

**BARBARA LUTOMIRSKA**Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin  
Zakład Agronomii Ziemiaka, Jadwisin

## Wpływ odmian i czynników meteorologicznych na zmienność faz fenologicznych ziemniaka

### The effects of cultivars and meteorological factors on variability of the potato phenophases

Przedmiotem badań była ocena znaczenia warunków meteorologicznych i czynnika odmianowego w rozwoju roślin ziemniaka. Analizę zmienności występowania i długości wybranych fenofaz ziemniaka przeprowadzono na podstawie danych dotyczące rozwoju roślin 42 polskich odmian ziemniaka zgromadzonych w okresie 14 lat badań (1984–1997). Badania zależności pomiędzy temperaturą powietrza i gleby, sumą opadów, wartością współczynnika Sielianiowa a okresem przedwiosennego rozwoju kielków, długością wschodów, okresem wzrostu elongacyjnego, występowaniem i długością kwitnienia a także okresem pełnego rozwoju roślin pozwoliły określić znaczenie tych czynników w kształtowaniu wymienionych fenofaz ziemniaka. Następnie wyliczono przedziały ufności wyznaczające wartości graniczne dla ocenianych cech roślin ziemniaka różnej wczesności, co umożliwiło podział odmian na trzy grupy istotnie różniące się, pod względem występowania i długości głównych fenofaz. Wykorzystanie wyliczonych i podanych w niniejszej pracy wartości granicznych umożliwia prostsze i dokładniejsze, niż dotychczas, charakteryzowanie nowych kreacji hodowlanych ziemniaka odnośnie cech wzrostu i rozwoju roślin.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, zmienność, fazy fenologiczne, odmiany, czynniki meteorologiczne

The aim of the study was to assess the effects of some meteorological factors upon development of potato plants. The occurrence and duration of the phenophases in 42 Polish potato cultivars were evaluated in the experiments that were conducted over the period of 14 years (1984–1997). The influence of genotype and meteorological conditions on variability of plant growth was estimated. Based on the analysis of regression, the effects of air and soil temperature, total rainfall and Selianinov coefficient on the examined plant features were established. These results can explain which meteorological factor is the most important to each potato phenophase. Next, the confidence interval for the appearance and duration of each phenophase was calculated. All the cultivars could be divided into three significantly differentiated groups, depending on the values of their growth features. The findings can be useful in characterizing new potato genotypes.

**Key words:** potato, variability, phenophase, meteorological factors, cultivars

## WSTĘP

Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) charakteryzuje się nie tylko dużą liczbą cech części nadziemnych roślin i bulw determinujących jego wartość rolniczą i użytkową, ale także znaczną ich zmiennością. Sprawia to, że będąca efektem prac hodowlanych różnorodność i liczebność odmian ziemniaka jest bardzo duża. Poza zmiennością genotypową ziemniak podobnie jak każda inna roślina wykazuje zmienność związaną z warunkami rozwoju, czyli zmienność środowiskową. Głównym źródłem zmienności środowiskowej są czynniki meteorologiczne. Stanowią one przyczynę zauważalnych zmian w rozwoju roślin nazywanych fazami fenologicznymi lub fenofazami (Molga, 1986). Fenofazy ziemniaka rozmnażanego wegetatywnie opisał m.in. Müller (1975), a w piśmiennictwie krajowym Listowski (1974). Do ważnych pozycji odnoszących się do zagadnień rozwoju roślin ziemniaka opublikowanych w późniejszym okresie należą prace Kolbego i Stephan-Beckman (1997 a; 1997 b). Zagadnienia odmianowego zróżnicowania rozwoju roślin ziemniaka były przedmiotem badań Allena i wsp. (1979); Firman i wsp. (1995); Haverkorta i Kommana (1996); Kalbarczyka (2003); Prośby-Białczyk (1986); Sawickiej (1991).

Celem niniejszych badań była ocena oddziaływania warunków meteorologicznych w okresie wegetacji na zmienność rozwoju roślin ziemniaka oraz ustalenie, który z czynników klimatycznych ma dominujący wpływ na kształtowanie wybranej fazy rozwojowej roślin. Określono również długotrwałość fenofaz u odmian różnej wczesności i wyliczono przedziały ufnosci dla grup odmian istotnie różniących się pod względem okresów ich trwania. Wyznaczenie przedziałów pozwala na odpowiednie zakwalifikowanie każdej z ocenianych odmian do odpowiedniej grupy. Może być również przydatne do charakteryzowania nowych kracji hodowlanych ziemniaka.

## MATERIAŁ I METODY

Podstawę badań nad zmiennością rozwoju roślin ziemniaka stanowiły wyniki uzyskane z doświadczeń odmianowych przeprowadzonych w latach 1984–1997, w Oddziale Naukowym IHAR w Jadwisinie (wcześniej Oddział Naukowo-Badawczy Instytutu Ziemniaka). Doświadczenia zakładano corocznie w obrębie tego samego pola, lokalizowanego na glebie bielcowej wytworzonej z piasków słabo gliniastych i gliniastych lekkich, niecałkowitych podścielonych na głębokości ok. 1 m gliną lekką. We wszystkich latach badań stosowano 3-półowe zmianowanie: owies — żyto — ziemniak. Uprawę prowadzono z zachowaniem zasad prawidłowej agrotechniki, ale z pominięciem zabiegów ochronnych przeciwko zarazie ziemniaka, gdyż jednym z celów eksperymentu było, określenie terminu występowania pierwszych objawów tej choroby u badanych odmian.

Doświadczenia polowe prowadzono w jednym powtórzeniu, przyjmując założenie, że powtórzeniami będą lata badań. Poletko każdej odmiany w trakcie zakładania doświadczeń liczyło 100 roślin. Obserwacje rozwoju roślin prowadzono, zgodnie z metodyką, opracowaną i stosowaną w Instytucie Ziemniaka (Metodyka, 1985).

Określano:

- okres przedwschodowego rozwoju pierwszych kielków (od sadzenia do początku wschodów),
- długość wschodów,
- okres elongacyjnego wzrostu roślin,
- okres od sadzenia do początku kwitnienia i długość kwitnienia,
- pełny okres wegetacji roślin.

Termin sadzenia przyjęto jako punkt zerowy (był on taki sam dla wszystkich odmian w danym roku). W czasie 14 lat badań zebrano dane dla 42 polskich odmian ziemniaka różnej wczesności. Obejmowały one trzy serie doświadczeń, tj. 1984–1991, 1986–1995 i 1991–1997. Każda seria trwała od 7 do 10 lat, a liczba ocenianych odmian wynosiła 10–18 (tab. 1).

Tabela 1

**Badane odmiany i lata badań**  
**Cultivars and years of experiments**

Seria badań Series	Lata badań Years of experiments	Odmiany Cultivars				Liczba odmian w serii Number of cultivars in series
		bardzo wczesne i wczesne very early and early	średnio wczesne middle early	średnio późne middle late	późne late	
I	1984–1991	Duet, Elipsa, Jaśmin	Elida, Mila	Atol, <b>Bryza</b> *, Bronka, Cisa, Sokół	Narew, Pilica, San, Tarpan	14
II	1986–1995	<b>Ruta</b> , Lotos	Fauna	Bogna, Brda, Fala, Heban	<b>Bzura</b> , Ceza, Stobrawa	10
III	1991–1997	<b>Aster</b> , <b>Drop</b> , Frezja, <b>Irys</b> , Koral, Malwa, <b>Orlik</b>	Ekra, Ibis, <b>Irga</b> , Jagna, Jagoda, <b>Kolia</b> , Kos, Lena	<b>Arkadia</b> , <b>Fregata</b> , <b>Lawina</b>		18
Liczba odmian w grupie wczesności Total number of cultivars in each maturity group						
		12	11	12	7	42

\* Odmiany wyróżnione pogrubioną czcionką aktualnie pozostają w Krajowym Rejestrze

\* Names distinguished with bold characters indicate the cultivars currently registered

Stałe warunki glebowe i agrotechniczne w całym okresie badań pozwoliły na przyjęcie założenia, że źródłem zmienności ocenianej fenofazy, obok czynnika odmianowego, były warunki meteorologiczne w kolejnych sezonach wegetacyjnych (lata badań). Analizę wpływu czynników meteorologicznych przeprowadzono wykorzystując dane obserwacyjne z lat 1984–1997 z miejscowego punktu meteorologicznego. Uwzględniono temperaturę powietrza na wysokości 2 m, temperaturę gleby na głębokości 10 cm, opady atmosferyczne oraz współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa.

W obliczeniach statystycznych zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (odmiana × lata badań), a istotność zróżnicowania odmian i lat badań weryfikowano współdziałaniem tych czynników, stosując test „F” Snedecora. Kolejnym etapem prac było wykonanie analiz regresji pomiędzy poszczególnymi czynnikami meteorologicznymi w wybranych okresach a występowaniem faz fenologicznych. Dla oceny

zróźnicowania odmian, co do zmienności poszczególnych fenofaz posłużono się współczynnikami zmienności (V%) wyliczonymi zgodnie z wzorem:

$$V\% = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

gdzie:  $V$  — współczynnik zmienności

$s$  — odchylenie standardowe

$\bar{x}$  — średnia arytmetyczna.

Otrzymane wyniki stanowiły podstawę określenia górnych granic wartości istotnie mniejszych i dolnych granic wartości istotnie większych dla ocenianych faz rozwojowych roślin. Pomiedzy tak wyznaczonymi granicami mieści się grupa wartości średnich. Tym samym określone zostały przedziały ufności dla każdej z fenofaz ziemniaka, które mogą stanowić podstawę odpowiedniego przyporządkowania każdej odmiany i ułatwić scharakteryzowanie kreacji hodowlanej pod względem rozwoju roślin.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Znaczenie odmiany i warunków meteorologicznych w kształtowaniu fenofaz ziemniaka

Oddziaływanie czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych w latach badań na rozwój roślin okazało się istotne dla niemal wszystkich głównych faz rozwojowych ziemniaka, tj. rozwoju kielków, wzrostu elongacyjnego, początku i długości kwitnienia oraz pełnego okresu wegetacji roślin.

Tabela 2

Udział zmienności powodowanej poszczególnymi czynnikami w zmienności ogólnej (%)  
Share of the variability caused by the examined factors in total variability (%)

Fazy rozwojowe roślin Development phase	Źródło zmienności Source of variation	I seria I series	II seria II series	III seria III series
Rozwój pierwszych kielków – od sadzenia do początku wschodów First sprouts development	odmiana — cultivar	27,3	29,7	17,9
	lata — years	31,0	31,3	50,2
	współdziałanie — interaction effect	41,7	39,0	31,9
Długość wschodów Emergence period	odmiana — cultivar	10,0	3,5	4,6
	lata — years	59,7	70,7	72,1
	współdziałanie — interaction effect	30,3	25,8	23,3
Okres wzrostu elongacyjnego – od końca wschodów do początku kwitnienia Elongation phase	odmiana — cultivar	31,1	22,9	13,9
	lata — years	34,8	48,5	56,9
	współdziałanie — interaction effect	34,1	28,6	29,2
Początek kwitnienia Start of blooming	odmiana — cultivar	36,2	20,9	27,9
	lata — years	47,2	57,4	49,6
	współdziałanie — interaction effect	16,6	21,6	22,4
Długość kwitnienia Blooming phase	odmiana — cultivar	54,5	34,5	24,3
	lata — years	15,1	31,4	41,4
	współdziałanie — interaction effect	30,5	34,1	34,3
Pełny okres wegetacji roślin — od sadzenia do początku zasychania Full period of plants growth	odmiana — cultivar	54,6	58,9	52,1
	lata — years	20,8	19,2	15,2
	współdziałanie — interaction effect	24,6	21,9	32,7

Jedynie długość wschodów była determinowana przez warunki sezonu wegetacyjnego, niezależnie od odmiany. Okazało się, że jeśli wpływ czynnika na określoną fazę rozwoju roślin został statystycznie udowodniony w jednej z serii badań to zależność ta powtarzała się także dla innych zestawów odmian, w następnych badanych seriach.

W celu oszacowania oddziaływania czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych (lat badań) na oceniany parametr (cechę roślin), wyliczono ich wartości jako komponentów wariacyjnych (tab. 2). Udział danego komponentu w wariancji całkowitej wybranego parametru w seriach badań świadczy o sile jego wpływu na tę cechę. Porównanie wartości komponentów wariacyjnych dla faz rozwojowych roślin wskazuje, że w kolejnych seriach badań kształtowały się one podobnie. Można przyjąć, iż zakres oddziaływania czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych na rozwój roślin w porównywanych seriach był zbliżony i powtarzalny. Jednocześnie upoważnia to do stwierdzenia, że rola każdego z ocenianych czynników oraz ich współdziałania w kształtowaniu poszczególnych faz rozwojowych roślin była zróżnicowana. Rozwój pierwszych kielków był istotnie determinowany współdziałaniem odmiany i warunków meteorologicznych. Kolejne fazy rozwojowe, w tym przede wszystkim długość wschodów oraz początek kwitnienia, zdecydowanie silniej modyfikował układ pogody niż odmiana. Natomiast o okresie wzrostu elongacyjnego roślin i długości kwitnienia decydował głównie genotyp.

#### Wpływ czynników meteorologicznych na rozwój roślin ziemniaka

Długość okresu od sadzenia do początku wschodów była uzależniona od średniej temperatury gleby i w nieco niższym stopniu od temperatury powietrza (tab. 3).

Tabela 3

**Wpływ warunków pogodowych na wschody ziemniaka w latach 1984–1997**  
**Influence of weather condition on potato emergence in years 1984–1997**

Okres Period	Czynnik meteorologiczny Meteorological factor	Zakres wartości czynnika Factor range	Wartości współczynników korelacji pomiędzy czynnikami meteorologicznymi a liczbą dni do początku wschodów Correlation coefficients between meteorological factors and number of days before emergence
III dek. kwietnia III decade of April	Średnia temp. gleby (°C) Mean soil temp. (°C)	8,5 – 15,7	0,5099*
	Średnia temp. powietrza (°C) Mean air temp. (°C)	5,9 – 16,2	ni.
	Suma opadów (mm) Rainfall (mm)	0,0 – 35,8	ni.
III dek. kwietnia — II dek. maja III decade of April — II decade of May	Średnia temp. gleby (°C) Mean soil temp. (°C)	12,2 – 18,1	0,6756**
	Średnia temp. powietrza (°C) Mean air temp. (°C)	9,3 – 16,6	0,5910*
	Suma opadów (mm) Rainfall (mm)	9,5 – 81,5	ni.

\* Istotne statystycznie przy  $P_{-0,05}$ ; Significant at  $P_{-0,05}$

\*\* Istotne statystycznie przy  $P_{-0,01}$ ; Significant at  $P_{-0,01}$

ni. — Nieistotne statystycznie; Not significant

Natomiast o długotrwałości wschodów obok temperatury decydowały także warunki wilgotnościowe. Wartości współczynnika korelacji pomiędzy temperaturą gleby oraz temperaturą powietrza w okresie od sadzenia do wschodów a długością tego okresu, a także pomiędzy wymienionymi czynnikami a czasem trwania wschodów, wykazały istotną ujemną korelację pomiędzy temperaturą gleby w III dekadzie kwietnia oraz w okresie od III dek. kwietnia do II dekady maja a liczbą dni od posadzenia do początku wschodów. Wraz ze wzrostem temperatury gleby następowało skrócenie okresu rozwoju kielków w glebie i pojawianie się pierwszych roślin. Opady nie miały wpływu na rozpoczęcie wschodów.

Obliczone współczynniki korelacji wskazują, że na liczbę dni od sadzenia do początku wschodów u odmian bardzo wczesnych i wczesnych największy wpływ miała temperatura gleby w okresie III dekady kwietnia oraz od III dekady kwietnia do II dekady maja (tab. 4). Natomiast u odmian średnio wczesnych, średnio późnych i późnych decydowała temperatura gleby w okresach: III dekada kwietnia — II dekada maja i I — II dekady maja.

Tabela 4

**Zależność pomiędzy temperaturą gleby a liczbą dni od posadzenia do wschodów odmian ziemniaka różnej wczesności w latach 1984–1991**  
**Relationship between soil temperature and number of days from planting to emergence of different maturity groups of potato in 1984–1991**

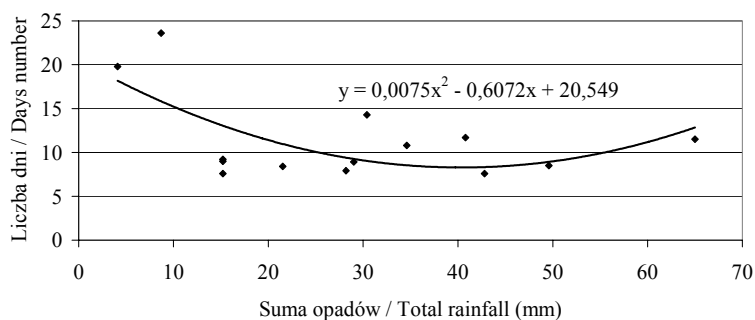
Okres Period	Zakres temp. gleby (°C) Range of soil temperature (°C)	Współczynniki korelacji liniowej dla odmian Linear coefficient for cultivars			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid- early	średnio późnych mid-late	późnych late
III dek. kwietnia (10 dni) III dec. of April (10 days)	8,5 – 14,2	-0,7308**	ni.	ni.	ni.
III dek. kwietnia – II dek. maja (30 dni) III dec. of April – II dec. of May (30 days)	12,2 – 16,0	-0,5804*	-0,7347**	-0,6530*	-0,8783**
I-II dek. maja (20 dni) I- II dec. of May (20 days)	13,7 – 18,5	ni.	-0,6293*	-0,6343*	-0,8216**

\* Istotne statystycznie przy  $P_{0,05}$ ; Significant at  $P_{0,05}$

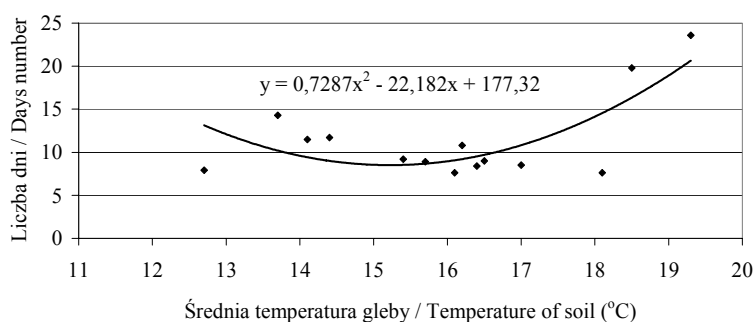
\*\* Istotne statystycznie przy  $P_{0,01}$ ; Significant at  $P_{0,01}$

ni. — Nieistotne statystycznie; Not significant

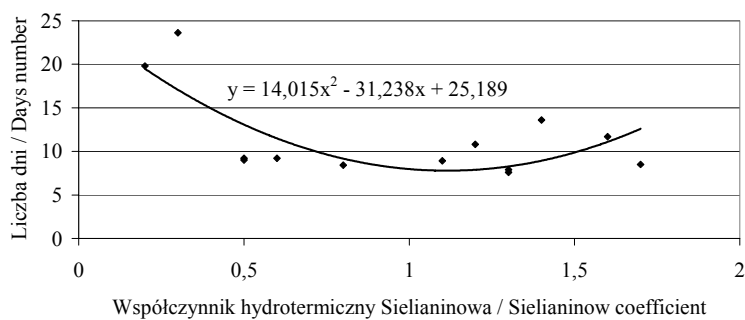
Analiza regresji wykazała, że pomiędzy uwzględnionymi w badaniach czynnikami meteorologicznymi a liczbą dni od początku do końca wschodów odmian wszystkich wczesności istnieją zależności paraboliczne (rys. 1 i 2). Największe znaczenie dla tego okresu rozwoju roślin ziemniaka miał przebieg pogody w I i II dekadzie maja. Zarówno w warunkach niedoboru opadów jak i wysokich temperatur gleby, obserwowano znaczne wydłużenie czasu trwania wschodów i gorsze ich wyrównanie. Najbardziej równomierne i najkrócej trwające wschody (ok. 7 dni) zanotowano wówczas, gdy wartość współczynnika hydrotermicznego Sielianiowa kształtowała się na poziomie zbliżonym do jedności (rys. 3).



**Rys. 1. Wpływ sumy opadów w I - II dekadzie maja na długotrwałość wschodów**  
**Fig. 1. The influence of rainfall in I - II dec. of May on the time of emergence**



**Rys. 2. Wpływ temperatury gleby w I - II dekadzie maja na długotrwałość wschodów**  
**Fig. 2. The influence of soil temperature in I - II dec. of May on the period of emergence**



**Rys. 3. Zależność pomiędzy wartością współczynnika Sielianinowa w I - II dekadzie maja a długotrwałością wschodów**  
**Fig. 3. Relationship between value of Sielianinow coefficient in I - II dec. of May and the time of emergence**

Warunki pogodowe oddziaływały na długość okresu elongacyjnego wzrostu roślin (tab. 5). Różnice pomiędzy najdłuższym i najkrótszym okresem trwania tej fazy w latach wahały się od 7,6 do 16,6 dni, natomiast skrajne różnice odmianowe w seriach badań wynosiły od 8,7 do 9,7 dni. Czas jego trwania w roku, w którym okres po wschodach ziemniaków charakteryzował się dużym niedoborem opadów i wysoką temperaturą powietrza (wiosna 1993) był u wszystkich odmian zdecydowanie krótszy niż w roku o pogodzie chłodnej i wilgotnej — wiosna 1984. Szczególnie wyraźną reakcją na niesprzyjające wzrostowi elongacyjnemu warunki (bardzo ciepło i sucho) obserwowano u odmian o krótkim okresie wegetacji. Skrócenie omawianej fazy w 1993 roku u odmian bardzo wczesnych i wczesnych, w porównaniu do roku 1984 wynosiło 16,9 dni, a u odmian późnych — było to tylko 5,0 dni.

Tabela 5

**Długotrwałość elongacyjnego wzrostu roślin w latach o odmiennych warunkach hydrotermicznych po wschodach ziemniaka**  
**The period of elongation growth of potato plants in the years of different weather conditions after emergence**

Warunki pogodowe w okresie III dek. maja – II dek. czerwca Weather conditions in III dec. of May – II dec. of June	Rok badań Year	Wzrost elongacyjny (liczba dni) Elongation growth (days number)			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid- early	średnio późnych mid-late	późnych late
Ciepło i sucho Warm and drought	1993	9,4	15,4	19,5	22,8
Wilgotno i chłodno Wet and chilly	1984	26,3	30,0	30,8	27,8
Różnica Difference		16,9	14,6	11,3	5,0

Tabela 6

**Zależność pomiędzy opadami oraz warunkami hydrotermicznymi w okresie III dek. maja – II dek. czerwca a długotrwałością wzrostu elongacyjnego odmian różnej wczesności**  
**Relationship between the rainfall and Selianinov coefficient in III dec. of May – II dec. of June and elongation growth of potato plants of different maturity**

Czynniki meteorologiczne Meteorological factor	Zakres wartości czynnika Factor range	Współczynniki korelacji (r) dla odmian — Correlation coefficients for cultivars			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid-early	średnio późnych mid-late	późnych late
Opady (mm) Rainfall (mm)	30,7–107,0	0,5593*	0,5747*	0,6611*	0,6712*
Współczynnik Selianinowa Selianinov coefficient	0,6–2,9	0,8551**	0,7366*	0,6889*	0,5230*

\* Istotne statystycznie przy  $P_{0,05}$ ; Significant at  $P_{0,05}$

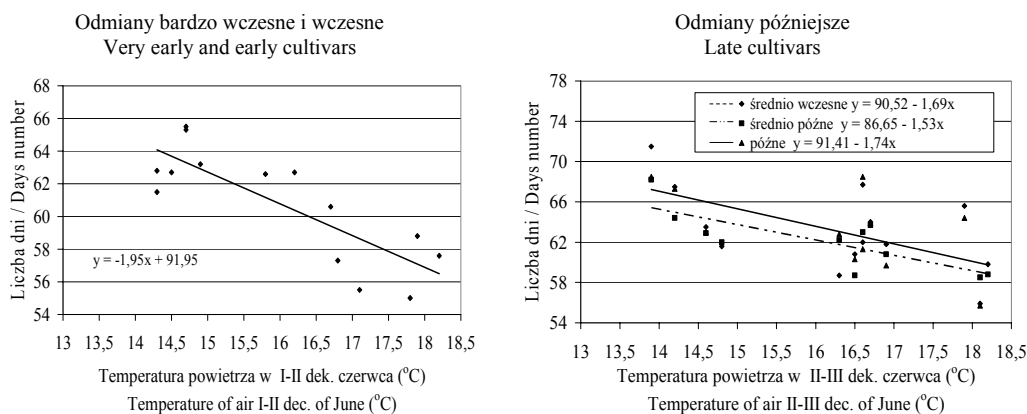
\*\* Istotne statystycznie przy  $P_{0,01}$ ; Significant at  $P_{0,01}$

Wartości współczynników korelacji określające zależności pomiędzy czynnikami meteorologicznymi w wybranych przedziałach czasowych a długością okresu elongacyjnego wzrostu roślin wykazały, że dla tego etapu rozwoju największe znaczenie ma



zaopatrzenie roślin w wodę (tab. 6). W miarę zwiększania się sumy opadów oraz wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie III dekady maja do II dekady czerwca ulegał wydłużeniu czas, w którym rośliny silnie rozbudowywały masę liści i łodyg nie wchodząc w fazę kwitnienia.

Czynnikiem meteorologicznym mającym największy wpływ na rozpoczęcie kwitnienia była temperatura powietrza. Okres od sadzenia bulw do początku kwitnienia roślin ziemniaka odmian bardzo wczesnych i wczesnych był istotnie uwarunkowany temperaturą powietrza w I i II dekadzie czerwca. Natomiast u odmian późniejszych cecha ta zależała od temperatury w II i III dekadzie czerwca (rys. 4). Wzrost temperatury powietrza w wymienionych okresach, o  $0,5^{\circ}\text{C}$  powodował skrócenie czasu od posadzenia do początku kwitnienia o ok. 2 dni u odmian bardzo wczesnych i wczesnych i o ok. 1,5–1,7 dnia u odmian późniejszych. Przechodzenie roślin ziemniaka z okresu intensywnego wzrostu wegetatywnego w fazę kwitnienia (spowolniony rozwój) w znacznym stopniu stymulują warunki termiczne.



**Rys. 4. Wpływ temperatury powietrza na liczbę dni od sadzenia do początku kwitnienia**  
**Fig. 4. Influence of air temperature on number of days from date of planting to start of blooming**

Długotrwałość kwitnienia, podobnie jak wzrost elongacyjny, była determinowana głównie warunkami hydrotermicznymi. Dla odmian bardzo wczesnych i wczesnych największe znaczenie miały warunki hydrotermiczne w III dekadzie czerwca i I dekadzie lipca, zaś dla odmian o dłuższym okresie wegetacji w lipcu (tab. 7). Zarówno występowanie wysokich temperatur przy gorszym zaopatrzeniu roślin w wodę jak i nadmiar opadów towarzyszący niższym temperaturom ograniczały okres kwitnienia. Najdłuższe utrzymywanie się fazy kwitnienia u odmian wszystkich grup wczesności miało miejsce, gdy wartość współczynnika Sielianinowa wynosiła ok. 2.

Pełny okres wegetacji roślin, czyli od sadzenia do zasychania naci, jest jedną z cech użytkowych odmian ziemniaka, a jego długość stanowi podstawę zaliczenia odmiany do odpowiedniej grupy wczesności. Jest więc oczywiste, że cecha ta była silnie

determinowana przez czynnik odmianowy i warunki meteorologiczne w latach badań (tab. 8).

Tabela 7

**Zależność pomiędzy współczynnikiem Sielianinowa w seriach badań a długością kwitnienia odmian różnej wczesności**  
**Relationship between Selianinov coefficient in the series of investigations and duration of blooming in cultivar groups of different maturity**

Okres kalendarzowy Term	Współczynniki Sielianinowa w seriach badań Selianinov's coefficient in series	Współczynniki korelacji liniowej (r) lub korelacji parabolicznej (R) dla odmian Linear (r) or quadratic (R) correlation coefficient at cultivars			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid-early	średnio późnych mid-late	późnych late
III dek. czerwca – I dek. lipca III dec. of June - I dec. of July	I – 0,2–2,1	0,5550*	ni.	ni.	ni.
	II – 0,2–2,8	0,7289*	ni.	ni.	ni.
	III – 0,2–4,1	0,7265*	ni.	ni.	ni.
	I – 0,68–1,9	ni.	0,6996**	0,6184*	0,6288*
I – III dek. lipca I – III dec. of July	II – 0,63–1,4	ni.	nie badano not tested	0,6373*	0,7200*
	III – 0,63–4,1	ni.	0,8984**	0,6157**	nie badano not tested

\* Istotne statystycznie przy  $P_{0,05}$ ; Significant at  $P_{0,05}$

\*\* Istotne statystycznie przy  $P_{0,01}$ ; Significant at  $P_{0,01}$

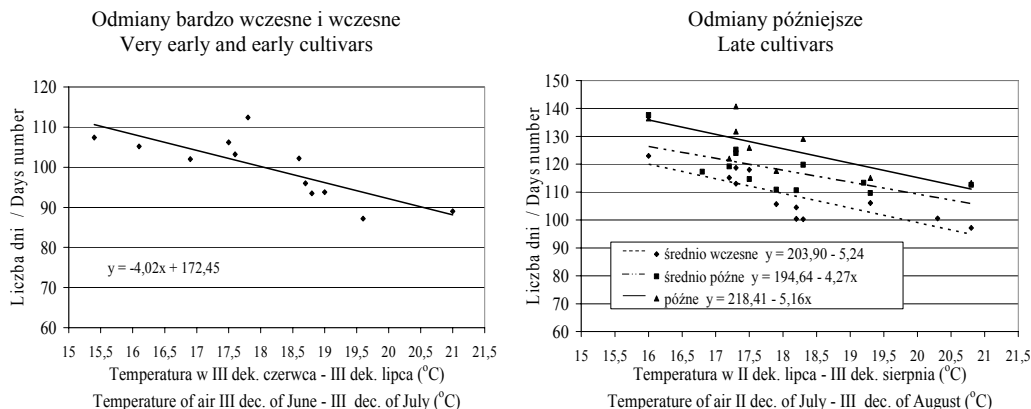
Tabela 8

**Zróźnicowanie okresu wegetacji roślin w zależności od lat badań i odmian**  
**Full period of plant growth depending on potato cultivar and the year of experiment**

Seria badań Series	Zróźnicowanie lat badań Differences years					Zróźnicowanie odmian Differences for cultivars				
	okres najkrótszy shortest period		okres najdłuższy longest period		NIR dla $P_{0,05}$ LSD at $P_{0,05}$	okres najkrótszy shortest period		okres najdłuższy longest period		NIR dla $P_{0,05}$ LSD at $P_{0,05}$
	liczba dni days number	rok year	liczba dni days number	rok year		liczba dni days number	odmiana cultivar	liczba dni days number	odmiana cultivar	
I	108,6	1985	127,1	1987	3,5	103,0	Elipsa	132	Narew	4,7
II	110,1	1988	131,1	1987	4,7	97,9	Ruta	139	Bzura	4,7
III	93,1	1992	111,0	1993	3,5	87,0	Orlik	123	Fregata	5,6

Ocena oddziaływania czynników meteorologicznych na kształtowanie się długości okresu wegetacji wskazuje, że największe znaczenie miała temperatura powietrza w pełni rozwoju roślin. Przeprowadzone analizy wykazały istotną zależność pomiędzy średnią temperaturą powietrza w okresie od III dekady czerwca do III dekady lipca a liczbą dni od sadzenia do początku zasychania naci odmian bardzo wczesnych i wczesnych. Podobne zależności stwierdzono pomiędzy temperaturą w lipcu i sierpniu, a odmianami średnio wczesnymi, średnio późnymi i późnymi. Wzrost średniej temperatury powietrza w wymienionych okresach o  $1^{\circ}\text{C}$  w przedziale od  $16,0^{\circ}\text{C}$  do  $21,0^{\circ}\text{C}$  powodował skrócenie okresu wegetacji o 4–5 dni w każdej grupie wczesności odmian (rys. 5). Ocena wpływu opadów w analogicznych okresach na liczbę dni od sadzenia do początku

zasychania wykazała, że sumy opadów od III dekady czerwca do końca lipca w zakresie: 42,5–114,4 mm, jak również opady w zakresie: 84,1–151,5 mm w lipcu i sierpniu, nie miały wpływu na długotrwałość wegetacji odmian ziemniaka.



**Rys. 5. Wpływ temperatury powietrza na liczbę dni od sadzenia do początku zasychania naci**  
**Fig. 5. Influence of air temperature on number of days from date of planting to full down**

Przedstawione wyniki potwierdziły występowanie zależności pomiędzy warunkami termicznymi a okresem od posadzenia do wschodów (Głuska in., 1984). Wskazują one również na słusność opinii, że czas od posadzenia do wschodów jest w skali kraju mniej zmienny niż terminy sadzenia, które zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi, są uzależniane od temperatury gleby (Kalbarczyk, 2003). Wykazany w prezentowanym opracowaniu wpływ opadów i warunków hydrotermicznych na długotrwałość wschodów pozostaje w pewnej niezgodności z poglądem, że rozwój kiełków odbywa się głównie kosztem zasobów zgromadzonych w bulwie matecznej i w warunkach polowych jest uzależniony tylko od czynnika termicznego (Listowski, 1979; Roztropowicz, 1986; Struik i in., 1989). Należy przypuszczać, że cytowani autorzy, w trakcie swoich badań, nie odnotowali tak skrajnie niekorzystnych warunków wilgotnościowych, jakie wystąpiły w czasie przedstawionych 14 letnich doświadczeń. Susza może być, bowiem jedną z przyczyn opóźnienia wzrostu kiełków i rozwoju systemu korzeniowego we wczesnych fazach rozwoju (van Loon, 1981). Znaczenia warunków wilgotnościowych w fazie wschodów dla dalszego wzrostu roślin pośrednio dowodzi także (wykazany w niniejszej pracy) istotny wpływ opadów na kształtowanie się wzrostu elongacyjnego. Wpływ opadów na długotrwałość wzrostu elongacyjnego potwierdzają obserwacje wskazujące na wydłużanie się okresu od sadzenia do tworzenia pąków kwiatowych w latach, w których opady wiosną były wyższe (Chmura, 1997). Udowodniony w niniejszych badaniach wpływ temperatury powietrza w okresie poprzedzającym kwitnienie na rozpoczynanie tej fazy rozwojowej jest sprzeczny z opinią, że nie ma zależności pomiędzy temperaturą powietrza wynikającą z terminów sadzenia a rozwojem roślin do pojawiania się pierwszych kwiatów (Firman i in., 1991). Odnotowana w pracy prawidłowość znajduje

natomiast potwierdzenie w badaniach wskazujących, że niezależnie od fotoperiodu liczba dni od wschodów do inicjacji pąków kwiatowych maleje wraz ze wzrostem temperatury (Almekinders i Struik, 1996; Trebejo i Midmore, 1990; Tuner i Ewing, 1988). Przyczyną różnic w terminach rozpoczynania kwitnienia i jego długotrwałości może być sposób przygotowania sadzeniaków oraz warunki wilgotnościowe w sezonie wegetacyjnym (Prośba-Białczyk, 1986). Niniejsze wyniki wskazują na istotną zależność pomiędzy długotrwałością kwitnienia i warunkami hydrotermicznymi oraz potwierdzają rolę zaopatrzenia roślin w wodę w kształtowaniu tej fazy rozwojowej roślin. Długość okresu wegetacji oceniona liczbą dni od sadzenia do początku zasychania roślin zależała od warunków termicznych w okresach odpowiednich dla wczesności odmian. Na znaczenie sum aktywnych temperatur jako czynnika powodującego skrócenie okresu wegetacji roślin ziemniaka oraz ograniczenie plonów wskazują także wyniki innych badań (Bombik i in., 1999; Lutomirska, 2004; Mazurczyk i in., 2003; Roztropowicz, 1978).

#### Odmianowe zróżnicowanie faz fenologicznych ziemniaka

Analizy wariancji wykonane dla poszczególnych grup wczesności odmian, ocenianych w kolejnych latach wykazały, że odmiany o tej samej długości okresu wegetacji są zróżnicowane, co do okresu tempa rozwoju pierwszych kielków w glebie, długotrwałości wzrostu elongacyjnego i długotrwałości kwitnienia a także pełnego okresu wegetacji roślin. Tylko moment rozpoczynania kwitnienia odmian o takim samym okresie wegetacji był uwarunkowany odmianą, ale mało zmienny u odmian tej samej wczesności.

Tabela 9

**Wartości graniczne dla długotrwałości fenofaz ziemniaka**  
**The value of confidence interval of potato phenophase**

Fazy rozwojowe roślin Phenophase	Pożądany poziom fazy rozwoju Favourite value of phenophase	Grupa wczesności Maturity group	Graniczne wartości przedziałów ufności dla cech roślin odmian różnej wczesności — liczba dni The value of confidence interval for features of plants in different maturity groups — number of days		
			istotnie niższe significantly lower	średnie medium	istotnie wyższe significantly higher
1	2	3	4	5	6
Rozwój kielków (od sadzenia do początku wschodów) Sprouts development	krótki short	bardzo wczesne i wczesne very early and early	<23,6	23,6 -24,7	≥24,8
		średnio wczesne mid-early	< 24,5	24,5-25,9	≥26,0
		średnio późne mid-late	< 24,6	24,6- 25,6	≥25,7
		późne late	< 26,4	26,5-28,3	≥28,4
Wzrost elongacyjny Elongation growth	średni middle	bardzo wczesne i wczesne very early and early	< 22,1	22,1-24,9	≥25,0
		średnio wczesne mid-early	< 24,9	24,9-27,8	≥27,9
		średnio późne mid-late	< 25,6	25,6-26,1	≥26,2
		późne late	< 23,5	23,5-26,1	≥26,2

1	2	3	4	5	6
Kwitnienie Blooming	nieistotny <sup>1)</sup> non valid	bardzo wczesne i wczesne very early and early	< 11,6	11,6-15,4	≥15,5
		średnio wczesne mid-early	< 14,5	14,5-18,5	≥18,6
		średnio późne mid-late	< 21,2	21,2-25,3	≥25,4
		późne late	< 28,4	28,4-36,9	≥37,0
Pełny okres wegetacji (od sadzenia do początku zasychania) Full period of growth	średni middle	bardzo wczesne i wczesne very early and early	< 95	95-100	≥101
		średnio wczesne mid-early	< 104	104-109	≥110
		średnio późne mid-late	< 117	117-122	≥123
		późne late	< 125	125-132	≥133

<sup>1)</sup> Długotrwałość tej fazy, nieistotna w warunkach standardowego prowadzenia uprawy z zastosowaniem sadzianek może mieć znaczenie przy wykorzystywaniu odmiany w celach hodowlanych oraz produkcji nasion właściwych

<sup>1)</sup> The duration this phase, although not significant under conditions of standard cultivation system, can become important if the cultivar is used in a breeding program and / or for producing true seeds

Obszerny materiał eksperymentalny, jaki zgromadzono i wykorzystano w niniejszym opracowaniu oraz statystycznie udowodnione zróżnicowanie odmian uznano za wystarczające dla wyznaczenia przedziałów ufności pozwalających dokonać podziału odmian na grupy istotnie różniące się pod względem omawianych cech. Wyliczono, więc dla ocenianych faz rozwojowych roślin, dla każdej grupy wczesności, granice ich długotrwałości (górną granicę cechy istotnie niższej oraz dolną granicę cechy istotnie wyższej; tab. 9).

Tabela 10

**Charakterystyka 42 odmian ziemniaka pod względem długotrwałości faz rozwoju roślin**  
**Description of phenophases in the for 42 examined potato cultivars**

Grupy wczesności Maturity group	Odmiana Cultivar	Faza rozwojowa roślin — Phenophase							
		rozwój kielków (od sadzenia do początku wschodów) sprouts development		wzrost elongacyjny elongation growth		kwitnienie blooming		pełny okres rozwoju full period of growth	
		okres period	liczba dni days number	okres period	liczba dni days number	okres period	liczba dni days number	okres period	liczba dni days number
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	Aster	krótki*	22,9	krótki	21,8	średni	12,7	krótki	95
	Drop	średni**	24,0	średni	24,7	średni	13,1	średni	95-100
	Frezja	średni	24,1	średni	22,3	długi	18,3	średni	95-100
	Irys	krótki	23,3	średni	23,8	krótki	4,6	krótki	95
	Koral	średni	23,7	średni	23,9	długi	17,0	krótki	95
	Malwa	długi***	25,0	średni	23,8	krótki	3,1	krótki	95
	Orlik	średni	24,4	średni	23,8	średni	15,1	krótki	95
	Ruta	krótki	22,6	średni	24,4	krótki	10,9	średni	95-100
	Duet	średni	24,5	średni	22,7	długi	19,6	długi	100
	Elipsa	długi	25,4	krótki	22,0	długi	22,2	długi	100
Jaśmin	długi	26,1	średni	24,1	krótki	11,1	długi	100	
Lotos	średni	24,5	średni	24,7	krótki	9,9	długi	100	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Średnio wczesne Mid-early	Elida	średni	25,1	krótki	24,5	krótki	12,6	średni	104-109
	Ekra	średni	25,0	długi	29,0	długi	20,7	średni	104-109
	Fauna	krótki	24,3	średni	26,6	długi	21,4	długi	109
	Ibis	długi	28,0	krótki	24,1	krótki	11,9	średni	104-109
	Irga	średni	25,4	długi	29,3	krótki	10,9	krótki	104
	Jagna	średni	24,7	średni	26,4	długi	18,6	średni	104-109
	Jagoda	krótki	24,0	krótki	24,6	długi	18,9	krótki	104
	Kolia	krótki	24,0	średni	25,0	długi	19,9	krótki	104
	Kos	krótki	23,7	średni	26,9	długi	19,0	długi	109
Lena	średni	24,7	średni	26,4	średni	16,8	średni	104-109	
Mila	długi	28,4	średni	26,7	krótki	10,2	długi	109	
Średnio późne Mid-late	Atol	średni	25,5	krótki	25,0	długi	28,4	krótki	117
	Arkadia	długi	25,9	długi	28,6	krótki	20,7	krótki	117
	Bogna	krótki	24,6	krótki	22,8	długi	29,6	długi	122
	Bronka	długi	27,9	krótki	24,2	krótki	21,1	długi	122
	Bryza	średni	25,4	średni	26,4	długi	29,3	średni	117-122
	Brda	średni	25,4	krótki	21,1	średni	23,7	krótki	125
	Cisa	krótki	24,2	długi	31,6	średni	21,8	średni	117-122
	Fregata	krótki	24,4	długi	31,6	krótki	17,1	długi	122
	Fala	krótki	24,3	średni	27,2	średni	21,3	długi	122
	Heban	krótki	23,8	długi	30,6	krótki	18,2	długi	122
Lawina	krótki	24,6	średni	27,0	długi	27,9	krótki	117	
Sokół	długi	25,9	średni	27,0	średni	21,9	krótki	117	
Późne Late	Bzura	długi	28,4	długi	30,6	średni	21,7	długi	132
	Ceza	średni	26,7	krótki	22,7	średni	34,6	krótki	125
	Narew	krótki	25,1	średni	25,0	długi	51,1	długi	132
	Pilica	krótki	26,0	średni	25,1	średni	36,3	średni	125-132
	San	długi	29,1	średni	25,5	średni	28,9	długi	132
	Stobrawa	średni	27,4	średni	23,5	krótki	23,0	średni	125-132
Tarpan	długi	28,8	długi	30,8	krótki	25,0	krótki	125	

\* short;

\*\* medium

\*\*\* long

Charakterystykę badanych odmian zgodnie z przyporządkowaniem każdej z nich do odpowiednich grup o istotnie krótszym, średnim bądź istotnie dłuższym okresie trwania danej fenofazy przedstawiono w tabeli 10.

W sytuacji wzrastającego zapotrzebowania na coraz dokładniejsze informacje o cechach odmian ziemniaka, można dysponując wystarczająco reprezentatywnymi wynikami badań, w oparciu o przedstawione przedziały, jednoznacznie określić przebieg rozwoju roślin. Możliwość takiej weryfikacji wydaje się szczególnie ważna w pracach hodowlanych, gdyż pozwala łatwiej określić cechy rozwoju roślin nowych genotypów. Tym samym stanowi to dalsze uzupełnienie precyzyjnej oceny cech roślin ziemniaka rozpoczęte przez zespół Zakładu Agronomii Ziemniaka IHAR. Wyniki prac w tym zakresie, dotyczące początkowego rozwoju korzeni oraz kielków zostały przedstawione we wcześniejszych pracach Zarzyńskiej (2000 a; 2000 b).

### WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych lat badań na występowanie i długość faz fenologicznych ziemniaka.
2. Rola poszczególnych czynników meteorologicznych w kształtowaniu kolejnych fenofaz była zróżnicowana:
  - okres od sadzenia do początku wschodów determinowała temperatura gleby,
  - o wschodach odmian bardzo wczesnych i wczesnych decydowała temperatura w okresie sadzenia, a odmian późniejszych od sadzenia do II dekady maja,
  - na długość wschodów wpływały temperatura gleby i warunki hydrotermiczne w I i II dekadzie maja,
  - elongacyjny wzrost roślin był uzależniony od warunków hydrotermicznych i opadów w okresie od III dekady maja do II dekady czerwca,
  - początek kwitnienia roślin był uwarunkowany temperaturą powietrza w okresie poprzedzającym wystąpienie tej fazy,
  - długość kwitnienia zależała od warunków hydrotermicznych w okresie wchodzenia roślin w fazę kwitnienia,
  - czynnikiem kształtującym okres wegetacji roślin ziemniaka była temperatura powietrza w pełni rozwoju roślin (III dekada czerwca — III dekada sierpnia).
3. Odmiany poszczególnych grup wczesności były zróżnicowane pod względem występowania i długości analizowanych fenofaz.
4. Znajomość granicznych wartości długości faz rozwojowych, właściwych dla odmian różnych grup wczesności, ułatwi scharakteryzowanie cech rozwoju roślin nowych kreacji hodowlanych.

### LITERATURA

- Allen E. J., Bean J. N., Griffit R. L., O'Brien P. J. 1979. Effects of length of sprouting on growth and yield of contrasting early potato varieties. *J. Agricult. Sci.* 92: 151 — 163.
- Almekinders C. J. M., Struik P. C. 1996. Shoot development and flowering in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.* 39: 581 — 607.
- Bombik A., Markowska M., Starczewski J. 1999. Wpływ średnich miesięcznych temperatur powietrza i sum opadów na plonowanie ziemniaka w rejonie Siedlec. *Fol. Uniw. Agric. Stetin.*, 202 *Agricultura* 79: 35 — 40.
- Chmura K. 1997. Wpływ sum i rozkładu opadów w okresie wegetacji na plonowanie ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 313: 37 — 42.
- Firman D. M., O'Brien P. J., Allen E. J. 1991. Leaf and flower initiation in potato (*Solanum tuberosum*) sprouts and steams in relation to number of nodes and tuber initiation. *J. Agricult. Sci.* 117: 61 — 74.
- Firman D. M., O'Brien P. J., Allen E. J. 1995. Appearance and growth of individual leaves in the canopies of several potato cultivars. *J. Agricult. Sci.* 125: 379 — 394.
- Głuska A., Goc K., Pietryka M. 1984. Wpływ temperatury gleby na rozwój kilku odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 31: 53 — 61.
- Kalbarczyk R. 2003. Czasowy i przestrzenny rozkład faz rozwojowych ziemniaka w Polsce dla odmian średnio późnych i późnych. *Acta Sci. Polon. Agricultura*: 77 — 90.
- Haverkort A. J., Kooman P. L. 1996. Crop growth models help to identify ideotypes in potato breeding. *Abstr. of 13<sup>th</sup> Conference of the EAPR. Veldhoven*: 51 — 52.

- Kolbe H., Stephan-Beckmann S. 1997a. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. Leaf and stem. Potato Res. 40: 111 — 129.
- Kolbe H., Stephan-Beckmann S. 1997b. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). II. Tuber and whole plant. Potato Res. 40: 135 — 153.
- Listowski A. 1979. Agrofizjologiczne podstawy produktywności roślin. PWN, Warszawa: 378 — 394.
- Lutomirska B. 2004. Zależność pomiędzy temperaturą w okresie wzrostu bulw a plonowaniem ziemniaka na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 496: 153 — 160.
- Mazurczyk W., Lutomirska B., Wierzbicka A. 2003. Relation between air temperature and length of vegetation period of potato crops. Agricult. For. Meteo. 118: 169 — 172.
- Metodyka obserwacji i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Praca zbiorowa pod red. Roztropowicz S. Bonin 1985: 32 ss.
- Molga M. 1986. Podstawy klimatologii rolniczej PWRL, Warszawa.
- Müller K. 1975. Kennzeichnung des Vegetations- und Lagerungsverlaufes der Kartoffel. Der Kartoffelbau 6: 166 — 167.
- Prośba-Białczyk U. 1986. Wpływ podkielkowania sadzeniaków oraz gęstości sadzenia na rozwój i gromadzenie plonu kilku odmian ziemniaka. Cz. I. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. 160:31 — 45.
- Roztropowicz S. 1978. Changes in model of development of some potato varieties caused by deviations from optimal weather conditions. Potato Res. 21: 39 — 40.
- Roztropowicz S. 1986. Występowanie niedoboru wody w okresie wegetacji ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 268: 305 — 313.
- Sawicka B. 1991. Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim. Rozp. hab. Wyd. AR w Lublinie, 76s.
- Struik P. C., Geertsema J. C. H., Custers M. G. 1989. Effects of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum*) plant. I Development of the haulm. Potato Res. 32: 133 — 141.
- Trebejo I., Midmore D. J. 1990. Effect of water stress on potato growth, yield and water use in a hot and a cool tropical climate J. Agric.Sci. 114: 321 — 334.
- Turner A. D., Ewing E. E. 1988. Effects of photoperiod, night temperature and irradiance on flower production in potato. Potato Res. 31: 257 — 268.
- Van Loon C. D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. Am. Potato J. 58: 51 — 69.
- Zarzyńska K. 2000 a. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. III. Początkowy rozwój kielków i korzeni. Biul. IHAR, 213: 19 — 30.
- Zarzyńska K. 2000 b. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. IV. Liczba łodyg w roślinie i procent kielkujących oczek u bulw matecznych różnej wielkości. Biul. IHAR 214: 167 — 181.