

BARBARA SAWICKA¹**PIOTR PSZCZÓŁKOWSKI**²¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie² Stacja Doświadczalna Oceny Odmian, Uhnin

Fenotypowa zmienność struktury plonu odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski

Phenotypic variation of yield structure of potato cultivars under conditions of mid-eastern Poland

W doświadczeniu polowym przeprowadzonym w SDOO Uhnin w latach 1998–2000 zastosowano układ bloków zrandomizowanych w trzech powtórzeniach. Badano 16 odmian ziemniaka: Ania, Anielka, Arkadia, Fregata, Grot, Klepa, Omulew, Rybitwa, Rywał, Salto, Vistula (średnio późne), Dunajec, Hinga, Jantar, Meduza i Wawrzyn (późne). Nawożenie organiczne i mineralne pod ziemniak było na jednakowym poziomie (20 t·ha⁻¹ górczycy białej na przyoranie oraz N — 90, P₂O₅ — 90, K₂O — 135 kg·ha⁻¹). Odmiany wewnątrz grup wczesności różniły się istotnie plennością. Dominującą rolę w zmienności plonu bulw i jego strukturze odgrywały czynniki siedliskowe. Czynniki genetyczne najsilniej determinowały zmienność fenotypową pod względem liczby łodyg na roślinie. Współdziałanie odmian i lat było najwyższe w zmienności plonu handlowego bulw.

Słowa kluczowe: odmiany, struktura plonu, ziemniak, zmienność

In the field experiment carried out in the years 1998–2000 at the Experimental Station Uhnin a randomized blocks design with three replications was applied. The studies were performed on 16 potato cultivars, comprising mid-late cultivars Ania, Anielka, Arkadia, Fregata, Grot, Klepa, Omulew, Rybitwa, Rywał, Salto and Vistula, and late cultivars Dunajec, Hinga, Jantar, Meduza and Wawrzyn. Mineral fertilization at constant doses of 90, 90 and 135 kg·ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O, respectively, and organic fertilization with 20 t·ha⁻¹ of ploughed under white mustard, were applied. Significant differences in yielding between cultivars within the earliness groups were found. Environmental factors played the key role both in variability of tubers yield and in the yield structure. In turn, genetic factors most strongly determined the phenotypic variation shown in a number of stems per plant. The strongest effect of interaction between cultivars and years was exhibited in variability of commercial yield of tubers.

Key words: cultivars, potato, variability, yield structure

WSTĘP

Wiele cech ziemniaka jest uwarunkowana genetycznie (Keller i Baumgartner, 1982; Teodorczyk, 1982; Yildirim i Caliscan, 1985; Sawicka, 1991). Obok zmienności genetycznej występuje równolegle zmienność środowiskowa. Do najważniejszych przyczyn tej zmienności można zaliczyć: jakość sadzeniaków (zdrowotność, wielkość, sposób przechowywania), niejednorodność środowiska glebowego (zmienność glebowa, zróżnicowanie pH), różnorodność wpływu warunków meteorologicznych, takich jak: opady, temperatura, światło (długość fal, intensywność i czas trwania). Zróżnicowanie środowiska, w jakim znajdują się rośliny ziemniaka powoduje modyfikację procesów regulacji wewnętrznej zarówno w obrębie rośliny, jak i łodygi *Solanum tuberosum* L. Może zatem wystąpić zmienność łodyg w obrębie rośliny, zmienność roślin w redlinie, zmienność roślin na poletku związana z latami, jak i miejscowościami (Świeżyński i in., 1975, 1977; Trętowski, 1976; Teodorczyk, 1982; Sawicka, 1991). Z badań metodycznych Trętowskiego (1976), Ubysz-Boruckiej (1977), Kellera i Baumgartnera (1982), Yildirima i Caliscana (1985) oraz Trętowskiego i wsp. (1989) wynika, że określenie cech roślin ziemniaka wymaga prowadzenia badań w ciągu trzech lat w jednej miejscowości, bądź 1–2 lat w kilku miejscowościach, aby było można prawidłowo wyszczególnić komponenty zmienności fenotypowej. Zmienność fenotypowa cech ziemniaka jest rzadko podejmowanym tematem badań. Brakuje również prac, które łączyłyby zmienność genetyczną i środowiskową w całość jako zmienność fenotypową. Stąd też celem pracy było poznanie struktur zmienności wybranych cech ilościowych średnio późnych i późnych odmian ziemniaka, co ułatwi typowanie do uprawy odmian o największej stabilności pożądanej cechy.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Uhninie w latach 1998–2000. Eksperyment wykonano w układzie bloków zrandomizowanych w trzech powtórzeniach. Badano 16 odmian ziemniaka: Ania, Anielka, Arkadia, Fregata, Grot, Klepa, Omulew, Rybitwa, Rywał, Salto, Vistula (średnio późne), Dunajec, Hinga, Jantar, Meduza i Wawrzyn (późne). Nawożenie organiczne i mineralne pod ziemniak było na jednakowym poziomie ($N = 90$, $P_2O_5 = 90$, $K_2O = 135 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), ponadto jesienią przyorano poplon gorczycy ($20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Przedplonem ziemniaka była pszenica ozima. Bulwy sadzono 27 kwietnia w redliny, o rozstawie $67,5 \times 37 \text{ cm}$. Materiał sadzeniakowy stanowiły bulwy w stopniu superelity. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 20 m^2 . Pielęgnacja i ochrona doświadczenia przed chorobami i szkodnikami była zgodna z wymogami poprawnej agrotechniki. Zbiór ziemniaka przeprowadzono w 25–27 września w czasie, którego określono plon bulw i pobrano próby do oznaczeń jego struktury spod 10 krzaków. Strukturę oznaczano według frakcji: <4 , $4\text{--}5$, $5\text{--}6$, $>6 \text{ cm}$ średnicy. Statystyczne opracowanie wyników wykonano głównie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora, a istotność różnic testem Tukeya. W celu określenia udziału poszczególnych źródeł zmienności oraz ich

— σ_e^2 — ocena zmienności środowiskowej, związanej z powtarzaniem obserwacji lub pomiaru w czasie;

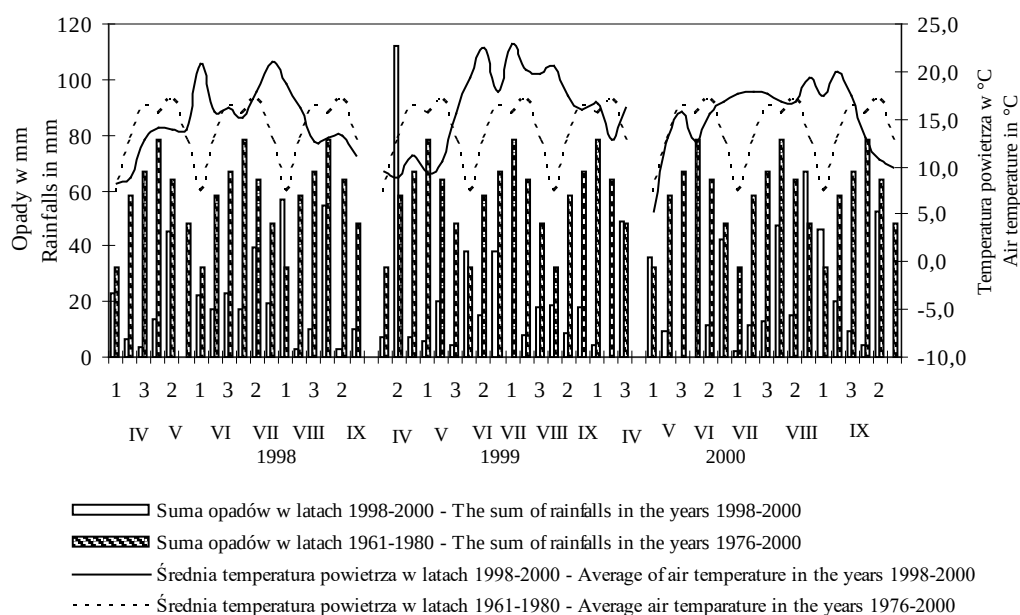
— σ^2_G — ocena zmienności genotypowej (odmianowej);

— σ_p^2 — ocena zmienności fenotypowej (całkowitej).

Uzyskane z analizy wariancji wartości empiryczne średnich kwadratów porównywano z ich wartościami oczekiwanymi. Rozwiązując w ten sposób układy równań otrzymano oszacowanie komponentów wariancyjnych odpowiadających poszczególnym źródłom zmienności. Wzajemne relacje wyznaczonych ocen komponentów wariancyjnych oraz ich struktura procentowa stanowiły podstawę oceny wpływu czynnika odmianowego i lat na zmienność plonu bulw i cech struktury plonu. Ponadto wyliczono współczynniki zmienności każdej cechy według wzoru:

$$V = \frac{S}{x} \times 100\%$$

gdzie: S — odchylenie standardowe, $\bar{x}$ — średnia arytmetyczna (Trętowski i Wójcik, 1988). Przebieg pogody w latach badań ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresach wegetacji ziemniaka w latach 1998–2000 według Stacji IMGW w Uhninie

Fig. 1. Rainfalls and air temperature during potato vegetation periods in the years 1998–2000, according to IMGW at Uhnin

WYNIKI BADAŃ

Plon bulw uzyskany w doświadczeniu okazał się uzależniony w największym stopniu od warunków wegetacji w poszczególnych latach (95,7%), w znacznie mniejszym od właściwości odmianowych (3,3%) oraz współdziałania odmian i lat (0,9%) (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ odmian ziemniaka i lat na plon bulw ogółem, plon handlowy, plon sadzeniaków, udział masy sadzeniaków, udział masy bulw o średnicy <4, 4-5, 5-6, >6 cm oraz liczbę pędów
The influence of potato varieties and years on the yield of tubers, its structure and proportion of components in total phenotypic variation

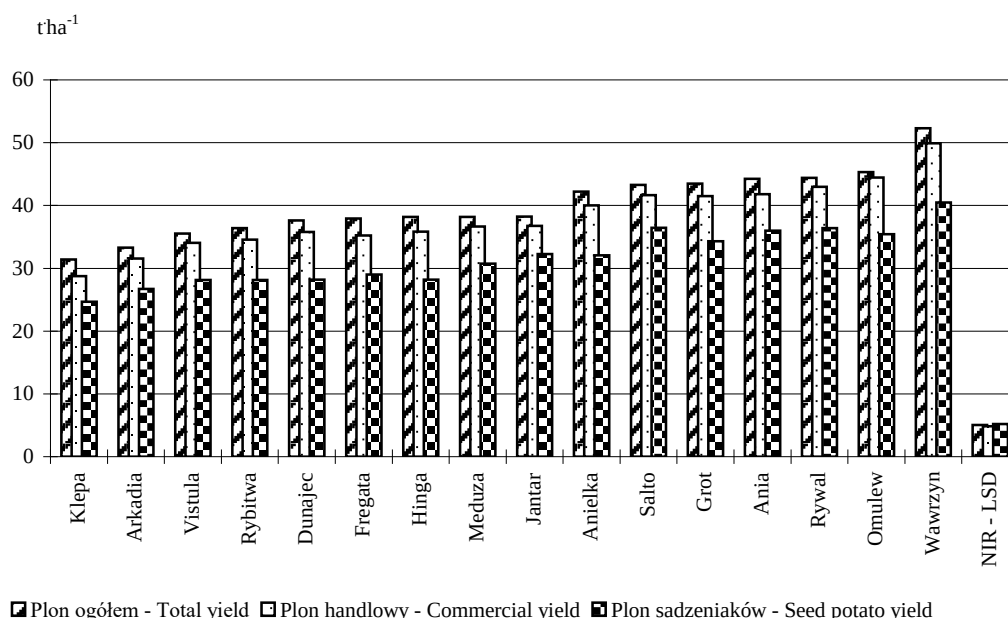
Cecha Trait	Istotność wpływu Significance of influence			Udział komponentów wariacyjnych w całkowitej zmienności genotypowej (%) Proportion of components in total phenotypic variation (%)		
	odmiany cultivars	lat years	odmiany × lata cultivars × years	odmiany cultivars	lat years	odmiany × lata cultivars × years
Plon bulw Yield of tubers (t·ha ⁻¹)	*	*	n	3,3	95,7	0,9
Plon handlowy bulw Commercial yield (t·ha ⁻¹)	*	*	n	3,2	95,8	0,9
Plon sadzeniaków Yield of seed potatoes (t·ha ⁻¹)	*	*	*	3,1	95,1	1,2
Udział masy sadzeniaków Proportion of seed potatoes (%)	n**	*	n	0,2	99,7	0,1
Udział bulw handlowych Share of commercial yield (%)	*	*	*	20,3	65,5	13,4
Udział masy bulw Ø <4 cm Weight ratio of tubers in diameter <4 cm	*	*	*	11,4	85,0	3,4
Udział masy bulw Ø 4–5 cm Weight ratio of tubers in diameter 4–5 cm	*	*	*	34,1	62,4	3,4
Udział masy bulw Ø 5–6 cm Weight ratio of tubers in diameter 5–6 cm	*	*	*	25,7	71,5	2,8
Udział masy bulw Ø >6 cm Weight ratio of tubers in diameter >6 cm	*	*	*	24,8	67,8	7,3
Liczba łodyg (szt./ roślinę) Number of stems per plant	*	*	*	53,1	32,0	11,3

* Istotne przy poziomie $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0.05$

** Nieistotne przy poziomie $\alpha = 0,05$; Not significant at $\alpha = 0.05$

Między grupami wczesności nie stwierdzono istotnych różnic, natomiast wewnątrz grup wczesności odmiany okazały się niejednorodne (tab. 3). W grupie odmian średnio późnych istotna różnica wystąpiła między odmianą Arkadia a Grot, Salto, Ania, Rywał i Omulew, natomiast homologiczne pod względem wartości tej cechy okazały się: Arkadia, Klepa, Rybitwa, Vistula; Ania; Ania, Anielka, Grot, Omulew, Rywał, Salto; Arkadia, Rybitwa, Vistula; Arkadia, Rybitwa, Vistula; Rywał, Salto, Grot, Ania. W grupie odmian późnych istotne różnice wystąpiły między odmianą Wawrzyn a pozostałymi odmianami. Te zaś

okazały się jednorodne pod względem plonu. Zdecydowanie najbardziej plenną była późna odmiana Wawrzyn ($> 50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). W grupie odmian o wysokich plonach ($> 40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) znalazły się odmiany: Omulew, Rywał, Ania, Grot, Salto i Anielka. Pozostałe odmiany cechowały się plonem na przeciętnym poziomie ($> 30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) (rys. 2). Średni współczynnik zmienności plonu ogółem wynosił 27,6%, z wahaniami od 15,4 (Klepa) do 40,9% (Salto).

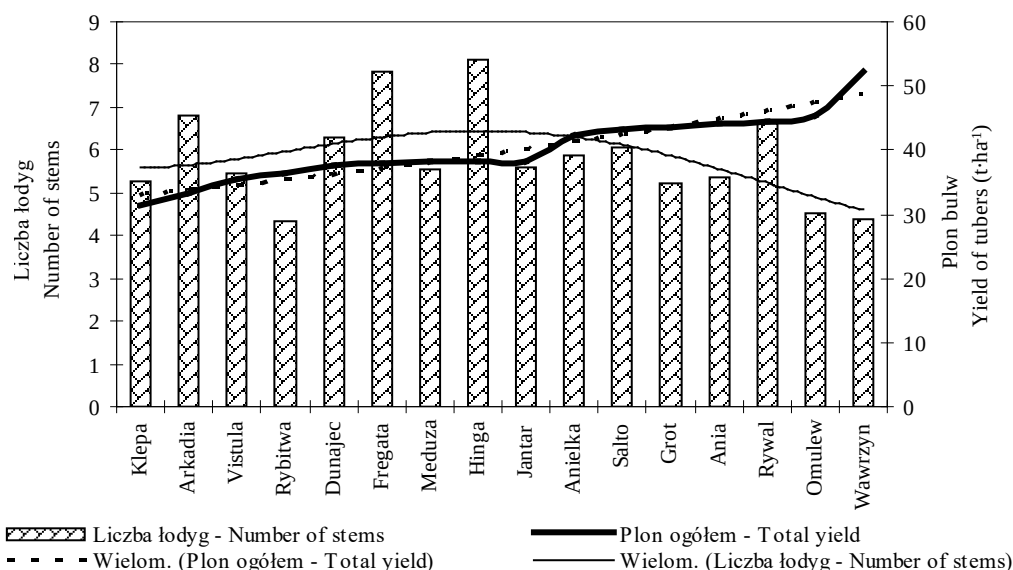


■ Plon ogółem - Total yield □ Plon handlowy - Commercial yield ▨ Plon sadzeniaków - Seed potato yield

Rys. 2. Charakterystyka odmian ziemniaka pod względem plonu ogółem bulw, plonu handlowego i plonu sadzeniaków

Fig. 2. Characteristics of potato cultivars regarding the total, commercial and seed potato yield

Liczba łodyg w roślinie okazała się w największym stopniu uzależnioną od cech genetycznych (53,1%), w mniejszym od lat badań (32,0%) i w najmniejszym od współdziałania odmian i lat (11,3%) (tab. 1). Badane odmiany pod względem tej cechy można uszeregować następująco: Hinga $>$ Fregata $>$ Arkadia $>$ Rywał $>$ Dunajec $>$ Salto $>$ Anielka $>$ Vistula $>$ Jantar $>$ Meduza $>$ Klepa $>$ Ania $>$ Grot $>$ Omulew $=$ Rybitwa $>$ Wawrzyn; przy czym można wyróżnić następujące grupy homologiczne: Fregata, Hinga; Arkadia, Rywał, Dunajec, Salto; Klepa, Vistula, Meduza, Jantar, Anielka, Ania, Salto; Rybitwa, Omulew, Wawrzyn (rys. 3). Zarówno plon bulw, jak i liczba łodyg układały się wg krzywej wielomianowej drugiego stopnia. Jednak tylko w przypadku odmian: Klepa, Arkadia, Vistula, Rybitwa, Dunajec, Fregata, Meduza, Hinga, Jantar i Anielka można mówić o dodatniej zależności między liczbą pędów a plonem (rys. 3).



Rys. 3. Charakterystyka odmian ziemniaka pod względem plonu bulw i liczby łodyg w roślinie
Fig. 3. Characteristics of potato cultivars regarding tuber yield and a number of stems per plant

Dominującą rolę w zmienności całkowitej bulw o średnicy > 4 , $4\text{--}5$, $5\text{--}6$ i > 6 cm odgrywały lata badań (62,4–85,0%) (tab. 1). Udział zmienności genotypowej w zmienności całkowitej kształtował się na poziomie 11,4–34,1%, w zależności od analizowanej cechy. Największy udział odmian w zmienności całkowitej obserwowano w obrębie frakcji bulw o średnicy $4\text{--}5$ cm. Współdziałanie odmian i lat miało niewielki udział w zmienności fenotypowej tych cech struktury plonu (2,8–7,3%). W plonie największy udział stanowiły bulwy o średnicy $4\text{--}5$ cm (63,2%), najmniejszy zaś — bulwy o średnicy > 6 cm (2,6%) (tab. 2). W obrębie frakcji bulw o kalibrze < 4 cm odmiany między grupami wczesności okazały się jednorodne, zaś wewnątrz grup — niejednorodne. Z uwagi na udział masy bulw tej frakcji w plonie odmiany średnio późne można uszeregować następująco: Klepa $>$ Fregata $>$ Arkadia $>$ Rybitwa $>$ Anielka $>$ Ania $>$ Vistula $>$ Grot $>$ Salto $>$ Rywal $>$ Omulew. Istotne różnice w udziale masy bulw o średnicy poniżej 4 cm wystąpiły między odmianą: Klepa a pozostałymi odmianami w tej grupie wczesności, a także między odmianą Fregata a: Arkadia, Rybitwa, Anielka, Vistula, Grot, Salto, Rywal i Omulew. Homologiczne pod względem tej cechy okazały się odmiany: Ania, Anielka, Arkadia, Rybitwa; Rywal, Salto, Grot; Salto, Vistula. W grupie odmian późnych istotnie różniły się udziałem masy bulw o $\varnothing < 4$ cm odmiany: Hinga a: Wawrzyn, Jantar i Meduza oraz Wawrzyn i Dunajec. Odmiany Jantar, Wawrzyn i Meduza okazały się homologiczne pod względem udziału masy bulw najmniejszych w plonie.

Tabela 2

Procentowy udział bulw o średnicy <4, 4-5, 5-6 i >6 cm w plonie masy oraz współczynniki zmienności V
Weight ratios of tubers of <4, 4-5, 5-6 and > 6 cm in diameter and coefficients of variation

Grupa wczesności Earliness group	Odmiany Cultivars	Średnica bulw (cm) Tuber diameter (cm)							
		<4		4-5		5-6		>6	
		średnia mean	V**	średnia mean	V	średnia mean	V	średnia mean	V
Średnio późne Mid-late	Ania	7,0 cde*	37,5	58,4 b	16,4	32,4 g	29,4	2,2 bc	115,8
	Anielka	7,4 def	47,4	64,3 d	12,9	25,9 de	41,5	2,4 bc	92,6
	Arkadia	7,8 ef	59,2	75,5 gh	6,5	16,4 b	53,6	0,2 a	168,7
	Fregata	10,1 g	38,9	74,5 g	3,6	15,4 b	40,2	0,1 a	300,0
	Grot	5,9 bcd	30,9	64,3 d	12,6	27,3 ef	28,4	2,4 bc	78,6
	Klepa	12,7 h	15,9	76,2 gh	5,1	11,1 a	27,1	0,1 a	300,0
	Omulew	3,3 a	24,3	48,6 a	13,0	40,7 hi	7,9	7,2 f	59,0
	Rybitwa	7,5 def	64,6	62,2 cd	10,3	28,2 f	30,8	2,2 bc	115,3
	Rywal	4,6 ab	23,2	68,7 e	12,0	24,9 d	28,0	1,9 b	94,6
	Salto	5,6 bc	53,5	71,6 f	5,4	22,1 c	26,0	0,7 a	128,4
	Vistula	6,0 bcd	19,3	76,8 h i	10,5	16,7 b	54,2	0,4 a	158,1
	Średnia	7,1	37,7	67,4	9,8	23,7	33,4	1,8	146,5
Późne Late	Wawrzyn	5,8 bc	65,8	48,8 a	20,8	39,8 h	25,8	6,1 e	58,1
	Dunajec	7,4 def	56,6	60,3 bc	14,2	28,0 ef	34,0	3,8 d	90,4
	Hinga	8,7 fg	32,5	78,6 i	5,1	12,6 a	39,8	0,1 a	300,0
	Jantar	5,8 bc	10,1	60,1 bc	13,3	31,4 g	20,4	2,7 c	75,4
	Meduza	6,2 cd	12,5	47,4 a	20,0	42,2 i	19,5	4,3 d	44,0
	Średnia	6,8	35,5	59,0	14,7	30,8	27,9	3,4	113,6
Średnia Mean		6,9	36,6	63,2	12,3	27,3	30,6	2,6	130,0
NIR _{0,05}		1,6		2,3		2,2		0,7	
LSD _{0,05}									

* Wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się statystycznie; No statistical differences between the values marked with the same letters

** Współczynnik zmienności w %; Coefficient of variation in %

Średni współczynnik zmienności tej frakcji wielkościowej bulw wynosił średnio 36,6%. Jego wartość wahała się od 10,1 (Jantar) do 65,8% (Wawrzyn). Frakcja bulw o średnicy 4–5 cm, stanowiła grupę niejednorodną. Istotne różnice wystąpiły zarówno pomiędzy grupami wczesności, jak i wewnątrz nich. Większym udziałem bulw tej frakcji cechowały się odmiany średnio późne niż późne. Odmianą o największej partycypacji tych bulw w plonie, w grupie odmian średnio późnych, była Vistula, a w grupie odmian późnych — Hinga. Najmniejszym zaś ich udziałem odznaczały się odpowiednio: Omulew — w grupie średnio późnych i Meduza — w grupie późnych. Odmianami homologicznymi pod względem masy bulw o $\varnothing$ 4–5 cm okazały się: Wawrzyn, Meduza, Omulew; Ania, Dunajec, Jantar; Anielka, Grot, Rybitwa; Klepa, Arkadia, Fregata. Bulwy duże, o średnicy 5–6 cm stanowiły przeciętnie 27,3% masy plonu i różniły się tak między grupami, jak i wewnątrz grup wczesności. Zdecydowanie wyższym udziałem bulw tej frakcji odznaczały się odmiany późne niż średnio późne. Odmianami o największej partycypacji w plonie bulw o kalibrze 5–6 cm okazały się Omulew w grupie odmian średnio późnych i Meduza — w grupie odmian późnych, a o najmniejszym ich udziale odpowiednio: Klepa i Hinga. W obrębie badanych odmian można wyróżnić następujące grupy homologiczne:

Klepa, Hinga; Arkadia, Fregata, Vistula; Anielka, Rywał; Anielka, Grot, Dunajec; Ania, Jantar; Wawrzyn, Omulew; Dunajec, Grot; Rybitwa, Dunajec, Grot; Meduza, Omulew. Współczynnik zmienności tej cechy wynosił przeciętnie 30,6%, ale zdecydowanie wyższą wartość osiągał w grupie odmian średnio późnych. Odmianą najbardziej stabilną, pod względem udziału masy bulw o średnicy 5–6 cm, w grupie odmian średnio późnych okazała się Omulew, natomiast w grupie późnych — Meduza. Najmniej stabilnymi były zaś odpowiednio: Vistula i Hinga. Bulwy najbardziej dorodne stanowiły przeciętnie tylko 2,6% plonu. Istotne różnice międzyodmianowe, pod względem tej cechy wystąpiły tylko wewnątrz odmian późnych. Odmianą cechującą się największym udziałem bulw o średnicy > 6 cm była Wawrzyn, najmniejszym zaś — Hinga, obydwie z grupy odmian późnych, ale także taki sam udział masy bulw miały: Fregata i Klepa, z grupy średnio późnych. Z uwagi na udział bulw o średnicy > 6 cm spośród badanych odmian można wyróżnić następujące grupy homologiczne: Arkadia, Fregata, Klepa, Hinga, Salto, Vistula; Ania, Anielka, Grot, Rybitwa, Jantar, Rywał; Dunajec, Meduza. Współczynnik zmienności tej cechy był najwyższy spośród ocenianych elementów struktury plonu i wynosił przeciętnie 113,6%. Odmianą najbardziej stabilną okazała się Omulew — w grupie średnio późnych i Meduza — w grupie późnych. Natomiast najmniej stabilne były równorzędnie: Fregata i Klepa — w grupie średnio późnych oraz Hinga — z grupy odmian późnych.

Udział masy bulw handlowych (o $\varnothing > 4$ cm), jak też ich plon różnicowały najbardziej warunki siedliskowe w latach badań, w znacznie mniejszym stopniu czynnik genetyczny, a współdziałanie tych dwóch czynników okazało się istotne tylko w przypadku udziału handlowego bulw (tab. 1). Obydwie te cechy stanowiły grupy niejednorodne (tab. 3). Istotne różnice wystąpiły wewnątrz grup wczesności. W grupie odmian średnio późnych odmianą o największym udziale bulw tych frakcji, jak i ich plonie była Omulew, zaś w grupie odmian późnych — Wawrzyn. Odmianami o najmniejszych wartościach tych cech okazały się odpowiednio: Klepa i Hinga. Pod względem wielkości plonu handlowego (wierności plonów) badane odmiany można uszeregować następująco: Wawrzyn > Omulew > Rywał > Ania > Salto > Grot > Anielka > Jantar > Meduza > Dunajec = Hinga > Fregata > Rybitwa > Vistula > Arkadia > Klepa (rys. 3). W tych samych grupach homologicznych znalazły się odmiany: Klepa, Arkadia; Arkadia, Rybitwa, Fregata, Vistula, Dunajec, Hinga; Jantar, Meduza, Anielka; Grot, Anielka, Omulew, Rywał, Salto, Ania. Współczynnik zmienności udziału bulw handlowych był bardzo niski i wynosił przeciętnie 2,8%, z wahaniami od 0,8 do 5,0%, co świadczy o wysokiej stabilności tej cechy. Zmienność zaś plonu handlowego była znacznie wyższa i stanowiła przeciętnie 29,4%, z wahaniami od 21,1 do 42%.

Udział masy sadzeniaków (o $\varnothing$ 4–6 cm) oraz ich plon modyfikowały najbardziej warunki siedliskowe w latach badań (odpowiednio w 99,7 i 95,1%), oddziaływanie czynnika odmianowego (3,1%), jak i współdziałanie odmian i lat (1,2%) okazało się istotne tylko w przypadku plonu sadzeniaków (tab. 1). Udział sadzeniaków, jak też ich plon stanowiły grupy niejednorodne (tab. 3).

Istotne różnice wystąpiły wewnątrz grup wczesności. W grupie odmian średnio późnych najwyższym udziałem sadzeniaków i ich plonem odznaczała się Salto, zaś

najniższym — Klepa. W grupie odmian późnych odmianą o największym udziale bulw frakcji sadzeniakowej okazała się Jantar, natomiast najwyższym ich plonem — Wawrzyn, o czym zadecydowała wielkość plonu ogółem. Z uwagi na wielkość plonu sadzeniaków badane odmiany można uszeregować następująco: Wawrzyn > Salto > Rywal > Ania > Omulew > Grot > Jantar > Anielka > Meduza > Fregata > Vistula = Dunajec = Hinga > Rybitwa > Arkadia > Klepa (tab. 3, rys. 2).

Tabela 3

Plon bulw ogółem, udział i plon bulw handlowych oraz sadzeniaków i ich współczynniki zmienności
Total and commercial yield of tubers, yield of seed and coefficients of variation

Grupa wczesności Earliness group	Odmian Cultivar	Plon bulw ogółem Total yield of tubers (t·ha ⁻¹)		Udział bulw handlowych Share of commercial tubers (%)		Plon handlowy bulw Commercial yield of tubers (t·ha ⁻¹)		Udział sadzeniaków Share of seed potatoes (%)		Plon sadzeniaków Yield of seed potatoes (t·ha ⁻¹)	
		średnia mean	V*	średnia mean	V	średnia mean	V	średnia mean	V	średnia mean	V
Średnio późne Mid-late	Ania	44,2d	24,3	93,0def	2,8	41,8 f*	25,2	90,8defg*	0,9	36,0 ef*	31,7
	Anielka	42,2cd	26,2	92,6cde	3,8	40,0 def	29,2	90,1 cdefg	3,3	32,1 cde	32,1
	Arkadia	33,3ab	28,7	92,2cd	5,0	31,5 ab	32,3	91,9 gh	4,9	26,7 ab	39,9
	Fregata	37,9bc	23,6	89,9b	4,4	35,3 bcd	28,1	89,8 cdef	4,4	29,0 abc	29,6
	Grot	43,5d	35,0	94,0efg	2,0	41,5 ef	34,9	91,6 fg	1,4	34,3 de	45,2
	Klepa	31,4a	15,4	87,3a	2,3	28,7 a	21,0	87,2 a	2,5	24,7 a	17,0
	Omulew	45,3d	20,8	96,7h	0,8	44,5 f	21,1	89,3 bcd	4,9	35,5 def	21,7
	Rybitwa	36,4ab	32,0	92,5cde	5,2	34,6 bc	35,1	90,4 cdfg	4,2	28,1 abc	42,5
	Rywal	44,4d	25,5	95,4gh	1,1	43,0 f	25,6	93,5 h	2,2	36,4 ef	30,7
	Salto	43,3d	40,9	94,4fg	3,2	41,7 f	42,0	93,7 h	2,7	36,5 ef	54,1
	Vistula	35,5ab	34,6	94,0efg	1,2	34,1bc	34,8	93,6 h	1,4	28,2 abc	46,6
	średnia mean	39,8	27,9	92,9	2,9	37,9	29,9	91,1	3,0	31,6	35,6
Późne Late	Wawrzyn	52,3e	30,0	94,2fh	4,0	49,9 g	31,4	87,9 ab	1,1	40,5 f	39,6
	Dunajec	37,6bc	30,9	92,6cde	4,1	35,8 bcd	33,7	88,8 abc	2,3	28,2 abc	43,6
	Hinga	38,2bc	25,6	91,3bc	3,1	35,8 bcd	29,5	91,2 efg	3,3	28,2 abc	23,8
	Jantar	38,2bc	22,4	94,2fg	1,2	36,8 cde	23,0	91,5 fg	2,1	32,3 cde	26,2
	Meduza	38,2bc	27,1	93,8ef	0,8	36,7 cde	27,1	89,5 bcde	1,7	30,7 bcd	33,3
	średnia mean	40,9	27,2	93,2	2,6	39,0	28,9	89,8	2,1	32,0	33,3
Średnia Mean		40,3	27,6	93,1	2,8	38,4	29,4	90,4	2,5	31,8	34,4
NIR _{0,05}		5,0		1,6		4,9		1,8		5,2	
LSD _{0,05}											

* Wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się statystycznie; No statistical differences between the values marked with the same letters

** Współczynnik zmienności w %; Coefficient of variation in %

Jednorodne pod względem tej cechy były odmiany: Klepa, Arkadia, Fregata, Vistula, Rybitwa, Dunajec, Hinga; Meduza, Hinga, Dunajec, Vistula, Rybitwa, Fregata, Anielka; Ania, Omulew, Salto, Rywal, Wawrzyn. Udział sadzeniaków okazał się najbardziej stabilny spośród ocenianych cech plonu, a ich plon — najmniej (tab. 3). Dość wysoki współczynnik zmienności świadczy o niskiej stabilności plonu sadzeniaków.

DYSKUSJA

Zasadniczym celem uprawy ziemniaka jest uzyskanie wysokiego i dobrego jakościowo plonu bulw. Na tę cechę wpływają zarówno czynniki odmianowe, jak i warunki siedliskowe oraz agrotechniczne (McKerron i in., 1988; Sawicka, 1989, 1991, 2001; Roztropowicz, 1998). Większość analizowanych cech, istotnych w produkcji ziemniaka, podlegało dużej zmienności fenotypowej w zależności od oddziaływania różnych czynników środowiska i genotypu, co potwierdzają badania Simondsa (1974), Ubysz-Boruckiej (1977), Teodorczyk (1982), Kellera i Baumgartnera (1982), Yildrima i Caliscana (1985), McKerrona i wsp. (1988), Trętowskiego i wsp. (1989), Sawickiej (1991), Mazurczyka (1996), Roztropowicz (1998), Michałka i wsp. (2000) oraz Sawickiej i wsp. (2001).

Poziom plonów średnio późnych i późnych odmian ziemniaka zawierał się w przedziale 31,5–52,3 t·ha⁻¹. Odmiany te, w badaniach Michałka i wsp. (2000), uzyskały średnią wartość Y_A/Y_P na poziomie 0,78, która jest niewiele niższa od uzyskanej w rolnictwie holenderskim (Zaag van der, 1984). W optymalnych warunkach wzrostu ziemniaka plony aktualne badanych odmian średnio późnych były o ok. 32%, a późnych — o 28% niższe od potencjalnych.

Czynniki środowiska wywarły decydujący wpływ na wszystkie badane cechy ziemniaka z wyjątkiem liczby łodyg na roślinie. Duży wpływ środowiska na plon bulw ogółem, plon handlowy i plon sadzeniaków, a znacznie niższą cech odmianowych potwierdzają badania Teodorczyk (1982), Yildrima i Caliskana (1985), McKerrona (1988), Sawickiej (1991). Wsuwają oni przypuszczenie, że niska powtarzalność plonu bulw może się wiązać ze zbytnim uwilgotnieniem lub też suszą w glebie w okresie wegetacji. Bartoszek (1987) wykazała, że niedobór wody, zwłaszcza w stadium tuberyzacji i kwitnienia, może powodować znaczny spadek plonu bulw poprzez zahamowanie asymilacji netto, a nawet u niektórych odmian powierzchni asymilacyjnej. Autorka ta sugeruje, iż stan trwałego wędnięcia może wpływać ujemnie na plon również w roku następnym. Leja (1987) z kolei twierdzi, iż nadmiar wody w okresie wegetacji wywołuje nieodwracalne zmiany w składzie lipidów membran komórkowych, podobne do tych, jakie zachodzą w bulwach fizjologicznie "starych". Zwiększa się wówczas akumulacja cukrów i przepuszczalność komórek, a elektrolity i zawarte w nich substancje pokarmowe wyciekają do otoczenia bulwy. Oprócz czynników meteorologicznych na plon bulw mogą również wywierać wpływ czynniki glebowe. Sawicka (1989), dowiodła, że z czynników związanych z glebą większe oddziaływanie na plon wywiera zasobność gleby w przyswajalny potas i kwasowość gleby niż zawartość przyswajalnego fosforu w glebie. Fotyma i Grześkiewicz (1979), na podstawie 338 doświadczeń stwierdzili natomiast, że obniżenie plonu bulw powodują jedynie nadmierne opady na dobrych kompleksach glebowych, o niskim odczynie gleby oraz wysokiej zawartości przyswajalnego fosforu.

Zmienność fenotypową liczby łodyg na roślinie najsilniej determinowały czynniki genetyczne. Potwierdzają to badania Wurra (1977) oraz Sawickiej (1991). W opinii Teodorczyk (1982), liczba łodyg na roślinie jest cechą bardzo zmienną i zależy nie tylko od właściwości genetycznych odmian, lecz również od warunków środowiska. Zdaniem

Zarzyńskiej i Gruczka (1997), liczba łodyg jest uzależniona równocześnie od odmiany i przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji.

W przeprowadzonych badaniach struktura plonu bulw okazała się mało stabilna, a składniki zmienności fenotypowej (całkowitej) układały się różnie. Najbardziej ustabilizowaną cechą struktury plonu okazała się frakcja bulw o średnicy 4–5 cm, co potwierdzają badania Sawickiej (1991). Dominującą rolę w zmienności fenotypowej bulw wszystkich frakcji wielkościowych odgrywały lata badań (62,4–85,0%). Udział zmienności genotypowej w zmienności całkowitej stanowił tylko 11,4–34,1%, zaś współdziałanie odmian i lat — 2,8–7,3%. Sawicka (2001) dowiodła, że spośród czynników meteorologicznych największy wpływ na plon bulw i jego strukturę wywierała temperatura powietrza okresu lipiec-sierpień. Wzrost temperatury powietrza, w zakresie odchylenia standardowego powoduje, jej zdaniem, spadek plonu bulw, a w nim masy bulw o średnicy 5–6 i > 6 cm. Duży wpływ środowiska na strukturę plonu stwierdzili również: Teodorczyk (1982), McKerron i wsp. (1988) oraz Sawicka (1991, 2001). W opinii McKerrona i wsp. (1988) struktura plonu bulw podlega dużej zmienności środowiskowej, a w kolejnych pokoleniach wegetatywnych ulega jeszcze powiększeniu. Przypisuje on obniżanie średniej masy bulwy i zwiększanie ilości bulw drobnych suszy w okresie powstawania bulw i kwitnienia. Nie bez znaczenia dla zmienności związanej z latami badań są warunki glebowe. Sawicka (2001) udowodniła ujemny wpływ odczynu gleby o $\text{pH } 5,7 \pm 0,6$ na plon bulw i udział w nim bulw drobnych i średnich. Potwierdzają to częściowo badania Fotymy i Grześkiewicza (1979).

Cechy odmianowe stanowiły od 11,4–34,1% zmienności ogólnej poszczególnych frakcji wielkościowych bulw. Wpływ cech genotypu na składniki struktury plonu potwierdza Keller i Baumgartner (1982), Teodorczyk (1982), Yildirim i Caliskan (1985), McKerron i wsp. (1988) oraz Sawicka (1989, 1991, 2001). Współdziałanie odmian i lat miało najmniejszy udział w zmienności ogólnej poszczególnych frakcji plonu (2,8–13,4%). Wpływ współdziałania odmian i lat na strukturę plonu stwierdzili również Wurr (1977), McKerron i wsp. (1988) oraz Sawicka (1991, 2001). Do przyczyn różnicujących masę bulw poszczególnych frakcji w plonie zaliczają oni: konkurencję między łodygami w roślinie; współzawodnictwo o produkty fotosyntezy pomiędzy poszczególnymi stolonami, wyrastającymi z węzłów wytworzonych na różnych poziomach podziemnej części łodygi. Konkurencja między kielkami i dominacja kielka wierzchołkowego, pączka głównego, może z kolei wpływać na liczbę łodyg w roślinie i na konkurencję między nimi, a ta z kolei na wielkość bulw w plonie (Yildirim i Caliskan, 1985; McKerron i in., 1988; Sawicka, 2001).

Udział masy bulw handlowych, jak i sadzeniaków okazał się dość stabilny, za to składniki zmienności fenotypowej (całkowitej) układały się różnie. Dominującą rolę w zmienności tych cech odgrywały lata badań (odpowiednio 99,7 i 65,5%). Duży wpływ środowiska na udział bulw handlowych i sadzeniaków potwierdza Sawicka (1991, 2001). Współdziałanie odmian i lat uprawy oddziaływało najsilniej na: udział bulw handlowych w plonie ogółem i liczbę pędów. Wpływ współdziałania odmian i lat na te cechy potwierdzają badania Teodorczyk (1982) oraz Zarzyńskiej i Gruczka (1997). Z badań

Sawickiej (2001) wynika, że spośród czynników siedliskowych największy wpływ na te cechy wywiera temperatura powietrza okresu lipiec-sierpień. Wzrost temperatury powietrza powoduje spadek masy bulw o średnicy 5–6 i > 6 cm, decydujących o masie bulw handlowych.

Rozrzut otrzymanych wyników charakteryzował współczynnik zmienności, który będąc ilorazem bezwzględnej miary zmienności cechy, jako wielkość niewymiarowa pozwalał na porównywanie zróżnicowania zarówno kilku zbiorowości pod względem tej samej cechy, jak i tej samej zbiorowości pod względem kilku cech. Im mniejsza jest jego wartość tym dana cecha jest bardziej stabilna. Spośród badanych cech największą stabilnością odznaczał się udział bulw handlowych i sadzeniaków, zaś najmniejszą — udział bulw o średnicy > 6 cm. Zmienność tych cech plonu potwierdzają badania Sawickiej (1991, 2001). Przeciętny współczynnik zmienności plonu w badaniach własnych wynosił 27,6%, przy czym większą stabilność w plonowaniu obserwowano w grupie odmian późnych niż średnio późnych. Sawicka (2001), analizując 37 odmian ziemniaka, wykazała również niską stabilność tej cechy (28,1%). Silva i Andrew (1987) podają, że mogą wystąpić różnice w plonie tej samej odmiany aż do czternastokrotnych. Przyczyn tak dużej zmienności autorzy ci doszukują się w zmienności roślin w redlinie, która może powodować zmienność masy bulw w 50%, a dodatkowo może wystąpić zmienność między redlinami. W opinii Kopcewicz i Lewaka (1998) każda odmiana w indywidualny sposób produkuje asymilaty. Wraz ze wzrostem blaszki liściowej następuje, bowiem ograniczanie dopływu składników pokarmowych, czego rezultatem jest zmniejszający się poziom (Fo). Zdaniem Puły i wsp. (1999) poziom (Fo) zależy przede wszystkim od właściwości genetycznych odmian, a maksymalna wydajność fotosyntezy występuje, gdy powierzchnia blaszki liściowej osiąga już minimalne wielkości, następnie maleje wraz ze wzrostem blaszki liściowej.

Wyprowadzenie właściwych dla danego sposobu użytkowania kreacji roślinnych to zadanie hodowli. Aby zaś odpowiednio ukierunkować pracę hodowlaną danego gatunku nieodzowne jest poznanie zakresu zmienności i współzależności cech zarówno w danym roku, jak i pomiędzy latami. Badaniom takim powinny być poddane cechy ziemniaka ważne z punktu widzenia gospodarczego.

WNIOSKI

1. Czynniki genetyczne determinowały zmienność fenotypową w następującej kolejności: liczba łodyg $>$ udział masy bulw o $\varnothing$ 4–5 cm $>$ udział masy bulw o $\varnothing$ 5–6 cm $>$ udział masy bulw o $\varnothing$ > 6 cm $>$ udział bulw handlowych $>$ udział masy bulw o $\varnothing$ < 4 cm $>$ plon bulw ogółem $>$ plon handlowy $>$ plon sadzeniaków.
2. Czynniki środowiska najsilniej decydowały o: udziale sadzeniaków i bulw handlowych, plonie ogółem, plonie handlowym bulw oraz plonie sadzeniaków, a także o jego strukturze.
3. Współdziałanie odmian i lat uprawy oddziaływało najsilniej na: udział bulw handlowych oraz liczbę łodyg na roślinie, natomiast miało najmniejszy wpływ na udział sadzeniaków w plonie.

4. Spośród porównywalnych cech ziemniaka najbardziej stabilne okazały się: udział masy sadzeniaków i udział bulw handlowych w plonie ogólnym, zaś najmniej udział masy bulw o średnicy >6 cm.
5. Plon bulw ogółem, handlowy i plon sadzeniaków charakteryzowały się niską stabilnością. Z badanych odmian najbardziej wierna w plonowaniu okazała się Klepa (średnio późna) oraz Jantar (późna), najmniej zaś Salto (średnio późna) i Dunajec (późna).
6. Pod względem zmienności udziału masy bulw w plonie analizowane frakcje można uszeregować następująco: 4–5 cm > 5–6 cm > poniżej 4 cm > powyżej 6 cm. Największą zmiennością bulw największych w plonie charakteryzowały się odmiany: Fregata i Klepa (średnio późne) oraz Hinga (późna), zaś największą ich stabilnością — Omulew (średnio późna) i Meduza (późna).
7. Uzyskane wysokie rzeczywiste plony ziemniaka świadczą o dużych możliwościach potencjalnego plonowania polskich, średnio późnych i późnych odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej części Polski.

LITERATURA

- Bartoszek W. 1987. Zniżka plonu powodowana niedoborem wody w czasie wegetacji. Biul. Inst. Ziemn., 36: 43 — 51.
- Fotyma M., Grześkiewicz H. 1979. Wpływ nawożenia azotem i fosforem na plon i zawartość skrobi ziemniaków odmiany Nysa. Ziemniak: 79 — 85.
- Keller E., Baumgartner M. 1982. Beeinflussung von Qualitätseigenschaften durch Genotyp und Umwelt. Kartoffelbau, 33: 12 — 15.
- Kopcewicz J., Lewak S. 1998. Fizjologiczne podstawy produktywności roślin. PWN, Warszawa.
- Leja M., 1987. Wpływ czynników stresowych na skład chemiczny bulw ziemniaka. Zesz. Nauk AR Kraków, 112, Rozpr. Habilit.
- Mazurczyk W. 1996. Wyznaczanie potencjału produkcji biomasy oraz kwantyfikacje wybranych czynników kształtujących plon ziemniaka. *Fragm. Agronom.* 4 (52): 5 — 20.
- Michałek W., Sawicka B., Pszczółkowski P. 2000. Prediction early potato varieties yielding. *Proceedings of the 3rd International Conference on Predictive modelling in Foods.* 12–15 September, Leuven, Belgium: 207 — 210.
- McKerron D. K., Marshall B., Jefferies R. A. 1988. The distributions of tuber sizes in droughted and irrigated crops of potato. II. Relation between size and weight of tubers and the variability of tuber — size distributions. *Potato Res.*, 31, 2: 279 — 288.
- Puła J., Skrzypek E., Łabza T., Durert F. 1999. Fluorescencja chlorofilu jako jeden ze wskaźników plonowania ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk.: Ziemniak jadalny dla przetwórstwa spożywczego — czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość.* Radzików, 23–25.02: 110 — 122.
- Roztropowicz S. 1998. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 1 (21): 33 — 39.
- Sawicka B. 1989. Wpływ niektórych czynników siedliskowych i agrotechnicznych na kształtowanie się plonu ziemniaka. *Rocz. Nauk Roln.*, A-108 (2): 28 — 42.
- Sawicka B. 1991. Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim. *Rozpr. Habilit.*, 141, Wyd. AR Lublin.
- Sawicka B. 2001. Soil variability cv. potato productivity. *Acta Agrophysica* 52: 235 — 243.
- Silva G. H., Andrew W. T. 1987. Hill to hill variations in tuber yields in Alberta. *Am Potato J.* 62, 3: 119 — 127.
- Simonds N. W. 1974. Dry matter content of potatoes in relation to country of origin. *Potato Res.*, 17, 2: 178 — 186.

- Świeżyński K. M., Kocyk B., Wójcik R. 1975. Współdziałania klony $\times$ miejscowości i klony $\times$ lata przy ocenie materiałów hodowlanych ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 15: 7 — 25.
- Świeżyński K. M., Kocyk B., Kuźmińska E., Wójcik R. 1977. Evolution of tuber yield, starch content in the tuber and some other characters in potato breeding. *Genetica Polonica*, 18: 1 — 13.
- Teodorczyk A. 1982. Zmienność cech ziemniaka jadalnego. *Ziemn.* 1981/1982: 25 — 23.
- Trętowski J. 1976. Studia metodyczne nad oceną jakości ziemniaka jadalnego. *Inst. Ziemn., Bonin.*
- Trętowski J., Wójcik A. 1988. *Metodyka doświadczeń rolniczych.* WSR-P, Siedlce.
- Trętowski J., Boligłowa E., Bombik A. 1989. Zmienność plonu i zawartości skrobi u odmian ziemniaka różnych grup wczesności. *Zesz. Probl. PNR*, 382: 70 — 77.
- Ubysz-Borucka L. 1977. Fenotypowa zmienność ziemniaka. *Zesz. Probl. PNR*, 191: 285 — 285.
- Wuur D. 1977. Some observations of patterns of tuber formation and growth in the potato. *Potato Res.*, 20 (1): 63 — 75.
- Yildirim M. B., Caliscan C. F. 1985. Genotype $\times$ environment interactions in potato. *Am. Potato J.* 62: 371 — 375.
- Zaag D. E van der. 1984. Valuable calculation regarding the potato crop. *Int. Agric. Centre. Wageningen.*
- Zarzyńska K., Gruczek T. 1997. Optymalne zagęszczenie liczby łodyg na jednostce powierzchni dla uzyskania pożądanej wielkości bulw w plonie. *Mat. Konf. Nauk.: Technologia uprawy ziemniaka przy rozstawie rzędów 75 cm.* Jadwisin, 18–19.06.: 11 — 16.