

CEZARY TRAWCZYŃSKI

Zakład Agronomii Ziemiaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Oddział Jadwisin

Wpływ nawożenia mineralnego azotem na plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka

The influence of mineral nitrogen fertilization on the yield and tuber quality of new potato cultivars

Celem doświadczeń było określenie wpływu zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego azotem oraz właściwości odmian ziemniaka na plon bulw, udział w plonie bulw zdeformowanych, zazielenionych i porażonych parchem zwykłym oraz na zawartość skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach. Dla odmian ustalono wymagania nawozowe pod względem dawki azotu oraz jej efektywność. Badania przeprowadzono na glebie lekkiej, na której przyorano słomę i poplon z gorczycy białej. Zastosowano zróżnicowany poziom nawożenia mineralnego azotem: 0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹ oraz jednakową dawkę fosforu — 17,5 kg P·ha⁻¹ i potasu — 99,6 kg K·ha⁻¹. Przebadano trzy odmiany jadalne: dwie średnio wczesne Bursztyn i Etiuda oraz jedną średnio późną — Zenia. Badane odmiany charakteryzowały się średnimi wymaganiami odnośnie azotu mineralnego. Uzyskano jednakową efektywność agronomiczną maksymalnej dawki azotu dla odmian Bursztyn i Etiuda (96 kg bulw na 1 kg N) i większą dla odmiany Zenia (119 kg bulw na 1 kg N). Nawożenie mineralne azotem od 0 do 200 kg N·ha⁻¹ miało istotny wpływ na zawartość skrobi, suchej masy i azotanów w bulwach lecz nie wpływało na udział w plonie bulw zdeformowanych, zazielenionych i porażonych parchem zwykłym. Największy plon bulw i najmniejsze stężenie azotanów w bulwach uzyskano w przypadku odmiany Zenia, natomiast istotnie większą zawartość skrobi i suchej masy w bulwach oraz mniejszy udział bulw z wadami wyglądu dla odmian Bursztyn i Etiuda.

Słowa kluczowe: dawki azotu, plon bulw, skład chemiczny bulw, wady bulw, wymagania nawozowe, ziemniak

The aim of the experiments was to determine the impact of different levels of nitrogen fertilization and the characteristics of the cultivars on the potato tuber yield, share of tubers with deformations, greening, infection with common scab as well as starch, nitrate and dry matter contents in tubers. Optimal nitrogen doses and their efficiency were established for the particular cultivars. The experiment was carried on a light soil, on which straw and aftercrop of white mustard were ploughed in. In these experiments 5 levels of mineral nitrogen fertilization were applied: 0, 50, 100, 150 and 200 kg N·ha⁻¹, at the constant levels of phosphorus — 17.5 kg P·ha⁻¹ and potassium — 99.6 kg K·ha⁻¹. Three medium early, table cultivars: Bursztyn, Etiuda and Zenia were tested. Studied cultivars were characterized by medium requirements for mineral nitrogen. The agronomical efficiencies of nitrogen doses for cultivars of

Bursztyn and Etiuda were similar (96 kg of tubers per 1 kg of N) and for cultivar Zenia the efficiency was higher (119 kg of tubers per 1 kg of N). Mineral nitrogen fertilization from 0 to 200 kg N·ha⁻¹ had a significant effect on the starch content, dry matter and nitrate contents in tubers but did not influence the share of deformed tubers, tuber greening and scab infections. The largest tuber yield and the smallest nitrate concentration in tubers were obtained for the cultivar Zenia, but cultivars Bursztyn and Etiuda had significantly higher contents of starch and dry matter in tubers and smaller share of tubers with flaws.

Key words: chemical composition of tubers, defects of tubers, doses of nitrogen, fertilization requirements, potato, tubers yield

WSTĘP

Nawożenie należy do głównych czynników agrotechnicznych decydujących o potencjale plonotwórczym poszczególnych odmian ziemniaka oraz jakości bulw rozumianej jako ich wygląd i zawartość w nich składników (Roztropowicz, 1989; Kalbarczyk, 2003; Dmowski i in., 2004; Sawicka i in., 2011). Spośród makroelementów stosowanych w nawożeniu azot ma decydujący wpływ na plon i jakość bulw, a poszczególne odmiany wykazują zróżnicowaną reakcję na ten składnik (Wierzejska-Bujakowska 1996 a; Jabłoński 2004 a, 2006; Trawczyński, 2004, 2007, 2008). Ustalanie wymagań nawozowych w odniesieniu do corocznie wpisywanych do rejestru nowych odmian umożliwia uzyskanie możliwie największych efektów produkcyjnych (Roztropowicz, Wierzejska-Bujakowska, 1993; Jabłoński 2004 b; Wierzbicka, Lis, 2002; Wierzbicka, 2006; Trawczyński, 2010). Udział bulw z defektami wyglądu oraz o nieodpowiedniej zawartości składników decydują o złej jakości handlowej i żywieniowej bulw ograniczając ich wykorzystanie do spożycia (Nowacki, 2006 a; Rytel, 2010).

Celem badań było określenie wpływu poziomu nawożenia azotem na wielkość plonu bulw, udział bulw z wadami wyglądu, zawartość skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach oraz ustalenie zapotrzebowania na azot mineralny nowych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2012–2014 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Oddział Jadwisin, w ścisłych doświadczeniach polowych określono reakcję jadalnych odmian ziemniaka na nawożenie mineralne azotem. Doświadczenia zakładano metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: zróżnicowany poziom azotu (0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹) oraz trzy odmiany ziemniaka jadalnego: Bursztyn i Etiuda (średnio wczesne) oraz Zenia (średnio późna).

Badania przeprowadzono na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (PTG, 2009). Gleba w poszczególnych latach badań wykazywała kwaśny odczyn, wysoką zasobność w przyswajalny fosfor oraz średnią w potas i średnią do wysokiej w magnez (tab. 1).

Lata badań zaliczały się do mokrych, o czym świadczą średnie wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinova dla okresów wegetacji (tab. 2). Odnotowano jednak znaczne zróżnicowanie wartości współczynnika hydrotermicznego pomiędzy poszczególnymi miesiącami okresu wegetacji w analizowanych latach. W 2012 roku

we wszystkich miesiącach wegetacji było wilgotno, a jedynie we wrześniu wystąpiła posucha. W 2013 roku lipiec był suchy, natomiast pozostałe miesiące zaliczały się do wilgotnych. W 2014 roku susza wystąpiła w lipcu i wrześniu, a w maju zanotowano okres posuchy. Pozostałe miesiące w tych latach należały do wilgotnych.

Tabela 1

Zawartość P, K, Mg w glebie oraz pH gleby
Soil contents 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
2012	5,4	85	107	69
2013	5,3	87	124	48
2014	5,0	77	120	34

Tabela 2

Charakterystyka warunków pogody w latach badań na podstawie wartości współczynników
Sielaninova (k)

Weather conditions in the years of testing on a base of Sielianinov's coefficient values (k)

Rok Year	Miesiąc Month						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
2012	2,28	1,21	2,06	1,95	1,61	0,67	1,63
2013	2,68	2,95	2,04	0,29	1,73	2,86	2,09
2014	1,98	0,92	1,47	0,35	1,40	0,26	1,06

K = 0,0-0,5 susza — drought; k = 0,6-1,0 posucha — moderate drought; k >1,0 wilgotno — wet

Nawożenie organiczne pod ziemniaki stanowiła przyorywana po żniwach podorywką słoma pszenna w dawce 4–5 t·ha⁻¹ z dodatkiem azotu mineralnego (1 kg N na 100 kg słomy) oraz przyorywana jesienią orką przedzimową zielona masa poplonu ścierniskowego z gorczyicy białej w dawce 15–16 t·ha⁻¹. 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·ha⁻¹ P (superfosfat wzbogacony — 17,4% P) i 99,6 kg·ha⁻¹ K (sól potasowa — 49,8% K). Nawożenie mineralne azotem (saletrzak 27% N) stosowano wiosną bezpośrednio przed sadzeniem bulw do dawki 100 kg·ha⁻¹ N oraz uzupełniającą ilość odpowiednio 50 i 100 kg·ha⁻¹ N (na obiektach z dawkami 150 i 200 kg·ha⁻¹ N) bezpośrednio przed wschodami roślin ziemniaka, przed ostatnim obredlaniem.

Chwasty niszczone mechanicznie i chemicznie, do wschodów roślin ziemniaka stosowano 2-krotnie obsypnik z łańcuchami, a bezpośrednio przed wschodami, po ostatnim obredleniu zastosowano Afalon 450SC oraz po wschodach roślin ziemniaka Titus 23WG. W okresie wegetacji 4–5 razy przeprowadzano zabiegi ochronne przeciwko zarazie ziemniaka oraz 2–3 razy zwalczające stonkę.

Ziemniaki sadzono ręcznie w III dekadzie kwietnia w rozstawie 75×33 cm, a zbierano w III dekadzie września. Powierzchnia poletka wynosiła 14,85 m². Podczas zbioru określono masę plonu bulw z każdego poletka oraz zgodnie z metodyką pobierano 5-

kilogramowe próby w celu określenia udziału bulw z wadami zewnętrznymi w plonie (zdeformowane, zazielenione, porażone parchem zwykłym) — Roztropowicz (1999). Na podstawie średnich prób obiektowych oznaczono zawartość skrobi, azotanów i suchej masy 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^-) oznaczono reflektometrycznie przy użyciu przyrządu pomiarowego RQ Flex Merck według metodyki Merck. Suchą masę oznaczono metodą suszarkową, poprzez suszenie naważki miazgi ziemniaczanej w temperaturze 60°C , a następnie dosuszenie w temperaturze 105°C .

Z zależności pomiędzy wielkością uzyskanego plonu bulw a zastosowanymi dawkami 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 $0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$; 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 (Mercik, 2002). Określenie wymagań względem dawki azotu mineralnego dla badanych odmian przeprowadzono przy zastosowaniu ustalonego na podstawie wieloletnich badań podziału odmian ziemniaka na 3 grupy: o małych (poniżej 145), średnich (145–177) i dużych wymaganiach (powyżej $177 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$) — Wierzejska-Bujakowska, 1996 a; Trawczyński, 2004.

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

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość uzyskanego plonu bulw była istotnie zróżnicowana w odniesieniu do badanych czynników, zarówno poziomu nawożenia mineralnego azotem, jak i odmian. Istotnie największy plon bulw stwierdzono po zastosowaniu dawki $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zwiększenie dawki do $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowało istotne obniżenie plonu bulw w porównaniu do dawki azotu $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 3). Podobną reakcję na zastosowaną dawkę azotu stwierdzono u wszystkich analizowanych odmian. Niezależnie od wielkości zastosowanej dawki azotu istotnie największy plon bulw uzyskano dla odmiany Zenia, a odmiany Bursztyn i Etiuda nie różniły się istotnie pod tym względem (tab. 3).

Zależność pomiędzy plonem i wzrastającymi dawkami azotu dla badanych odmian miała układ paraboliczny (tab. 4), co było potwierdzeniem wcześniejszych doniesień w stosunku do wielu odmian (Jabłoński, 2002, 2004 a, 2004 b, 2006; Trawczyński, 2004, 2007; Trawczyński, Wierzbicka, 2011; Wierzbicka, Lis, 2002; Wierzbicka, 2006). Na podstawie regresji obliczono, że maksymalna dawka azotu dla przebadanych odmian wynosiła od 141 do $144 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 4). W odniesieniu do ustalonego podziału pod

względem zapotrzebowania roślin ziemniaka na azot mineralny odmiany zaliczono do grupy o średnich wymaganiach (Trawczyński, 2004), a efektywność nawożenia przy maksymalnej dawce azotu wyniosła 96 kg bulw na 1 kg zastosowanego azotu dla odmian Bursztyn i Etiuda oraz 119 kg bulw u odmiany Zenia (tab. 4).

Tabela 3

Wpływ dawek azotu na plon bulw badanych odmian ($t \cdot ha^{-1}$). Lata 2012–2014
The influence nitrogen doses on the tubers yield of investigation cultivars ($t \cdot ha^{-1}$). Years 2012–2014

Odmiana Cultivar	Dawka N $kg \cdot ha^{-1}$ Dose of N $kg \cdot ha^{-1}$					Średnio Mean
	0	50	100	150	200	
Bursztyn	41,1	48,3	53,3	55,1	52,2	50,0
Etiuda	41,7	46,3	53,5	56,1	51,4	49,8
Zenia	42,8	51,6	57,9	59,8	56,0	53,6
Średnia — Mean	41,9	48,7	54,9	57,0	53,2	
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			1,8		1,2	

Dla współdziałania odmiany \times dawki — r.n.; For interaction cultivars \times doses — n.s.

Tabela 4

Parametry równań określające wielkość i efektywność maksymalnej dawki azotu, plon oraz wymagania nawozowe odmian (lata 2012–2014)
Equation parameters to determine the amount and efficiency of maximum nitrogen dose, yield and fertilization requirements of the potato cultivars (years 2012–2014)

Odmiana Cultivar	Parametry równań Equations parameters			Wielkość maksymalnej dawki N ($kg \cdot ha^{-1}$) Maximum N dose ($kg \cdot ha^{-1}$)	Plon bulw ($t \cdot ha^{-1}$) Yield of tubers ($t \cdot ha^{-1}$)	Efektywność agronomiczna (kg bulw na 1 kg N) Agronomical efficiency (kg tubers per 1 kg N)	Wymagania nawozowe Fertilization requirements
	a	b	c				
Bursztyn	40,9	0,1924	0,0007	143	54,6	96	średnie*
Etiuda	40,7	0,1917	0,0007	144	54,5	96	średnie*
Zenia	42,5	0,2378	0,0008	141	59,3	119	średnie*

*medium

Producenci ziemniaków jadalnych dążą do uzyskania jak największego udziału w plonie ogólnym handlowego plonu bulw, który decyduje o opłacalności uprawy ziemniaka (Nowacki, 2006 b, 2009, 2010). Duży udział plonu handlowego w ogólnym wyniku między innymi z możliwie najmniejszego udziału w plonie bulw z wadami wyglądu takich jak: deformacje, zazielenienia czy porażenie parchem. Największy udział w plonie ogólnym badanych odmian bulw z wadami stanowiły bulwy zdeformowane, mniejszy bulwy zazielenione, a najmniejszy bulwy porażone parchem zwykłym (tab. 5). Stwierdzono, że zarówno udział w plonie bulw zdeformowanych, zazielenionych oraz porażonych parchem zwykłym analizowany oddzielnie, jak również łącznie jako suma wad nie zależał od nawożenia mineralnego azotem. W dotychczas przeprowadzonych badaniach wykazano, że procesy prowadzące do powstawania deformacji i innych wad wyglądu bulw miały miejsce w okresie nagromadzania plonu. Najczęstszą przyczyną ich powstawania były: niewłaściwe zaopatrzenie roślin w wodę, wystąpienie stresu wysokiej temperatury,

porażenie przez patogeny, głównie *R. solani*, a z czynników agrotechnicznych uprawa gleby (Krzysztofik, 2010; Levy, 1986; Lutomirska, Jankowska, 2012). Zdaniem niektórych autorów występowanie w plonie bulw z wadami stanowi cechę odmianową (Nowacki, 2006 a; Lutomirska, Jankowska, 2012). Najwięcej bulw zdeformowanych i porażonych parchem zwykłym stwierdzono u odmiany Zenia, odpowiednio 8,7 i 2,3%, a bulw zazielenionych u odmiany Etiuda — 3,2%. W badaniach Lutomirskiej i Jankowskiej (2012) udział w plonie bulw zdeformowanych w grupie odmian średnio wczesnych wahał się od 2,4 do 27,6%. W łącznej ocenie istotnie większy procent bulw z wadami — 13,2% wykazano dla odmiany Zenia, a istotnie mniejszy — średnio 9,35% u odmian Bursztyn i Etiuda (tab. 5).

Tabela 5

Średni udział bulw zdeformowanych, zazielenionych, porażonych parchem zwykłym i bulw z wadami łącznie w plonie trzech odmian ziemniaka. Lata 2012–2014
Mean share of deformed tubers, greening, common scab infection and sum of defects in the yield of three potato cultivars. Years 2012–2014

Odmiana Cultivars	Procentowy udział bulw Percentage of tubers			Wady łącznie Sum of defects
	zdeformowanych deformed	zazielenionych greening	z parchem zwykłym with common scab	
Bursztyn	6,9	2,2	0,3	9,4
Etiuda	5,3	3,2	0,8	9,3
Zenia	8,7	2,2	2,3	13,2
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	2,0	0,7	0,8	2,1

Analiza składu chemicznego bulw wykazała, że poziom nawożenia mineralnego azotem i różnice odmianowe miały istotny statystycznie wpływ na zawartość skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach. Przyrost zawartości skrobi w bulwach zanotowano do dawki 100 kg N·ha⁻¹. Pod wpływem dawki azotu 150 i 200 kg N·ha⁻¹ zawartość skrobi w bulwach uległa istotnemu obniżeniu (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ dawek azotu na procentową zawartość skrobi w bulwach badanych odmian. Lata 2012–2014
The influence of nitrogen doses on content of starch in tubers of the investigated cultivars. Years 2012–2014

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha ⁻¹ Dose of N kg·ha ⁻¹					Średnia Mean
	0	50	100	150	200	
Bursztyn	15,9	16,2	16,5	16,0	15,7	16,1
Etiuda	15,9	16,1	16,4	16,1	15,7	16,0
Zenia	13,4	13,8	14,5	14,0	13,5	13,8
Średnia — Mean	15,1	15,4	15,8	15,3	15,0	
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			0,2			0,2

Dla współdziałania odmiany × dawki — 0,3.; For interaction cultivars × doses — 0.3

Zbieżność wyników odnośnie niekorzystnego oddziaływania dużych dawek azotu na zawartość skrobi w bulwach potwierdzili inni badacze (Wierzejska-Bujakowska, 1996 b; Jabłoński, 2002, 2004 a; Dmowski i in., 2004; Trawczyński, 2007; Wierzbicka, 2012). W

odniesieniu do właściwości genotypowych wykazano, że odmiany Bursztyn i Etiuda charakteryzowały się istotnie większą zawartością skrobi w bulwach niż odmiana Zenia (tab. 6).

Podobnie jak w przypadku zawartości skrobi w bulwach wykazano większy wpływ poziomu nawożenia mineralnego azotem na gromadzenie azotanów w bulwach (od 37 do 85 mg·kg⁻¹ świeżej masy bulw) niż wpływ odmian (od 58 do 66 mg·kg⁻¹ świeżej masy bulw). Istotny przyrost zawartości azotanów w bulwach badanych odmian stwierdzono pod wpływem wzrostu dawki azotu do 200 kg N·ha⁻¹ (tab. 7). Jednak nawet przy dawce 200 kg N·ha⁻¹ wykazano, że była to niska skłonność do kumulowania azotanów, poniżej 100 mg·kg⁻¹ świeżej masy bulw (Nowacki i in., 2014). Największym przyrostem zawartości azotanów w bulwach w przedziale dawek N od poziomu 0 do 200 kg N·ha⁻¹, cechowała się odmiana Zenia (o 55 mg·kg⁻¹), zaś najmniejszą odmiana Bursztyn (o 41 mg·kg⁻¹). Niezależnie od wielkości zastosowanej dawki azotu wykazano, że bulwy odmiany Zenia i Bursztyn zawierały istotnie mniej azotanów w porównaniu do bulw odmiany Etiuda (tab. 7).

Tabela 7

Wpływ dawek azotu na zawartość azotanów (mg NO₃·kg⁻¹ świeżej masy) w bulwach badanych odmian. Lata 2012–2014

The influence of nitrogen doses on the content of nitrates (mg NO₃·kg⁻¹ fresh weight) in tubers of the investigated cultivars. Years 2012–2014

Odmiana Cultivar	Dawka N kg ha ⁻¹ Dose of N kg ha ⁻¹					Średnio Mean
	0	50	100	150	200	
Bursztyn	39	50	63	67	80	60
Etiuda	42	58	68	73	91	66
Zenia	29	47	55	75	84	58
Średnia — Mean	37	52	62	72	85	
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			10			5

Dla współdziałania odmiany × dawki — 12; For interaction cultivars × doses — 12

Zawartość suchej masy w bulwach była skorelowana ze zmianami zawartości skrobi w zależności od czynnika nawozowego. Pod wpływem dawek 150 i 200 kg N·ha⁻¹ wykazano istotne obniżenie zawartości suchej masy w bulwach w porównaniu do dawki 100 kg N·ha⁻¹ (tab. 8). Stwierdzono ponadto istotne różnice pod względem zawartości suchej masy w bulwach u badanych odmian. Bulwy odmiany Bursztyn charakteryzowały się największą, a bulwy odmiany Zenia najmniejszą zawartością suchej masy w bulwach (tab. 8). Wielu badaczy podkreśla, że zawartość suchej masy w największym stopniu uwarunkowana jest czynnikiem genetycznym, ale podlegać może zmianom pod wpływem agrotechniki, w tym nawożenia (Simmonds, 1977; Silva; Leszczyński, 1994, 2002; Holden i in., 2003; Wierzbicka i in., 2008).

Tabela 8

**Wpływ dawek azotu na procentową zawartość suchej masy w bulwach badanych odmian.
Lata 2012–2014**

**The influence of nitrogen doses on dry matter content in tubers of the investigated cultivars.
Years 2012–2014**

Odmiana Cultivar	Dawka N kg·ha ⁻¹ Dose of N kg·ha ⁻¹					Średnio Mean
	0	50	100	150	200	
Bursztyn	24,3	24,5	25,2	25,0	24,4	24,7
Etiuda	23,7	24,0	24,2	24,1	23,8	23,9
Zenia	20,6	20,6	22,9	21,1	20,5	21,1
Średnia — Mean	22,9	23,0	24,1	23,4	22,9	
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,2					0,1

dla współdziałania odmiany × dawki — 0,3; for interaction cultivars × doses — 0.3

Analiza wielkości uzyskanego plonu, wad wyglądu bulw oraz zawartości składników w bulwach wykazała istotne ich zróżnicowanie przez układ warunków pogodowych w latach badań (tab. 9).

Tabela 9

Wpływ lat badań na plon i jakość bulw

The influence of investigation years on the yield and tubers quality

Cecha Feature	Lata Years			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2012	2013	2014	
Plon bulw — Tubers yield (t·ha ⁻¹)	60,3	41,0	52,2	1,2
Deformacje — Deformations (%)	4,7	9,3	7,2	2,0
Zazielenienia — Green tubers (%)	3,0	2,5	4,5	0,9
Parch zwykły — Common scab (%)	2,2	0,4	0,8	0,8
Suma wad — Sum of defects (%)	9,9	12,2	12,5	2,1
Skrobia — Starch (%)	15,5	13,9	15,0	0,4
Azotany — Nitrates (mg·kg ⁻¹)	34,6	78,2	72,2	8,2
Sucha masa — Dry matter (%)	24,8	20,7	24,3	0,2

Porównanie poziomu plonowania w kolejnych latach pozwoliło stwierdzić, że warunki pogodowe okresu wegetacji w 2012 roku były najbardziej sprzyjające, istotnie mniej korzystne w 2014 roku i najmniej korzystne w 2013 roku. Różnica plonu bulw pomiędzy skrajnymi latami wynosiła ponad 30%. Sawicka i in. (2011) stwierdzili, że zmienność plonu bulw ziemniaka determinowana przebiegiem pogody w latach skrajnych może dochodzić do 80%. Spośród analizowanych wad największe różnice pomiędzy latami dotyczyły procentowego udziału w plonie bulw zdeformowanych. Lutomińska i Jankowska (2012) wykazały, że wraz ze wzrostem współczynnika Sieliniowa od 0,3 do 3,0, czyli w zakresie zmiany warunków glebowych z suszy do wysokiej wilgotności zwiększył się istotnie w zbieranym plonie udział bulw zdeformowanych. W przeprowadzonych badaniach największy udział bulw zdeformowanych w plonie uzyskano w roku, w którym od maja do września wartość współczynnika Sieliniowa wahała się od 0,29 do 2,95, a najmniejszy udział w roku o współczynniku w zakresie od 1,21 do 2,06. W najbardziej sprzyjającym plonowaniu roku badań (2012) uzyskano w łącznej ocenie istotnie najmniejszy udział bulw z wadami w plonie, a w latach 2012 i 2014 istotnie większą

zawartość skrobi i suchej masy w bulwach, niż w 2013 roku, bardzo mokrym, z wyjątkiem miesiąca lipca, kiedy wystąpiła susza. Wykazano ponadto, że lata 2013 i 2014 z bardziej zmiennym w okresie wegetacji układem warunków termiczno-wilgotnościowych (wyrażonych współczynnikiem Sielianinowa) wpłynęły na istotne zwiększenie zawartości azotanów w bulwach w porównaniu do roku 2012, o bardziej wyrównanych wartościach współczynnika Sielianinowa w okresie wegetacji, co potwierdzają wcześniejsze badania (Reda, Łojkowska, 1993; Lis, 1996; Wierzbicka, Trawczyński, 2011; Trawczyński, Wierzbicka, 2012). W obecnie przeprowadzonych badaniach wykazano, że w roku o odpowiednich warunkach termiczno-wilgotnościowych w głównym okresie rozwoju roślin (czerwiec, lipiec, sierpień) uzyskuje się duży potencjał plonotwórczy bulw, mniejszy udział w plonie bulw z wadami, wzrost zawartości skrobi i suchej masy oraz obniżenie kumulacji azotanów w bulwach, niż w latach z wysoką amplitudą wahań warunków termiczno-wilgotnościowych, podobnie jak w pracach Kołodziejczyk i Szmigiel (2012), Pytlarz-Kozickiej (2002) i Wierzbickiej (2012).

WNIOSKI

1. Na podstawie reakcji plonu bulw na wzrastający poziom nawożenia mineralnego azotem obliczono, że uprawiając na glebie lekkiej odmiany: Bursztyn, Etiuda i Zenia należy zastosować dawkę 120 kg N·ha⁻¹.
2. Nawożenie azotem mineralnym do 100 kg N·ha⁻¹ spowodowało istotny przyrost zawartości skrobi i suchej masy w bulwach. Zawartość azotanów w bulwach wzrastała wraz z nawożeniem azotowym do 200 kg N·ha⁻¹, ale nawet taka dawka nie wpłynęła negatywnie na jakość bulw ziemniaka pod względem tej cechy.
3. Udział w plonie bulw zdeformowanych, zazielenionych i porażonych parchem zwykłym zależała od odmiany, nie zależała od dawki nawożenia azotem.
4. Niezależnie od wielkości zastosowanej dawki azotu odmiana Zenia charakteryzowała się istotnie największym plonem bulw i najmniejszą zawartością azotanów w bulwach, a odmiany Bursztyn i Etiuda istotnie większą zawartością skrobi i suchej masy w bulwach oraz istotnie mniejszym udziałem bulw z wadami wyglądu niż odmiana Zenia.

LITERATURA

- Dmowski Z., Nowak L., Chmura K. 2004. Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. *Biul. IHAR* 232: 141 — 148.
- 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. 2002. Wpływ poziomu nawożenia azotowego nowych odmian ziemniaków jadalnych w latach 1998–2000 na plon i jego jakość oraz trwałość przechowalniczą. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* z. 484: 211 — 217.
- Jabłoński K. 2004 a. Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość nowych odmian ziemniaka jadalnego uprawianych na glebach średnio zwięzłych. *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.

- 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.
- Krzysztofik B. 2010. Wpływ sposobu uprawy roli na niektóre cechy trzech odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 557: 183 — 192.
- Leszczyński W. 1994. Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość. *Post. Nauk Rol.* 41/46 (6): 55 — 68.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 47 — 64.
- Levy D. 1986. Genotypic variation in response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to high ambient temperature and water deficit. *Field Crops Res.* 15: 85 — 96.
- Lis B. 1996. Wpływ długości okresu wegetacji odmian i nawożenia azotowego na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 440: 217 — 222.
- Lutomirska B., Jankowska J. 2012. Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany. *Biul. IHAR* 266: 131 — 142.
- Mercik S. 2002. *Chemia rolna—podstawy teoretyczne i praktyczne*. Wyd. SGGW: 237 — 245.
- Nowacki W. 2006a. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 429 — 439.
- Nowacki W. 2006 b. Straty w plonie handlowym czynnikiem determinującym efektywność ekonomiczną produkcji ziemniaków jadalnych. *Roczniki Naukowe SERiA*, tom VIII, z. 1: 133 — 136.
- Nowacki W. 2009. Czynniki wpływające na opłacalność produkcji ziemniaka w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA*, t. XI, z. 1, 320 — 323.
- Nowacki W. 2010. Rynek ziemniaków w Polsce. *Roczniki Naukowe Seria. T. XII z. 4*: 230 — 234.
- Nowacki W., Boguszewska D., Czerko Z., Goliszewski W., Grudzińska M., Jankowska J., Lutomirska B., Pietraszko M., Trawczyński C., Wierzbička A., Zarzyńska K., Michalak K. 2014. *Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka*. Wyd. XVII, IHAR — PIB O/Jadwisin: 34ss.
- 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.
- Reda S., Łojkowska E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 42: 29 — 37.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 6 (6): 33 — 75.
- Roztropowicz S., Wierzejska-Bujakowska A. 1993. Nitrogen fertilization of Polish potato cultivars. *Potato Res.* 4: 384.
- Roztropowicz S. (red.) 1999. *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Praca zbiorowa. IHAR Oddział Jadwisin: 50 ss.
- Rytel E. 2010. Wybrane substancje odżywcze i antyżywnieniowe 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.
- Silva G. H., Andrew W.T. 1987. Hill to hill variations in tuber field in Alberta. *Am. Potato J.* 62 (3): 119 — 127.
- Simmonds N. W. 1977. Relations between specific gravity, dry matter content and starch content of potatoes. *Potato Research*, 20 (2): 134 — 140.
- Trawczyński C. 2004. Zależność między dawką azotu a plonem odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232: 131 — 140.
- Trawczyński C. 2007. Reakcja kilku nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 246: 73 — 81.

- Trawczyński C. 2008. Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 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. 2013. Reakcja na nawożenie mineralne azotem trzech nowych odmian ziemniaka jadalnego w latach 2010–2012. Biul. IHAR 269: 29 — 39.
- Trawczyński C., Wierzbicka A. 2011. Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. Biul. IHAR 259: 193 — 201.
- 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. Prob. Post. Nauk Rol. z. 489: 203 — 212.
- Wierzbicka A. 2006. 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. 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. Prob. Post. Nauk Rol. z. 530: 207 — 216.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1996 a. Maksymalne biologicznie dawki azotu dla 22 odmian ziemniaka i ich zmiana pod wpływem ochrony przed zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary). Biul. Inst. Ziem. 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.