

## PLON I JAKOŚĆ BULW NOWYCH ODMIAN ZIEMNIAKA W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO AZOTEM

*Cezary Trawczyński*

Zakład Agronomii Ziemiaka, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin  
Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie  
ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock  
e-mail: c.trawczynski@ihar.edu.pl

**Streszczenie.** Celem doświadczeń przeprowadzonych w latach 2013-2015 było określenie wpływu zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego azotem na wielkość plonu i wybrane cechy jakości bulw nowych odmian ziemniaka. Badania przeprowadzono na czterech odmianach jadalnych: Igor, Jurek, Malaga, Oberon oraz trzech skrobiowych: Boryna, Jubilat, Kaszub uprawianych na glebie lekkiej. Nawożenie organicznie stanowiła słoma pszenna i międzyplon z gorczycy białej. W badaniach stosowano zróżnicowane nawożenie mineralne azotem: 0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz jednokową dawkę fosforu – 17,5 kg P·ha<sup>-1</sup> i potasu – 99,6 kg K·ha<sup>-1</sup>, wynikającą z zasobności gleby w te składniki. Istotnie największy plon bulw uzyskano po zastosowaniu dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup> dla odmian: Boryna, Jubilat, Kaszub i Malaga, a 150 kg N·ha<sup>-1</sup> dla odmian: Igor, Jurek, Oberon. Zastosowana dawka 100 kg N·ha<sup>-1</sup>, średnio dla odmian powodowała istotnie największy wzrost zawartości skrobi i suchej masy w bulwach. Niską kumulację azotanów uzyskano do dawki 150 kg N·ha<sup>-1</sup>. Niezależnie od zastosowanej dawki azotu dla odmian Malaga i Jurek uzyskano istotnie największy plon bulw. Odmiana Kaszub charakteryzowała się istotnie największą zawartością skrobi w bulwach. Nawożenie mineralne azotem, właściwości genetyczne odmian oraz warunki pogodowe w latach miały istotny wpływ na wielkość uzyskanego plonu i badane cechy jakości bulw ziemniaka.

**Słowa kluczowe:** cechy jakości bulw, dawki azotu, odmiany ziemniaka, plon bulw

### WSTĘP

Nawożenie mineralne azotem jest jednym z głównych zabiegów agrotechnicznych wpływających na potencjał plonowania i jakości bulw ziemniaka. W dotychczasowych badaniach stwierdzono, że poszczególne odmiany wykazują wysoce zróżnicowaną reakcję na zastosowany składnik (Jabłoński 2004a, Trawczyński 2004, Wierzbicka i Lis 2002). Reakcja roślin na azot mineralny

w określonych warunkach glebowych i pogodowych w czasie wegetacji w odniesieniu do nowych odmian ziemniaka umożliwia zastosowanie właściwej dawki i uzyskanie możliwie najlepszych efektów produkcyjnych (Dmowski i in. 2004, Jabłoński 2006, Kalbarczyk 2003, Sawicka i in. 2011, Trawczyński 2008). Udział w plonie odmian jadalnych bulw z wadami kształtu i małych, o wysokiej zawartości azotanów oraz niskiej zawartości skrobi w odniesieniu do odmian skrobiowych, ogranicza ich wykorzystanie do spożycia i przemysłu (Nowacki 2006, Rytel 2010).

Celem badań było określenie wpływu poziomu nawożenia mineralnego azotem na wielkość plonu i wybrane cechy jakości bulw nowych odmian jadalnych i skrobiowych ziemniaka uprawianych na glebie lekkiej.

#### MATERIAŁ I METODY

W latach 2013-2015 w Zakładzie Agronomii Ziemniaka, IHAR-PIB, oddział Jadwisin, w ścisłych doświadczeniach polowych badano wpływ nawożenia mineralnego azotem na plon bulw jadalnych i skrobiowych odmian ziemniaka. Doświadczenia zakładano metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Badano następujące czynniki: zróżnicowany poziom azotu mineralnego (0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha<sup>-1</sup>) oraz odmiany ziemniaka z grupy średnio wczesnych: Igor, Jurek, Malaga i Oberon (jadalne) oraz Boryna, Jubilat i Kaszub (skrobiowe).

Badania przeprowadzono na glebie lekkiej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (PTG 2009). Gleba w poszczególnych latach badań charakteryzowała się odczynem kwaśnym, wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor, średnią w potas i średnią do wysokiej w magnez (tab. 1).

**Tabela 1.** Zawartość przyswajanych form P, K, Mg w glebie oraz pH gleby

**Table 1.** Soil content available form of P, K, Mg and pH

Rok Year	pH w KCl pH in KCl	Zawartość w glebie (mg·kg <sup>-1</sup> ) Content in the soil (mg kg <sup>-1</sup> )		
		P	K	Mg
2013	5,3	87	124	48
2014	5,0	77	120	34
2015	5,3	75	108	33

Warunki pogodowe w okresie wegetacji oceniono na podstawie sumy opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza, w porównaniu do wartości z wielolecia (tab. 2). Rok 2013 był mokry, a lata 2014 i 2015 zaliczono do suchych. Suma miesięcznych opadów atmosferycznych za cały okres wegetacji, czyli od kwietnia do września w 2013 roku była większa, a w pozostałych latach badań mniejsza od średniej z wielolecia. Ponadto 2013 rok był umiarkowanie chłodny, a lata 2014 i 2015 ciepłe. Średnia miesięczna temperatura powietrza za

cały okres wegetacji w 2013 roku była o 0,2°C niższa, natomiast w drugim i trzecim roku badań od 1,2 do 1,4°C wyższa od średniej z wielolecia. Rozkład opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach analizowanych lat był znacznie zróżnicowany. W 2013 roku nadmiar opadów zanotowano w maju i czerwcu oraz w sierpniu i wrześniu, a w lipcu było sucho. W 2015 roku w maju, czerwcu, sierpniu i wrześniu stwierdzono niedobór opadów, a w lipcu opady były zbliżone do średniej z wielolecia. Dość równomierny rozkład opadów odnotowano w 2014 roku, w którym (z wyjątkiem lipca i września) było dostatecznie wilgotno, stąd ogólnie zaliczał się do korzystniejszych pod względem układu warunków pogodowych, niż pozostałe dwa lata.

**Tabela 2.** Średnie miesięczne sumy opadów (mm) i średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) w latach 2013-2015 i w wieloleciu 1967-2015

**Table 2.** Mean monthly sums of precipitation (mm) and mean monthly of air temperature (°C) in the years 2013-2015 and in to long-term 1967-2014

Rok / Year	Miesiące / Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
	Opady atmosferyczne / Precipitation (mm)						
1967-2015	37,0	56,0	75,0	76,0	60,0	48,0	352,0
2013	51,1	130,0	105,4	17,1	97,7	94,0	495,3
2014	61,1	41,3	69,8	23,5	79,2	11,9	286,8
2015	27,8	39,5	15,4	82,6	8,6	36,6	210,5
	Temperatura powietrza / Air temperature (°C)						
1967-2015	7,8	13,6	16,5	18,4	17,7	13,1	14,5
2013	6,3	15,7	17,2	18,7	18,2	10,3	14,4
2014	10,3	14,1	15,8	21,5	18,2	14,8	15,8
2015	8,3	12,9	17,5	19,6	22,5	15,1	16,0

Nawożenie organiczne pod ziemniaki stanowiła słoma pszenna w dawce 4-5 t·ha<sup>-1</sup> przyorywana po żniwach podorywką z dodatkiem azotu mineralnego (1 kg N na 100 kg słomy) oraz zielona masa międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej w dawce 15-16 t·ha<sup>-1</sup> przyorywana jesienią orką przedzimową. Nawożenie mineralne fosforem i potasem stosowano w oparciu o zasobność gleby w przyswajalne formy tych składników. Każdego roku jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej stosowano 17,5 kg P·ha<sup>-1</sup> (superfosfat wzbogacony – 17,4% P) i 99,6 kg K·ha<sup>-1</sup> (sól potasowa – 49,8% K). Nawożenie mineralne azotem (saletrzak – 27% N) stosowano wiosną bezpośrednio przed sadzeniem bulw do dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz uzupełniającą ilość odpowiednio 50 i 100 kg N·ha<sup>-1</sup> (na obiektach z dawkami 150 i 200 kg N·ha<sup>-1</sup>) bezpośrednio przed wschodami roślin ziemniaka, przed ostatnim obredleniem.

Chwasty niszczone, stosując do wschodów roślin ziemniaka dwukrotnie ob-sypnik z łańcuchami. Bezpośrednio przed wschodami, po ostatnim obredleniu,

zastosowano Afalon 450 SC w dawce  $2 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a po wschodach roślin ziemniaka Titus 23 WG w dawce  $60 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W okresie wegetacji 4 krotnie przeprowadzono zabiegi ochronne przeciwko zarazie ziemniaka (2 x Ridomil Gold –  $2,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; Pyton Consento –  $2 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; Revus –  $0,6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz 2 krotnie zwalczające stonkę (Actara –  $70 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; Apacz –  $40 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Ziemniaki sadzono ręcznie w III dekadzie kwietnia w rozstawie  $75\times 33 \text{ cm}$ , a zbierano w III dekadzie września. Powierzchnia poletka wynosiła  $7,425 \text{ m}^2$ , a liczba roślin do zbioru 30. Podczas zbioru określono plon ogólny bulw z każdego poletka oraz pobierano 10-kilogramowe próby do oceny jakości bulw. W pobranych próbach określono procentowy udział bulw dużych (o średnicy poprzecznej powyżej  $60 \text{ mm}$ ) oraz bulw zdeformowanych w strukturze plonu odmian jadalnych oraz zawartość skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach odmian jadalnych i skrobiowych. W przypadku odmian skrobiowych, na podstawie wielkości uzyskanego plonu i zawartości skrobi w bulwach, wyliczono plon skrobi, parametr decydujący o opłacalności produkcji ziemniaków przemysłowych. 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 ( $\text{NO}_3^-$ ) oznaczono reflektometrycznie przy użyciu pasków wskaźnikowych i przyrządu pomiarowego RQ Flex firmy Merck. Suchą masę oznaczono metodą suszarkową, poprzez suszenie zmielonych próbek w temperaturze  $60^\circ\text{C}$ , a następnie dosuszenie w temperaturze  $105^\circ\text{C}$ .

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Porównanie średnich przeprowadzono z wykorzystaniem testu Tukey'a na poziomie  $p = 0,05$ . Celem określenia źródeł zmienności badanych cech w zmienności całkowitej przeprowadzono ocenę komponentów wariacyjnych, wykorzystując program Statistica 10. Procentowy udział poszczególnych komponentów wariacyjnych posłużył do oceny wpływu warunków pogodowych w latach, zastosowanej dawki azotu i właściwości odmian na zmienność badanych cech bulw ziemniaka.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość uzyskanego plonu bulw badanych odmian istotnie różniła się pomiędzy dawkami nawożenia mineralnego azotem (tab. 3). Odmiany Boryna, Jubilat, Kaszub i Malaga reagowały istotnym przyrostem plonu bulw do dawki  $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Po zastosowaniu dawki  $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  plon bulw odmian Jubilat i Malaga nie różnił się istotnie, a pod wpływem dawki  $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  istotnie obniżył się w stosunku do dawki  $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Z kolei odmiany Boryna i Kaszub reagowały istotnym spadkiem plonu bulw już po zastosowaniu dawki  $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  w porównaniu do dawki  $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W przypadku odmian Igor, Jurek i Oberon stwierdzono istotny przyrost plonu bulw do

dawki 150 kg N·ha<sup>-1</sup>. W wyniku zastosowania 200 kg N·ha<sup>-1</sup> uzyskano mniejszy plon bulw w porównaniu z dawką 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, a w przypadku odmian Igor i Jurek był to spadek istotny. Takie zróżnicowanie plonu bulw różnej wczesności odmian na zastosowane nawożenie mineralne azotem było potwierdzeniem wcześniejszych doniesień literaturowych (Jabłoński 2004b; Trawczyński 2008; Wierzbicka 2006). W badaniach własnych poszczególne odmiany różniły się istotnie wielkością plonu bulw, niezależnie od zastosowanej dawki azotu. Największy plon bulw uzyskano dla odmian Malaga i Jurek, a pozostałe charakteryzowały się istotnie mniejszym plonem (tab. 3).

**Tabela 3.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na plon bulw ziemniaka odmian jadalnych i skrobiowych (t·ha<sup>-1</sup>) (średnie z lat 2013-2015)

**Table 3.** The influence mineral nitrogen doses on the tubers yield of edible and starch potato cultivars (t ha<sup>-1</sup>) (mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Boryna**	41,1	44,8	48,0	45,7	43,8	44,7
Igor*	37,7	44,9	49,2	51,3	49,9	46,6
Jubilat**	41,7	45,2	47,4	47,5	44,0	45,2
Jurek*	40,4	46,7	53,7	56,0	51,0	49,6
Kaszub**	38,7	42,1	44,0	41,5	40,4	41,3
Malaga*	42,5	49,3	53,9	53,3	51,2	50,0
Oberon*	39,1	43,0	50,2	52,3	51,9	47,3
Średnia / Mean	40,2	45,1	49,5	49,7	47,5	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>			1,3			1,7

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 2,2; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 2.2

\* odmiana jadalna / edible cultivar; \*\* odmiana skrobiowa / starch cultivar

Plon bulw istotnie zależał od przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin. Najbardziej korzystny był 2014 rok, w którym uzyskano średnio dla badanych odmian istotnie większy plon bulw w porównaniu do pozostałych dwóch lat (tab. 4).

**Tabela 4.** Wpływ lat badań na plon i jakość bulw.

**Table 4.** The influence of investigation years on the yield and tubers quality

Cecha / Feature	Lata / Years			NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	2013	2014	2015	
Plon bulw / Tubers yield (t·ha <sup>-1</sup> )	39,8	52,4	40,5	4,4
Bulwy o średnicy > 60 mm / Tubers diameter > 60 mm	14,4	32,7	19,7	6,6
Bulwy zdeformowane / Tubers deformation (%)	11,8	5,6	4,2	3,8
Zawartość skrobi / Starch content (%)	12,2	18,2	19,5	1,0
Zawartość azotanów / Nitrates content (mg·kg <sup>-1</sup> )	68,8	68,7	66,0	r.n. / n.s.
Zawartość suchej masy / Dry matter content (%)	18,5	25,0	26,6	1,5

Ocena komponentów wariacyjnych wykazała, że czynnikowi związanemu z warunkami pogodowymi przypisać można 49,5%, natomiast zależnemu od dawki azotu mineralnego i genotypu od 13,7 do 16,4% udziału w zmienności całkowitej uzyskanego plonu bulw (tab. 5). Podobnie duży udział warunków wegetacji w gromadzeniu plonu bulw, a najmniejszy w stosunku do cech genetycznych odmian stwierdzili Sawicka i in. (2011) oraz we wcześniejszych badaniach Trawczyński (2013a).

**Tabela 5.** Wyniki analizy wariancji dla plonu oraz zawartości skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach (Średnie z lat 2013-2015)

**Tabela 5.** The results of variance analysis for values of yield and content of starch, nitrates and dry matter in tubers (Mean with years 2013-2015)

Badane parametry Tested parameters	Istotność wpływu Significance of the influence						Udział w wariancji całkowitej (%) Share in total variability (%)					
	1	2	3	1x2	2x3	1x2x3	1	2	3	1x2	2x3	1x2x3
Plon bulw Tubers yield	xx	xx	xx	xx	x	xx	49,5	16,4	13,7	7,3	3,3	9,8
Bulwy > 60 mm Tubers > 60 mm	xx	x	xx	–	x	xx	24,1	4,0	48,7	0,6	4,0	18,6
Deformacje % Deformations %	xx	x	xx	xx	xx	xx	39,8	2,5	15,4	16,0	12,8	13,5
Skrobia/Starch	xx	–	xx	–	–	x	40,2	0,4	57,0	0,2	0,7	1,5
Azotany/Nitrates	–	xx	xx	–	x	x	0,1	26,6	66,1	0,2	3,7	3,3
Sucha masa Dry matter	xx	–	xx	–	–	x	37,9	0,3	58,6	0,1	0,7	2,4

1 – Lata/Years; 2 – Dawki azotu / Doses of N; 3 – Odmiany / Cultivars

Istotny przy  $p = 0,05$  – x;  $p = 0,01$  – xx / Significant at  $p = 0.05$  – x;  $p = 0.01$  – xx

W odniesieniu do odmian jadalnych, oprócz wielkości plonu, ważne są cechy jakości dotyczące między innymi wyglądu bulw, głównie ich wielkość i kształt. Dotychczasowe badania (Nowacki 2010 i 2011) wykazały, że udział bulw dużych w plonie, szczególnie o średnicy powyżej 60 mm oraz zdeformowanych są jednymi z głównych mierników wartości handlowej ziemniaka jadalnego. W omawianych badaniach stwierdzono, że odmiana Jurek charakteryzowała się istotnie większym procentowym udziałem bulw dużych, o średnicy powyżej 60 mm w strukturze plonu, w porównaniu do pozostałych odmian jadalnych (tab. 6).

Średnio dla odmian stopniowy istotny przyrost udziału w strukturze plonu bulw o średnicy powyżej 60 mm notowano do dawki  $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , chociaż pod wpływem  $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  uzyskano jeszcze istotny ich przyrost, ale tylko w stosunku do mniejszego poziomu nawożenia azotem (do  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Przeprowadzone badania wykazały zbieżność opinii odnośnie stopniowego wzrostu udziału bulw dużych w plonie w miarę wzrostu dawki azotu (Trawczyński 2013b). Sprzyjające plonowaniu ziemniaka warunki pogodowe w 2014 roku przyczyniły się do istotnie

większego udziału w plonie bulw o średnicy powyżej 60 mm niż w latach 2013 i 2015 (tab. 4). Udział bulw tej frakcji w strukturze plonu zależał głównie od właściwości genotypowych (tab. 5). Bulwy zdeformowane w strukturze plonu, średnio dla odmian w zakresie od 0 do 200 kg N·ha<sup>-1</sup> stanowiły od 7,5 do 10,8% (tab. 7).

**Tabela 6.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na udział w strukturze plonu bulw dużych (o średnicy powyżej 60 mm) odmian jadalnych ziemniaka (średnie z lat 2013-2015)

**Table 6.** The influence mineral nitrogen doses on the share in yield structure big tubers (diameter above 60 mm) edible cultivars of potato (mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Igor	18,7	20,1	20,4	20,7	20,8	20,1
Jurek	34,9	37,6	49,5	53,2	51,7	45,4
Malaga	16,9	20,5	22,2	27,6	30,1	23,5
Oberon	16,1	23,5	24,1	22,7	25,4	22,4
Średnia/Mean	21,6	25,4	29,0	31,0	32,0	
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>			2,8			3,6

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 4,6; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 4.6

**Tabela 7.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na udział w strukturze plonu bulw zdeformowanych odmian jadalnych ziemniaka (średnie z lat 2013-2015)

**Table 7.** The influence mineral nitrogen doses on the share in yield structure tubers deformation edible cultivars of potato (mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Igor	4,8	6,4	7,5	8,0	4,9	6,3
Jurek	9,4	6,5	10,9	8,7	18,2	10,7
Malaga	7,0	6,2	6,4	6,7	7,5	6,7
Oberon	8,6	11,1	12,1	9,8	12,9	10,9
Średnia / Mean	7,5	7,6	9,2	8,3	10,8	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>			1,5			2,1

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 2,8; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 2.8

Po zastosowaniu dawki 200 kg N·ha<sup>-1</sup> udział bulw zdeformowanych w strukturze plonu był największy. Niezależnie od dawki azotu istotnie większym udziałem bulw zdeformowanych charakteryzowały się odmiany Jurek i Oberon, niż Igor i Malaga. Wykazano ponadto, że udział bulw zdeformowanych w plonie związany był przede wszystkim z układem warunków pogodowych w badanych latach (tab. 5). Istotnie najwięcej bulw zdeformowanych stwierdzono w 2013 roku, najbardziej zmiennym spośród analizowanych lat pod względem układu warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji, co potwierdziły Lutomirska i Jankowska (2012) oraz Lutomirska i in. (2013).

**Tabela 8.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na procentową zawartość skrobi w bulwach (średnie z lat 2013-2015)

**Table 8.** The influence mineral nitrogen doses on the percentage content of starch in tubers (mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Boryna**	20,8	20,9	21,5	21,9	21,5	21,3
Igor*	14,1	14,5	14,9	14,7	14,0	14,4
Jubilat**	21,3	22,1	22,4	21,0	20,8	21,5
Jurek*	13,1	13,9	14,2	14,3	14,0	13,9
Kaszub**	23,8	24,0	24,5	22,6	22,1	23,4
Malaga*	13,9	14,5	15,0	14,0	13,5	14,2
Oberon*	12,9	13,3	13,5	13,1	12,7	13,1
Średnia/Mean	17,1	17,6	18,0	17,3	16,9	
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>			0,3			0,5

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 0,6; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 0,6

\* odmiana jadalna / edible cultivar; \*\* odmiana skrobiowa / starch cultivar

Analiza statystyczna wykazała, że zawartość skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach była istotnie zależna od nawożenia mineralnego azotem, jak i odmiany. Średnio dla odmian istotny przyrost zawartość skrobi w bulwach stwierdzono do dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup>, pod wpływem dawek 150 i 200 kg N·ha<sup>-1</sup> zawartość skrobi w bulwach była istotnie mniejsza (tab. 8). Istotnie większą zawartością skrobi w bulwach, spośród jadalnych, charakteryzowały się odmiany Igor, Malaga i Jurek niż Oberon, natomiast spośród skrobiowych większą Kaszub niż Boryna i Jubilat (tab. 8). W badaniach własnych wykazano istotny wzrost gromadzenia skrobi w 2015 roku, suchszym i cieplejszym niż w 2013 roku, zdecydowanie wilgotniejszym i chłodniejszym (tab. 4). Genotyp i warunki pogodowe w latach w większym stopniu niż poziom nawożenia azotem determinowały zawartość skrobi w bulwach (tab. 5). Niekorzystne oddziaływanie wysokich dawek azotu oraz niesprzyjających warunków atmosferycznych w okresie wegetacji ziemniaka na zawartość skrobi w bulwach wykazali inni badacze (Leszczyński 2002, Rymuza i in. 2015, Wierzbicka 2012).

W technologii uprawy ziemniaka skrobiowego chodzi głównie o uzyskanie maksymalnego plonu skrobi, co ściśle uzależnione jest nie tylko od jej zawartości w bulwach, ale w znacznej mierze od wielkości plonu. W badaniach własnych odmiany Boryna i Jubilat plonowały wyżej w stosunku do odmiany Kaszub, lecz odznaczały się istotnie mniejszą zawartością skrobi i w efekcie nie różniły się istotnie plonem skrobi (tab. 9). Reakcja w przypadku plonu skrobi analizowanych odmian skrobiowych w zakresie od 0 do 200 kg N·ha<sup>-1</sup> była podobna jak plonu bulw. Średnio dla odmian istotny przyrost plonu skrobi stwierdzono do dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup>.



W badaniach na glebie średniej Jabłoński (2004b) uzyskał istotny przyrost plonu skrobi dla sześciu badanych odmian skrobiowych do dawki 150 kg N·ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 9.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na plon skrobi odmian skrobiowych ziemniaka (t·ha<sup>-1</sup>) (średnie z lat 2013-2015)

**Table 9.** The influence mineral nitrogen doses on the starch yield of starch potato cultivars (t ha<sup>-1</sup>) (mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Boryna	8,5	9,4	10,3	10,0	9,4	9,5
Jubilat	8,8	10,0	10,6	10,0	9,1	9,7
Kaszub	9,2	10,1	10,3	9,4	8,9	9,6
Średnia / Mean	8,9	9,8	10,4	9,8	9,2	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,4					r.n. / n.s.

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 0,4; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 0.4

W odniesieniu do odmian jadalnych ważne jest bezpieczeństwo żywieniowe, głównie chodzi o poziom azotanów w bulwach. Bulwy ziemniaka wykazują na ogół niską skłonność do gromadzenia azotanów. Jednak w określonych warunkach środowiska związanych z wysokim nawożeniem azotem, przebiegiem pogody, czy cechami odmianowymi dochodzi do dużych wahań poziomu tego składnika w bulwach (Correia i in. 2010, Frydecka-Mazurczyk i Zgórska 2000, Grudzińska i Zgórska 2008, Jarych-Szyska 2006). W badaniach własnych stwierdzono, że wraz ze wzrostem dawki azotu (do 200 kg N·ha<sup>-1</sup>) istotnie zwiększała się zawartość azotanów w bulwach wszystkich badanych odmian (tab. 10).

**Tabela 10.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na zawartość azotanów (mg NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup> świeżej masy) w bulwach (Średnie z lat 2013-2015)

**Table 10.** The influence mineral nitrogen doses on the content of nitrates (mg NO<sub>3</sub> kg<sup>-1</sup> fresh weight) in tubers (Mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Boryna**	26,0	32,5	53,5	60,5	93,0	53,1
Igor*	43,0	51,0	70,5	87,5	95,0	69,4
Jubilat**	25,5	33,0	40,0	56,0	77,0	46,3
Jurek*	12,5	27,5	41,5	51,5	56,0	37,8
Kaszub**	15,5	31,5	37,5	52,0	67,5	40,8
Malaga*	84,0	95,0	122,5	152,0	175,5	125,8
Oberon*	64,5	79,0	110,0	133,5	149,0	107,2
Średnia / Mean	38,7	49,9	67,9	84,7	101,9	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	6,8					8,7

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 11,3; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 11.3

\* odmiana jadalna / edible cultivar; \*\* odmiana skrobiowa / starch cultivar

W przypadku odmian Oberon i Malaga już pod wpływem dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup> uzyskano podwyższony poziom tego składnika w bulwach (powyżej 100 mg NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup> świeżej masy), natomiast pozostałe odmiany, nawet przy dawce 200 kg N·ha<sup>-1</sup> wykazały niską skłonność do gromadzenia azotanów w bulwach (Nowacki i in. 2015). We wszystkich badanych latach, pomimo zróżnicowania warunkach pogodowych, stwierdzono również niską skłonność do gromadzenia azotanów w bulwach (tab. 4). Wynikać to mogło z nadmiaru opadów w 2013 roku i przemieszczenia części zastosowanego azotu mineralnego do głębszych warstw gleby, a w latach 2014 i 2015 z odpowiedniego pobrania azotu z gleby i właściwej jego przemiany w bulwach, na co wskazywali inni autorzy prac (Mazurczyk i Lis 2000, Trawczyński 2010, Trawczyński i Wierzbicka 2012). Analiza komponentów wariacyjnych odnośnie poziomu azotanów w bulwach potwierdziła, że czynnikowi związanemu z genotypem i dawką azotu mineralnego przypisać można większy niż warunkom pogodowym w latach udział w zmienności całkowitej (tab. 5).

Ponadto w badaniach własnych wykazano istotne zróżnicowanie poziomu suchej masy w bulwach w odniesieniu do dawki azotu mineralnego, odmian oraz lat (tab. 4 i 11). Średni przyrost zawartości suchej masy w bulwach wykazano do dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup>. Pod wpływem wyższych dawek azotu stwierdzono istotne obniżenie suchej masy. Spośród analizowanych jadalnych odmiana Igor charakteryzowała się istotnie największą zawartością suchej masy, natomiast spośród skrobiowych odmiana Kaszub. Istotnie największą zawartość suchej masy w bulwach uzyskano w 2015 roku suchym i ciepłym, a istotnie najmniejszy poziom stwierdzono w 2013 roku mokrym i umiarkowanie chłodnym.

**Tabela 11.** Wpływ nawożenia mineralnego azotem na zawartość suchej masy w bulwach (%) (średnie z lat 2013-2015)

**Table 11.** The influence mineral nitrogen doses on dry matter content in tubers (%) (mean with years 2013-2015)

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha <sup>-1</sup> / Dose of N kg ha <sup>-1</sup>					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Boryna**	28,6	28,7	29,5	29,6	29,2	29,1
Igor*	20,4	20,9	20,9	21,2	20,6	20,8
Jubilat**	28,9	29,4	30,1	28,5	28,3	29,0
Jurek*	19,7	19,6	20,4	20,0	19,8	19,9
Kaszub**	30,7	31,0	29,9	29,4	29,2	30,8
Malaga*	19,6	21,0	20,8	20,1	19,6	20,2
Oberon*	19,5	19,3	20,0	19,3	18,8	19,4
Średnia / Mean	23,9	24,3	24,5	24,0	23,6	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>			0,1			0,1

NIR<sub>0,05</sub> dla współdziałania 1x2 – 0,2; LSD<sub>0,05</sub> for interaction 1x2 – 0.2

\* odmiana jadalna/edible cultivar; \*\* odmiana skrobiowa/starch cultivar

Doniesienia literaturowe (Kołodziejczyk i Szmigiel 2012, Pytlarz-Kozicka 2002, Wierzbicka 2012) wykazały, że w latach o umiarkowanych temperaturach powietrza i jak najbardziej równomiernym rozkładzie opadów atmosferycznych w okresie wegetacji uzyskuje się większą zawartość suchej masy w bulwach niż w latach mokrych lub z wysoką amplitudą warunków wilgotnościowo-termicznych. Sucha masa zawarta w bulwach w największym procencie determinowana była przez cechy odmian oraz warunki pogodowe w latach (tab. 5). W niektórych badaniach wykazano, że zawartość suchej masy w największym stopniu uwarunkowana jest czynnikiem genetycznym, ale podlegać też może znacznym zmianom pod wpływem agrotechniki, w tym nawożenia azotem (Holden i in. 2003, Leszczyński 2002, Wierzbicka i in. 2008).

#### WNIOSKI

1. Po zastosowaniu dawki  $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  średnio dla badanych odmian uzyskano istotnie największy plon bulw oraz zawartość skrobi i suchej masy w bulwach.
2. W zakresie dawki od 0 do  $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  stwierdzono niską skłonność do gromadzenia azotanów w bulwach, z wyjątkiem odmian Malaga i Oberon.
3. Spośród odmian jadalnych odmiana Jurek charakteryzowała się największym udziałem bulw dużych w plonie (o średnicy powyżej 60 mm), a w przypadku odmian Igor i Malaga stwierdzono najmniej bulw zdeformowanych w strukturze plonu.
4. Niezależnie od dawki azotu odmiana Kaszub charakteryzowała się istotnie największą zawartością skrobi w bulwach.
5. W roku najbardziej korzystnym pod względem rozkładu opadów atmosferycznych uzyskano istotnie większy plon bulw i udział w strukturze plonu bulw o średnicy powyżej 60 mm w porównaniu do pozostałych dwóch lat badań.
6. Warunki pogodowe w latach miały największy wpływ na wielkość uzyskanego plonu bulw i udział bulw zdeformowanych w strukturze plonu, a udział bulw o średnicy powyżej 60 mm oraz zawartości skrobi, azotanów i suchej masy kształtował głównie czynnik genotypowy.

#### PIŚMIENNICTWO

- Correia M., Barroso A., Barroso M., Soares D., Oliveira M.B., Delerue-Matos C., 2010. Contribution of different vegetable types to exogenous nitrate and nitrite exposure. *Food Chem.*, 120, 960-966.
- Dmowski Z., Nowak L., Chmura K., 2004. Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. *Biul. IHAR*, 232, 141-148.
- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K., 2000. Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka w zależności od odmiany, miejsca uprawy i terminu zbioru. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(25) Supl., 46-51.
- Grudzińska M., Zgórska K., 2008. Wpływ warunków meteorologicznych na zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(60), 98-106.

- Holden N.W.M., Brereton A.J., Sweeney J., Fealy R., 2003. The predicted change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. *Agric. For. Meteorol.*, 116, 181-196.
- Jabłoński K., 2004a. Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość nowych odmian ziemniaka jadalnego uprawianych na glebach średnio zwięzłych. *Biul. IHAR*, 232, 157-165.
- Jabłoński K., 2004b. Efektywność nawożenia azotem nowych odmian ziemniaków skrobiowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 500, 253-262.
- Jabłoński K., 2006. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon i zawartość skrobi oraz na jakość nowych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 512, 193-200.
- Jarych-Szyska M., 2006. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(47) Supl., 76-84.
- Kalbarczyk R., 2003. Warunki termiczno-opadowe a plonowanie ziemniaka w Polsce. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura*, 58, 35-44.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., 2012. Skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw ziemniaka w zależności od terminu i stopnia redukcji powierzchni asymilacyjnej roślin. *Fragm. Agron.*, 29(3), 88-94.
- Leszczyński W., 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 47-64.
- Lutomirska B., Jankowska J., 2012. Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany. *Biuletyn IHAR*, 266, 131-142.
- 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.
- Mazurczyk W., Lis B., 2000. Zawartość azotanów i glikoalkaloidów w dojrzałych bulwach ziemniaka jadalnego. *Roczn. PZH*, 51(1), 37-41.
- Nowacki W., 2006. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 511, 429-439.
- Nowacki W., 2010. Ziemniak gatunkiem trudnym w uprawie narażonym na wysokie straty plonu handlowego. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin*, 50(3), 1174-1180.
- Nowacki W., 2011. Czynniki determinujące udział plonu handlowego w plonie ogólnym ziemniaka. *Streszczenia z Konferencji Zakopane 7-11.02.2011 pt. „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin rolniczych”*, s. 250.
- Nowacki W., Boguszevska D., Czerko Z., Goliszewski W., Grudzińska M., Jankowska J., Lutomirska B., Pietraszko M., Trawczyński C., Wierzbička A., Zarzyńska K., Michalak K., 2015. Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka. *Wyd. XVIII, IHAR O/Jadwisin*, 34 s.
- PTG, 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. *Roczn. Glebozn. – Soil Sci. Ann.*, 60(2), 5-16.
- Pytlarz-Kozicka M., 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 147-155.
- Rymuza K., Radzka E., Lenartowicz T., 2015. Wpływ warunków środowiskowych na zawartość skrobi w bulwach odmian ziemniaka średnio wczesnego. *Acta Agrophysica*, 22(3), 279-289.
- Rytel E., 2010. Wybrane substancje odżywcze i antyżywniowe ziemniaka i zmiany ich zawartości podczas przetwarzania na produkty spożywcze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 557, 43-61.
- Sawicka B., Michałek W., Pszczółkowski P., 2011. Uwarunkowania potencjału plonowania średnio późnych i późnych odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski. *Biul. IHAR*, 259, 219-228.
- Trawczyński C., 2004. Zależność między dawką azotu a plonem odmian ziemniaka. *Biul. IHAR*, 232, 131-140.

- Trawczyński C., 2008. Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 530, 187-196.
- Trawczyński C., 2010. Wykorzystanie azotu z nawozów przez odmiany ziemniaka o zróżnicowanych wymaganiach w stosunku do tego składnika. Biul. IHAR, 256, 133-140.
- Trawczyński C., 2013a. Reakcja na nawożenie mineralne azotem trzech nowych odmian ziemniaka jadalnego w latach 2010-2012. Biul. IHAR, 269, 29-39.
- Trawczyński C., 2013b. Wybrane czynniki kształtujące wielkość plonu handlowego trzech odmian ziemniaka w latach 2010-2012. Ziemniak Pol., 3, 29-33.
- Trawczyński C., Wierzbicka A., 2012. Relacje między zawartością witaminy C i azotanów w bulwach odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności. Biul. IHAR, 266, 143-150.
- Wierzbicka A., Lis B., 2002. Optymalizacja nawożenia azotem wczesnych odmian ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 489, 203-212.
- Wierzbicka A., 2006. Zmienność wybranych cech jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka w zależności od nawożenia azotem i terminu zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 511, 175-187.
- Wierzbicka A., 2012. Wpływ odmiany, nawożenia azotem i terminu zbioru na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaków wczesnych. *Fragm. Agron.*, 29(2), 134-142.
- Wierzbicka A., Mazurczyk W., Wroniak J., 2008. Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na plon i wybrane cechy jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 530, 207-216.

## THE YIELD AND TUBER QUALITY OF NEW POTATO CULTIVARS UNDER CONDITIONS OF VARIED MINERAL NITROGEN FERTILIZATION

*Cezary Trawczyński*

Department of Potato Agronomy  
Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Division of Jadwisin  
ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock  
e-mail: c.trawczynski@ihar.edu.pl

**Abstract.** The aim of the experiments carried out in the years 2013-2015 was to determine the effect of different levels of nitrogen fertilisation on the yield and quality features of tubers of selected new potato cultivars. The study included four edible cultivars: Igor, Jurek, Malaga, Oberon and three starch cultivars: Boryna, Jubilat, Kaszub, grown on a light sandy soil. The organic fertilisation applied was wheat straw and white mustard intercrop. In these experiments 5 levels of mineral nitrogen fertilisation were applied: 0, 50, 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, and constant doses of phosphorus – 17.5 kg P ha<sup>-1</sup> and potassium – 99.6 kg K ha<sup>-1</sup>, determined on the basis on the levels of those elements in the soil. Significantly the highest tuber yield was achieved at the dose of 100 kg N ha<sup>-1</sup> for cultivars Boryna, Jubilat, Kaszub and Malaga, and 150 kg N ha<sup>-1</sup> for cultivars Igor, Jurek and Oberon. On average for the cultivars, the dose of 100 kg N ha<sup>-1</sup> caused significantly the highest content of starch and dry matter in tubers. Low accumulation of nitrates was obtained for the dose of 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Irrespective of the nitrogen dose applied, significantly the highest tuber yield was obtained for cultivars Malaga and Jurek. Cultivar Kaszub was characterised by significantly the highest starch content in tubers. The level of nitrogen fertilisation, genetic properties of the cultivars, and the weather conditions in the years had a significant impact on the level of tuber yield obtained and on the analysed quality features of potato tubers.

**Key words:** tuber quality features, doses of nitrogen, potato cultivars, yield of tubers