce 0 kg·ha⁻¹ N; b= przyrost plonu na 1 kg dawki N; c= współczynnik zmniejszającego się przyrostu plonu,

wyznaczono wielkość maksymalnej dawki azotu $X_{\max} = -b/2c$. Następnie wyliczono plon bulw dla maksymalnej dawki azotu $Y_{\max} = (a - b^2)/4c$ oraz efektywność agronomiczną maksymalnej dawki azotu $E_A = (Y_N - Y_0)/N$, gdzie Y_N = plon bulw przy maksymalnej dawce azotu; Y_0 = plon bulw na obiekcie bez azotu; N = dawka azotu.

Określenie potrzeb w stosunku do maksymalnej dawki azotu przeprowadzono przy zastosowaniu przedziału, który umożliwił podział odmian na 3 grupy: o małych (poniżej 145), średnich (145–177) i dużych (powyżej 177 kg N·ha⁻¹) wymaganiach. W praktyce racjonalne nawożenie należy jednak opierać nie na maksymalnych dawkach azotu, lecz na dawkach zalecanych. Na podstawie opisu graficznego (poprowadzenie prostej stycznej do paraboli określającej plon maksymalny) wyznacza się wielkości przedziałów zalecanych dawek azotu: poniżej 111 kg — wymagania małe, od 111 do 133 kg — wymagania średnie i powyżej 133 kg·ha⁻¹ — wymagania duże (Wierzejska-Bujakowska, 1996a; Trawczyński, 2004).

Wyniki doświadczeń opracowano posługując się programem statystycznym SAS Enterprise Guide. Analizę porównania średnich przeprowadzono metodą Tukeya.

Tabela 2

Rozkład opadów oraz średnie temperatury powietrza w okresie wegetacji
Rainfall distribution and average air temperatures during vegetation period

Rok Year	Miesiąc Month	Opady atmosferyczne (mm) — Rainfalls			Temperatura powietrza (°C) — Air temperature		
		suma m-ca sum of month	średnia wielolecia multiyear mean	odchylenie deviation	średnia m-ca mean for month	średnia wielolecia multiyear mean	odchylenie deviation
2006	IV	38,0	39	-1,0	7,7	7,7	0,0
	V	50,4	51	-0,6	12,8	13,7	-0,9
	VI	50,9	77	-26,1	15,2	16,5	-1,3
	VII	9,2	73	-63,8	22,0	18,4	3,6
	VIII	156,1	62	94,1	17,0	17,7	-0,7
	IX	11,5	49	-37,5	14,8	13,2	1,6
Suma — Sum		316,1					
2007	IV	16,3	39	-22,7	7,8	7,7	0,1
	V	78,4	52	26,4	13,1	13,6	-0,5
	VI	109,6	77	32,6	15,7	16,5	-0,8
	VII	54,1	73	-18,9	17,6	18,4	-0,8
	VIII	74,3	62	12,3	17,8	17,8	0,0
	IX	103,7	51	52,7	10,8	13,1	-2,3
Suma — Sum		436,4					
2008	IV	29,3	38	-8,7	7,4	7,7	-0,3
	V	62,9	52	10,9	13,6	13,6	0,0
	VI	43,5	77	-33,5	17,1	16,5	0,6
	VII	68,8	73	-4,2	18,1	18,4	-0,3
	VIII	80,9	62	18,9	17,6	17,7	-0,1
	IX	48,8	51	-2,2	11,6	13,1	-1,5
Suma — Sum		334,2					
2009	IV	0,0	36	-36,0	9,7	7,8	1,9
	V	80,8	53	27,8	12,3	13,6	-1,3
	VI	72,4	76	-3,6	17,3	16,5	0,9
	VII	85,6	73	12,6	21,3	18,5	2,9
	VIII	83,1	58	25,1	17,3	17,8	-0,5
	IX	18,8	49	-30,2	14,2	13,1	1,1
Suma — Sum		340,7					

WYNIKI I DYSKUSJA

Poziom plonu bulw analizowanych odmian w odniesieniu do wzrastających dawek azotu kształtował się według krzywej parabolicznej, a maksymalna dawka azotu wahała się od 122 do 197 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co wskazywało na zróżnicowane wymagania nawozowe odmian w stosunku do azotu (tab. 3). Potwierdzeniem różnic reakcji plonu bulw odmian na poziom zastosowanego azotu są wcześniejsze badania własne (Trawczyński, 2004) oraz innych autorów (Wierzejska-Bujakowska, 1994 i 1996 a; Jabłoński, 2004 a i 2004 b; Wierzbicka, Lis 2002; Wierzbicka, 2006 a). Największy plon bulw przy maksymalnej dawce azotu uzyskano w przypadku odmiany Kuras. Odmiany Nora i Oman charakteryzowały się dużymi maksymalnymi dawkami azotu, odmiany Augusta, Elanda i Meridian wymaganiami średnimi, natomiast pozostałych 9 odmian zaliczono do grupy o małych potrzebach nawożenia azotem (tab. 3). Racjonalne nawożenie należy opierać na dawkach zalecanych, które są mniejsze o około 20–40 $\text{kg}\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$ niż dawki maksymalne (Trawczyński, 2004).

Tabela 3

Parametry równań określające wielkość i efektywność dawki azotu, plon bulw i wymagania nawozowe odmian (średnie z 2 lat)

Equations parameters to determine amount and efficiency of nitrogen dose, tubers yield and fertilization requirements cultivars (mean for 2 years)

Odmiana Cultivar	Parametry równań Equations parameters			Dawka N maksymalna a ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) Maximum N dose ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Dawka N zalecana ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) Recommend ed N dose ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Plon przy maksymalnej dawce N Yield at maximum N dose ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Efektywność agronomiczna maksymalnej dawki N (kg bulw na 1 kg N) Agronomical efficiency of maximum N dose (kg tubers per 1 kg N)	Wymagania nawozowe w stosunku do zalecanej dawki N Fertilization requirements in relations to recommended N dose
	a*	b*	c*					
Impala	30,4	0,1801	-0,0007	129	100	42,0	90	małe/low
Milek	37,5	0,1930	-0,0007	138	100	50,8	96	małe/low
Velox	32,5	0,2183	-0,0008	136	100	47,4	109	małe/low
Augusta	28,0	0,0870	-0,0003	145	120	34,3	43	średnie/medium
Ewelina	34,3	0,1469	-0,0006	122	100	43,3	74	małe/low
Nora	21,2	0,0394	-0,0001	197	140	25,1	20	duże/high
Oman	27,8	0,0742	-0,0002	186	140	34,7	37	duże/high
Elanda	45,3	0,1499	-0,0005	150	120	56,5	75	średnie/medium
Marlen	40,6	0,1382	-0,0005	138	100	50,1	69	małe/low
Meridian	37,0	0,0961	-0,0003	160	120	44,7	48	średnie/medium
Roko	39,2	0,1696	-0,0006	141	100	51,2	85	małe/low
Medea	38,7	0,2069	-0,0008	129	100	52,1	103	małe/low
Kuras	58,8	0,2143	-0,0008	134	100	73,2	107	małe/low
Pokusa	51,9	0,1234	-0,0005	123	100	59,5	62	małe/low

*- Objaśnienie w metodyce; Explain in method

Zastosowanie właściwej dawki azotu pozwala uzyskać wysoką efektywność nawożenia. W odniesieniu do wielkości dawki azotu i otrzymanego plonu bulw uzyskano zróżnicowaną efektywność nawożenia. Największą efektywność agronomiczną maksy-

malnej dawki azotu, powyżej 100 kg bulw z 1 kg zastosowanego azotu stwierdzono dla odmian Velox, Kuras i Medea, a około 5-krotnie mniejszą wartością tego parametru charakteryzowała się odmiana Nora (tab. 1).

Do podstawowych cech jakości plonu bulw ziemniaka modyfikowanych w istotnym stopniu poziomem nawożenia azotem należą zawartość skrobi i azotanów w bulwach. Wraz ze wzrostem dawki azotu od 50 do 200 kg·ha⁻¹ stwierdzono obniżenie zawartości skrobi w bulwach w porównaniu do poprzedniej dawki azotu (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ nawożenia azotem na procentową zawartość skrobi w bulwach
The influence nitrogen doses on percentage content of starch in tubers

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha ⁻¹ — Dose of N kg·ha ⁻¹					Średnio Mean
	0	50	100	150	200	
Impala	11,5	10,9	10,9	10,6	10,4	10,8
Milek	14,7	14,3	14,3	14,2	14,0	14,3
Velox	13,4	13,1	12,8	12,8	12,7	13,0
Augusta	14,4	14,0	13,2	13,2	12,7	13,5
Ewelina	11,9	11,7	11,9	11,4	11,3	11,7
Nora	11,5	11,9	11,6	11,6	11,8	11,7
Oman	13,3	13,2	12,4	12,5	11,8	12,6
Elanda	11,4	11,8	11,7	11,6	11,3	11,5
Marlen	14,4	14,6	14,5	14,5	14,2	14,4
Meridian	13,0	12,9	13,2	12,8	12,4	12,8
Roko	13,1	13,3	13,2	12,6	12,6	12,9
Medea	14,0	14,3	14,2	14,0	13,7	14,0
Kuras	18,6	19,4	19,3	18,4	18,0	18,7
Pokusa	15,9	16,6	16,5	16,4	15,9	16,2
Średnio — Mean	13,6	13,7	13,5	13,3	13,1	
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			0,2			0,4

Dotychczas przeprowadzone badania na różnych glebach potwierdzają na ogół niekorzystne oddziaływanie dużych dawek azotu na zawartość skrobi w bulwach (Wierzejska-Bujakowska, 1996 b; Gusev, 1999; Jabłoński, 2004 a; Dmowski i in., 2004; Trawczyński, 2007; Wierzbicka, 2006 b). Niezależnie od wielkości zastosowanej dawki azotu największą zawartością skrobi w bulwach charakteryzowała się skrobiowa odmiana Kuras, a spośród odmian jadalnych: Marlen i Milek. Nawożenie azotem jest głównym czynnikiem przyczyniającym się do kumulacji azotanów w bulwach (Reda, Łojkowska, 1993; Lis, 1996; Trawczyński, 2007). Pod wpływem zwiększenia dawki azotu od 0 do 200 kg N·ha⁻¹, średnio dla badanych odmian przyrost zawartości azotanów w bulwach był istotny i stanowił 87 mg NO₃·kg⁻¹ świeżej masy bulw (tab. 5). W technologii nawożenia, głównie odmian ziemniaków jadalnych, ważne jest zastosowanie dawki azotu zapewniającej utrzymanie zawartości azotanów w bulwach poniżej szkodliwego poziomu, który stanowi 200 mg NO₃·kg⁻¹ świeżej masy bulw (Rozporządzenie MZ 2003). Jedynie w przypadku odmiany Impala po zastosowaniu azotu w dawce 150 kg N·ha⁻¹ oraz w odniesieniu do odmiany Velox, po zastosowaniu dawki azotu 200 kg·ha⁻¹ stwierdzono przekroczenie szkodliwej zawartości azotanów w bulwach. Zawartość azotanów w bulwach jest podstawową cechą, według której ocenia się między innymi jakość ziemniaka przeznaczonego do bezpośredniej konsumpcji.

Tabela 5

Wpływ nawożenia azotem na zawartość azotanów w bulwach ($\text{mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$)
The influence nitrogen doses on the content of nitrates in tubers ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Odmiana Cultivar	Dawka N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ — Dose of N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$					Średnio Mean
	0	50	100	150	200	
Impala	103,4	153,5	183,5	205,0	266,2	182,3
Milek	79,2	77,2	105,0	152,8	188,2	120,5
Velox	113,2	134,6	150,8	194,2	220,1	162,6
Augusta	17,0	30,5	54,5	82,8	116,6	60,3
Ewelina	45,8	59,4	89,8	113,8	146,8	91,1
Nora	37,0	48,8	86,9	108,7	144,4	85,1
Oman	17,6	27,9	55,5	88,0	117,7	61,3
Elanda	29,4	39,5	57,2	59,5	83,8	53,9
Marlen	19,9	27,7	49,4	47,7	55,7	40,1
Meridian	62,4	86,2	115,1	115,1	147,0	105,1
Roko	34,1	59,6	111,8	96,7	128,3	86,1
Medea	24,6	34,5	56,3	48,2	68,2	46,3
Kuras	11,5	15,5	31,1	39,0	33,0	26,0
Pokusa	39,9	76,6	101,8	106,1	136,7	92,2
Średnio — Mean	45,3	62,2	89,2	104,1	132,3	
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	4,7					9,8

Wcześniejsze badania wykazały, że niektóre odmiany mają skłonność do nagromadzania ich w nadmiarze (Lis 1996; Lis, Wierzejska-Bujakowska, 2000). W badaniach własnych stwierdzono, że odmiany: Impala, Milek, Velox, Meridian, Roko i Pokusa charakteryzowały się niską, a pozostałe odmiany średnią skłonnością do kumulowania azotanów w bulwach (tab. 6).

Tabela 6

Podział odmian według skłonności do kumulacji azotanów (NO_3) w bulwach
The division of cultivars according to disposition to cumulate of nitrates (NO_3) in tubers

Skłonność do kumulacji azotanów w bulwach Disposition to cumulate of nitrates in tubers		
Niska — low (poniżej — under $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ NO}_3$)	Średnia — medium ($100 - 200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ NO}_3$)	Wysoka — high (powyżej — above $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ NO}_3$)
Impala, Milek, Velox, Meridian, Roko, Pokusa	Augusta, Ewelina, Nora, Oman, Elanda, Marlen, Medea, Kuras	—

WNIOSKI

1. Odmiany Nora i Oman charakteryzowały się dużymi wymaganiami w stosunku do zalecanej dawki azotu, odmiany Augusta, Elanda i Meridian wymaganiami średnimi, natomiast pozostałe badane odmiany wykazywały małe potrzeby nawozowe.
2. Największą efektywność maksymalnej dawki azotu stwierdzono dla odmian; Velox, Kuras i Medea (powyżej 100 kg bulw na 1 kg zastosowanego azotu), a najmniejszą dla odmiany Nora.

3. Nawożenie azotem do dawki 50 kg N·ha⁻¹ nie różnicowało istotnie zawartości skrobi w bulwach, a po zastosowaniu wyższego poziomu nawożenia (od 50 do 200 kg N·ha⁻¹) stwierdzono obniżenie tego związku w bulwach.
4. W miarę wzrostu dawki azotu stwierdzono podwyższenie zawartości azotanów w bulwach, ale średnio dla badanych odmian nie odnotowano przekroczenia jej szkodliwego poziomu.

LITERATURA

- Chotkowski J. 1997. Produkcja ziemniaków. Technologia – Ekonomia – Marketing. Wyd. IHAR Oddział Bonin: 352 ss.
- Dmowski Z., Nowak L., Chmura K. 2004. Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. Biul. IHAR 232: 141 — 148.
- Fotyła E. 2000. Wpływ nawożenia azotem na wielkość i jakość plonu. Agrochemia 12: 3 — 5.
- Gusev G. S., Sabirova R. A., Ruchkin A. S. 1999. Effectiveness of manure and mineral fertilizer for potato growing depending on the seed quality. Agrochimija 36 (11): 39 — 44.
- Jabłoński K. 1996. Nawożenie ziemniaków. Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa: 38 — 48.
- Jabłoński K. 2004 a. Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość nowych odmian ziemniaka jadalnego uprawianych na glebach średnio związłych. Biul. IHAR 232: 157 — 165.
- Jabłoński K. 2004 b. Efektywność nawożenia azotem nowych odmian ziemniaków skrobiowych. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. z. 500: 253 — 262.
- Jabłoński K. 2006. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon i zawartość skrobi oraz na jakość nowych odmian ziemniaka. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. z. 512: 193 — 200.
- Lis B. 1996. Wpływ długości okresu wegetacji odmian i nawożenia azotowego na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 440: 217 — 222.
- Lis B., Wierzejska-Bujakowska A. 2000. Wykorzystanie azotu przez jadalne odmiany ziemniaka, a ich plonowanie. Biuletyn IHAR 213: 87 — 98.
- Lisińska G. 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. z. 511: 81 — 94.
- Mercik S. 2002. Chemia rolna-podstawy teoretyczne i praktyczne. Wyd. SGGW: 237 — 245.
- Nowacki W. (Red.) 2009. Charakterystyka krajowego rejestru odmian ziemniaka. Wyd. XII. Jadwisin 2009: 34 ss.
- Reda S., Łojkowska E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 42: 29 — 37.
- Rozporządzenie MZ. 2003. Z dnia 13.01.2003 w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń azotanami warzyw i ziemniaków. Dz. U. Nr 37, poz. 326: 9.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. Fragm. Agron. 6(6): 33 — 75.
- Trawczyński C. 2004. Zależność między dawką azotu a plonem odmian ziemniaka. Biul. IHAR 232: 131 — 140.
- Trawczyński C. 2006. Ocena skrobiowości nowych odmian ziemniaka pod wpływem nawożenia azotem. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. z. 511: 141 — 148.
- Trawczyński C. 2007. Reakcja kilku nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. Biul. IHAR 246: 73 — 81.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1994. Rola odmian w dążeniu do zwiększenia efektywności nawożenia azotem. W: Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjno-ekonomicznych. Sesja Naukowa PAN. Inst. Ziemn. Bonin: 48 — 51.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1996a. Maksymalne biologicznie dawki azotu dla 22 odmian ziemniaka i ich zmiana pod wpływem ochrony przed zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Monu) de Bary). Biul. Inst. Ziemn. 46: 51 — 62.

- Wierzejska-Bujakowska A. 1996 b. Wpływ ochrony ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary) na długość okresu wegetacji i na zawartość skrobi w bulwach modyfikowaną nawożeniem azotem. *Biul. Inst. Ziem.* 46: 63 — 71.
- Wierzbicka A., Lis B. 2002. Optymalizacja nawożenia azotem wczesnych odmian ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* z. 489: 203 — 212.
- Wierzbicka A. 2006a. Wymagania nawozowe nowych odmian ziemniaka wczesnego na glebach lekkich. *Ziemniak Polski* 2: 12 — 17.
- Wierzbicka A. 2006 b. Zmienność wybranych cech jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka w zależności od nawożenia azotem i terminu zbioru. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* z. 511: 175 — 187.
- Wierzbicka A., Mazurczyk W., Wroniak J. 2008. Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na plon i wybrane cechy jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* z. 530: 207 — 216.