

WPŁYW CZYNNIKÓW AGROMETEOROLOGICZNYCH NA DŁUGOŚĆ
FAZ ROZWOJOWYCH BARDZO WCZESNYCH I WCZESNYCH ODMIAN
ZIEMNIAKA

Barbara Sawicka¹, Barbara Krochmal-Marczak²

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: barbara.sawicka@ar.lublin.pl

²Zakład Gospodarki Regionalnej i Agroturystyki, PWSZ
ul. Kazimierza Wielkiego 6, 38-400 Krosno

Streszczenie. Badania faz rozwojowych ziemniaka prowadzono w latach 1993-1995, w Parczewie na piasku gliniastym lekkim. Eksperyment przeprowadzono metodą bloków losowanych, w 3 powtórzeniach. Czynnikiem były: dwie technologie uprawy (tradycyjna i z folią polietylenową), odmiany: Aster, Irys, Lotos, Malwa, 5 poziomów nawożenia azotem (0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹), na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego (120 kg P₂O₅ i 180 kg K₂O·ha⁻¹) i 25 t·ha⁻¹ obornika. W wymienionych latach rośliny ziemniaka przechodziły pełny cykl rozwoju wegetatywnego. Fenofazy następowały w określonej kolejności, charakterystycznej dla ziemniaka i odmiany. Obserwowano różnice w rytmice sezonowej roślin rosnących w różnych obiektach. Warunki pogodowe miały wpływ na przyspieszenie lub opóźnienie niektórych pojavów fenologicznych. Wystąpiła istotna zależność, w przypadku wszystkich faz rozwojowych ziemniaka, od technologii uprawy i właściwości genetycznych badanych odmian. Długość kwitnienia roślin ziemniaka okazała się ponadto uzależniona od prędkości wiatru w okresie maj-sierpień, czasokres od wschodów do początku zasychania liści – od opadów w okresie maj-sierpień. O długości okresu wegetacji decydowała również suma opadów w okresie maj-sierpień i średnia temperatura powietrza w miesiącach maj-czerwiec.

Słowa kluczowe: ziemniak, technologie uprawy, odmiany, nawożenie, długość faz rozwojowych

WSTĘP

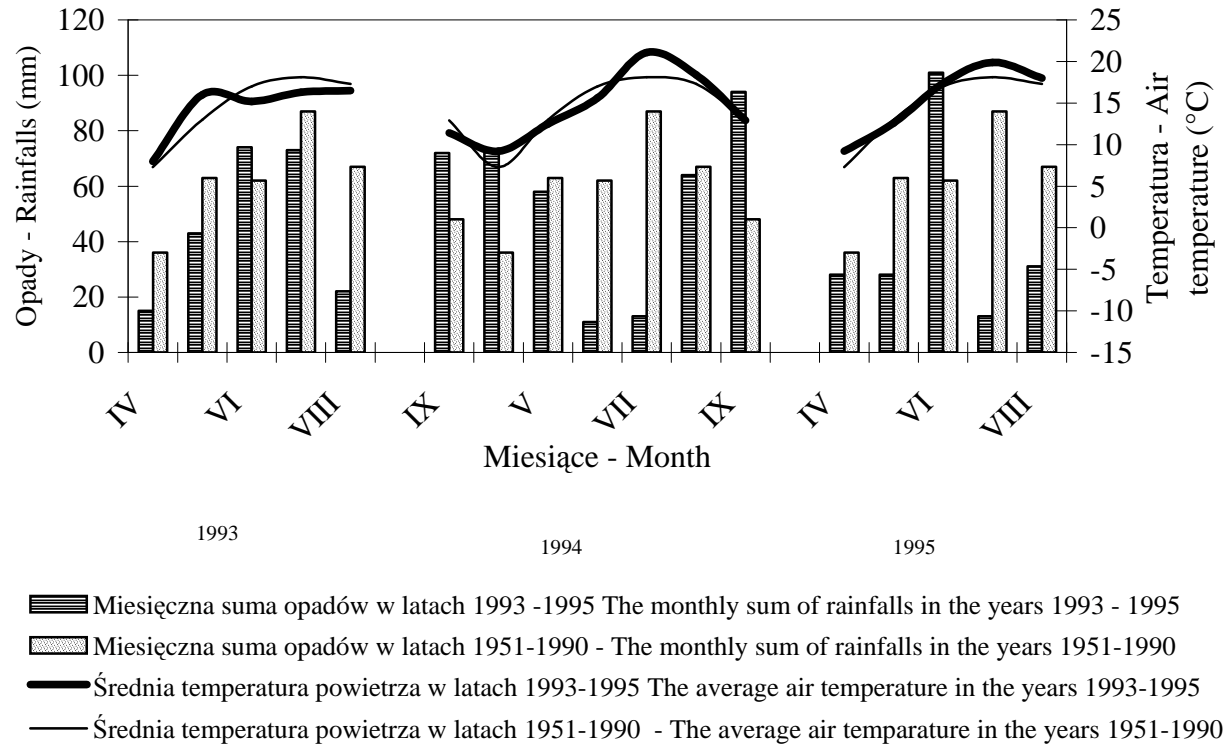
Do podstawowych zjawisk fenologicznych zalicza się: rozwój pąków, ulistnienie, kwitnienie i owocowanie. U ziemniaka bardzo ważną fazą są również wschody. Obserwacje fenologiczne dotyczące kolejnych faz rozwoju roślin zestawia się w tzw. spektra fenologiczne [6,9,16].

W różnych regionach kraju poszczególne fazy fenologiczne przebiegają w zróżnicowany sposób. Nie bez znaczenia dla poszczególnych fenofaz roślin jest też położenie geograficzne regionu, wysokość nad poziomem morza [2,13,16]. W naszych warunkach opóźnienie, np. pory zakwitania zaznacza się w kierunku od południowego-zachodu ku północno-wschodowi. Przewidywanie terminów kwitnienia różnych roślin w danym roku jest trudne – wymaga łączenia obserwacji z wielu dziedzin. Zestawia się m.in. spektra fenologiczne różnych gatunków, gdyż pory kwitnienia wielu z nich są w znacznym stopniu skorelowane i mając dane o jednych, można wnioskować o innych. Spektra fenologiczne konfrontuje się z obserwacjami palinologicznymi, a zwłaszcza z diagramami pyłkowymi. Można wówczas określić np. przewidywany stopień wysycenia atmosfery ziarnami pyłku [15,16]. Zjawiska fenologiczne ściśle zależą od pogody i dlatego powinny być rozpatrywane na tle aktualnych i wieloletnich danych klimatycznych. Fenofaza (feno- + faza – z greckiego *phásis* ‘ukazanie się’) oznacza biologiczny okres rozwoju organizmu uwarunkowany określonym klimatem [6]. W opinii innych autorów [2,4,8,11,12] fenofaza, czyli faza fenologiczna oznacza określone stadium rozwojowe rośliny, np. fazę kwitnienia, czy dojrzewania. Wyróżnia się zazwyczaj początek fazy, gdy np. ok. 10% kwiatów lub owoców na roślinach osiągnęło już badaną fazę; pełnię fazy, – gdy ponad połowa roślin obserwowanych oraz 75% roślin uprawnych osiągnęło tę samą fazę oraz koniec fazy, gdy ostatnie 10% badanych roślin, lub kwiatostanów rozpoczyna kwitnienie [1,3,14,15]. Determinacja rozwojowa roślin, a tym samym powstanie fenotypu, związane jest z kontrolowanym uruchomieniem informacji genetycznej w komórce [6]. Procesy wzrostu i rozwoju roślin są stymulowane przez substancje aktywne biologicznie, zwane fitohormonami, które są wytwarzane w komórkach roślinnych, a należą do nich m.in.: auksyny, gibereliny, kwas abscyzynowy, cytokininy, witaminy, itp. Powodują one różnorodne oddziaływania na rośliny kontrolując zachodzące w nich procesy fizjologiczne i biochemiczne, sterując zjawiskami morfogenetycznymi [6,7,15]. Rozwój organizmu roślinnego zależy od informacji genetycznej w nim zawartej oraz od wpływu środowiska zewnętrznego, do którego należy zaliczyć: światło, wodę, temperaturę i skład chemiczny gleby oraz czynniki mechaniczne [7,4,11,12,14]. Stąd też celem niniejszej pracy jest określenie wpływu czynników meteorologicznych i glebowych na długość poszczególnych faz rozwojowych bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 1993-1995 w Parczewie na glebie o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego. Eksperyment wykonano metodą losowanych podbloków w trzech powtórze-

niach, gdzie czynnikami I rzędu były technologie uprawy (tradycyjna i z osłonami z folii polietylenowej), II rzędu – odmiany (Aster, Irys [bardzo wczesne] Lotos, Malwa [wczesne]), III rzędu – poziomy nawożenia azotem (0, 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹), na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego i 25 t·ha⁻¹ obornika. Ziemniak sadzono w stopniu superelity w rozstawie 62,5 x 40 cm w połowie kwietnia. Dawki azotu dzielono na dwie części: pierwszą – w ilości do 100 kg·ha⁻¹ wysiewano przed sadzeniem, drugą zaś przed wschodami pod ostatnie radło pielęgnacyjne. W wariantach uprawy tradycyjnej od sadzenia do wschodów stosowano pielęgnację mechaniczną wg schematu: wałowanie ⇒ obredlanie ⇒ obredlanie ⇒ bronowanie. W obiektach z zastosowaniem folii po zasadzeniu glebę wałowano, jednokrotnie obsypywano posadzone bulwy i stosowano preparat Afalon 50 WP w ilości 2 kg·ha⁻¹, następnie redliny przykrywano folią perforowaną, a brzegi przysypywano ziemią. Folię zakładano w dniu założenia doświadczenia, a zdejmowano ją dopiero w trzeciej dekadzie maja, gdyż prawie do końca miesiąca występowały przygruntowe przymrozki. Zabiegi ochrony roślin przed *Phytophthora infestans* i *Alternaria solani* wykonano stosując preparaty o krótkim okresie karencji jak: Dithane M-45 (2 kg·ha⁻¹) Bravo 500 SC (2 l·ha⁻¹), Altima 500 SC (0,3 l·ha⁻¹). Zastosowanie tych preparatów oraz fakt, że *P. infestans* występuje dopiero wtedy, gdy odmiany wczesne kończą już gromadzenie zasadniczej części plonu spowodowało, że zaraza ziemniaka nie modyfikowała długości okresu wegetacji badanych odmian. W okresie wegetacji prowadzono, co 2 dni obserwacje wzrostu i rozwoju roślin ziemniaka [11]. W pracy uwzględniono liczbę dni: od sadzenia do początku wschodów, od sadzenia do pełni wschodów, od sadzenia do początku kwitnienia, od pełni wschodów do początku zasychania roślin, od sadzenia do pełni zasychania roślin oraz liczbę dni kwitnienia. Wyniki badań opracowano statystycznie, wykonując analizy wariancji badanych cech. Istotność źródeł zmienności sprawdzono testem „F” – Fishera-Snedecora, a oceny istotności różnic dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów ufności Tukey'a. Wyliczono ponadto współczynniki zmienności każdej cechy dla poszczególnych grup wczesności odmian. Wyniki badań opracowano statystycznie wykonując analizy regresji wielomianowej. Za zmienne zależne y przyjęto długość poszczególnych faz rozwojowych, a za zmienne niezależne x : technologię uprawy (jako zmienną zerojedynkową), odporność odmian na zarazę liści, nawożenie azotem, kwasowość gleby, zawartość w niej przyswajalnego fosforu i potasu, temperaturę powietrza i gleby oraz sumę opadów i prędkość wiatrów w miesiącach maj-czerwiec i lipiec-sierpień. Charakterystykę zmiennych zależnych podano w tabeli 2, a zmiennych niezależnych – w tabeli 3. Parametry funkcji określono metodą najmniejszych kwadratów, a weryfikację istotności testem t Studenta. Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji były zróżnicowane, co ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka w latach 1993-1995 wg Stacji IMGW we Włodawie
Fig. 1. Rainfalls and air temperature during potato vegetation in the years 1993-1995, according to IMGW at Włodawa

WYNIKI BADAŃ

Czynniki eksperymentu wywarły istotny wpływ na długość analizowanych faz rozwojowych ziemniaka (tab. 1). Technologia uprawy pod osłonami skracająca fazę od sadzenia do początku wschodów, od sadzenia do pełni wschodów, od sadzenia do początku kwitnienia oraz od sadzenia do pełni zasychania roślin (okres wegetacji), a wydłużała okres kwitnienia a także czas od pełni wschodów do pełni zasychania roślin.

Właściwości genetyczne badanych odmian różnicowały istotnie czas trwania poszczególnych faz rozwojowych. Odmianą o najszybszych wschodach i najdłuższym okresie od pełni wschodów do pełni zasychania liści okazała się Aster, zaś najdłużej kwitła i najdłużej zachowała zielone liście odmiana Lotos.

Nawożenie azotem okazało się cechą różnicującą tylko w przypadku okresów: sadzenie – początek kwitnienia i sadzenie – pełnia zasychania roślin. Pod wpływem wysokiego nawożenia tym składnikiem ($200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) obserwowano wydłużenie tych faz rozwojowych, w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez nawożenia azotem.

Największe jednak zróżnicowanie faz rozwojowych spowodowały warunki siedliskowe w latach badań. Najkrótszymi wschodami, ale najdłuższym okresem kwitnienia i okresem od wschodów do pełni zasychania odznaczały się rośliny w 1993 roku. Najdłuższym okresem od sadzenia do początku i pełni wschodów oraz do kwitnienia, najkrótszym czasem kwitnienia a jednocześnie najdłuższym okresem od sadzenia do początku kwitnienia charakteryzowały się rośliny w 1995 roku.

Spośród badanych cech najbardziej stabilną okazała się długość okresu od posadzenia do pełni zasychania liści ze średnim współczynnikiem $V = 8,5\%$ (tab. 2). Świadczy to o wysokiej stabilności tej cechy. Długość okresu kwitnienia należała do cech najmniej stabilnych o średnim współczynniku $V = 31,6\%$.

Z uwagi na dużą zmienność faz rozwojowych w latach badań do obliczeń statystycznych zastosowano wielomianową analizę regresji, co przyczyniło się do wyjaśnienia w większym stopniu stwierdzonych zależności.

O długości okresu od sadzenia do początku wschodów decydowała: technologia uprawy, suma opadów i prędkość wiatru w okresie maj-czerwiec. Zastosowanie osłon w uprawie ziemniaka skracало ten okres o wartości zamieszczone w tabeli 4. Zwiększenie sumy opadów o jednostkę, w granicach odchylenia standardowego od średniej arytmetycznej oraz zwiększenie prędkości wiatru w tym okresie, z $6,3$ do $8,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, przy założeniu, że pozostałe czynniki uwzględnione w modelu funkcji są na średnim poziomie, wywołało przyspieszenie ukazania się wschodów, o wartości zamieszczone w tabeli 4.

Tabela 1. Wpływ technologii uprawy, odmian, nawożenia i lat na fazy rozwojowe ziemniaka w dniach
Table 1. The influence of cultivation technology, cultivars, fertilization & years on the phases of potatoes, in days

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Czas trwania faz rozwojowych – Time of duration of developmental phase					
		Sadzenie - początek wzrostów Planting - beginning of emergence	Sadzenie - pełnia wzrostów Planting - full emergence	Sadzenie - początek kwitnienia Planting - beginning of flowering	Kwitnienie Flowering	Pełnia wschodów - pełnia zasychania liści Full emergence - full potato yellowing	Sadzenie - pełnia zasychania liści Planting - full potato yellowing
Technologia uprawy Cultivation technology	Tradycyjna – Tradittional	23,7	29,8	72,0	11,3	68,1	117,8
	z osłonami – with sheeting	19,6	24,1	65,8	13,2	70,8	116,6
	NIR-LSD $\alpha \leq 0,05$	0,9	1,5	0,5	0,9	1,8	0,9
Odmiany Cultivars	Aster	20,0	24,7	67,4	13,0	70,8	116,3
	Irys	21,2	26,2	68,7	11,6	66,7	115,9
	Lotos	22,2	27,9	71,3	13,2	69,7	119,8
	Malwa	23,3	29,1	68,2	11,1	70,6	116,8
	NIR-LSD $\alpha \leq 0,05$	1,8	2,4	1,0	1,8	3,0	1,8
Nawożenie Fertilization	0	21,1	26,0	68,2	11,9	69,3	116,1
	50	21,4	26,5	68,6	12,0	69,0	116,7
	100	21,8	27,6	69,0	12,1	69,1	117,2
	150	21,9	27,3	68,9	12,6	69,9	117,6
	200	22,2	27,5	69,6	12,6	70,0	118,5
	NIR-LSD $\alpha \leq 0,05$	n*	n	1,2	n	n.i.	2,1
Lata Years	1993	19,3	23,8	68,9	15,0	74,1	130,6
	1994	22,3	28,3	63,0	12,9	61,1	109,5
	1995	23,4	28,8	74,7	8,8	73,2	111,5
	NIR-LSD $\alpha \leq 0,05$	1,3	2,3	0,7	1,3	2,7	1,3
Średnia - Mean		21,7	27,0	68,9	12,2	69,5	117,2

* nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ – not significant at $\alpha \leq 0,0$

Tabela 2. Statystyczna charakterystyka zmiennych zależnych (Średnia lat 1993-1995)**Table 2.** Statistical characteristics of dependent variables (Mean for 1993-1995)

Zmienne zależne Dependent variables	Średnia arytmetyczna Arithmetical mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynniki zmienności Coefficient of variability (%)
y1	21,7	3,3	15,2
y2	26,7	5,1	19,1
y3	68,9	6,3	9,1
y4	12,2	3,9	31,6
y5	69,4	7,7	11,1
y6	117,2	10,0	8,5

y₁ – liczba dni od sadzenia do początku wschodów – number of days from planting to beginning of emergence,

y₂ – liczba dni od sadzenia do pełni wschodów – number of days from planting to full emergence,

y₃ – liczba dni od sadzenia do początku kwitnienia – number of days from planting to beginning of flowering

y₄ – liczba dni kwitnienia – number of days of flowering,

y₅ – liczba dni od wschodów do początku zasychania roślin – number of days from planting to beginning of potato yellowing,

y₆ – liczba dni od sadzenia do pełni zasychania roślin – number days from planting to full potato yellowing.

Tabela 3. Statystyczna charakterystyka zmiennych niezależnych (średnia lat 1993-1995)**Table 3.** Statistical characteristics of independent variables (mean for 1993-1995)

Zmienne zależne Dependent variables	Średnia arytmetyczna Arithmetical mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynniki zmienności Coefficient of variability (%)
x ₁	0,50	0,50	100,0
x ₂	3,50	0,50	14,4
x ₃	100,00	71,01	71,0
x ₄	10 000,00	1000,00	98,7
x ₅	5,77	0,47	8,1
x ₆	22,67	5,76	25,4
x ₇	33,33	11,98	36,0
x ₈	161,50	24,37	15,1
x ₉	16,23	0,78	4,8
x ₁₀	19,70	1,80	9,1
x ₁₁	18,10	0,57	3,2
x ₁₂	21,93	1,97	9,0
x ₁₃	72,03	4,31	6,0
x ₁₄	71,20	4,96	7,01
x ₁₅	99,30	8,57	8,6
x ₁₆	95,53	36,76	38,5
x ₁₇	7,50	1,24	16,5
x ₁₈	6,30	0,54	8,5

Tabela 3. c.d. – Table 3. Cont.

- x_1 – uprawa (0 – tradycyjna; 1 – z osłonami) – cultivation (0 – traditional; 1 – with sheeting);
 x_2 – odporność odmian na zarzę liści – cultivars resistance to late blight (9° scale);
 x_3 – nawożenie N – N fertilization ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$);
 x_4 – nawożenie N^2 – N^2 fertilization ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$);
 x_5 – pH gleby – soil acidity (pH in KCl);
 x_6 – zawartość przyswajalnego fosforu – content of available phosphorus ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$);
 x_7 – zawartość przyswajalnego potasu – content of available potassium ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$);
 x_8 – suma opadów w okresie V-VIII – sum of rainfall in the period June-Aug. (mm);
 x_9 – temperatura powietrza w okresie V-VI – air temperature in the period May-June ($^{\circ}\text{C}$);
 x_{10} – temperatura powietrza w okresie VII-VIII – air temperature in the period July-Aug. ($^{\circ}\text{C}$);
 x_{11} – temperatura gruntu w okresie V-VI – ground temperature in the period May-June ($^{\circ}\text{C}$);
 x_{12} – temperatura powietrza w okresie VII-VIII – air temperature in the period July-Aug. ($^{\circ}\text{C}$);
 x_{13} – wilgotność powietrza w okresie V-VI – air humidity in the period May-June (%);
 x_{14} – wilgotność powietrza w okresie VII-VIII – air humidity in the period July-Aug. (%);
 x_{15} – suma opadów w okresie V-VI – sum of rainfall in the period May-June (mm);
 x_{16} – suma opadów w okresie VII-VIII – sum of rainfall in the period July-Aug. (mm);
 x_{17} – prędkość wiatru w okresie V-VI – wind speed in the period May-June ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$);
 x_{18} – prędkość wiatru okresu VII-VIII – wind speed in the period July-Aug. ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Długość fazy od sadzenia do pełni wschodów zależała również od technologii uprawy, prędkości wiatru i temperatury gruntu w okresie maj-czerwiec. Wzrost wartości tych cech o jednostkę, w zakresie odchylenia standardowego od średniej arytmetycznej, powodował wydłużenie momentu uzyskania przez rośliny pełni wschodów ziemniaka.

Z kolei suma opadów w miesiącach maj – czerwiec, poza technologią uprawy, decydowała o długości okresu sadzenie – początek kwitnienia. Zwiększenie sumy opadów w tym okresie o 1 mm, w zakresie od 91 do 108 mm, powodowało wydłużenie tej fazy o wartości zamieszczone w tabeli 4.

Długość kwitnienia badanych odmian okazała się uzależniona od technologii uprawy oraz sumy opadów w okresie maj – sierpień oraz temperatury powietrza w okresie maj – czerwiec. Zastosowanie osłon, w uprawie ziemniaka oraz wzrost przeciętnej temperatury powietrza o 1°C , w zakresie od $15,5^{\circ}$ do 17°C powodowało przedłużenie kwitnienia o wartości zamieszczone w tabeli 4, natomiast wraz z pogorszeniem warunków wegetacji (spadek średniej temperatury powietrza i zwiększenie sumy opadów) obserwowano skrócenie okresu kwitnienia.

Długość okresu od pełni wschodów do początku zasychania liści związana była nie tylko z czynnikami agrotechnicznymi, lecz także z odpornością roślin na *Phytophthora infestans*, kwasowością gleby i opadami w okresie maj-sierpień. Technologia uprawy z osłonami oraz cechy odpornościowe odmian wydłużały długość tej fazy. Zwiększenie sumy opadów o 1 mm, wydłużało, z kolei zakwaszenie środowiska glebowego, w ramach odchylenia standardowego od średniej, skracało okres od pełni wschodów do zasychania liści o wartości zamieszczone w tabeli 4.

Tabela 4. Wartości współczynników regresji długości faz rozwojowych ziemniaka (y_1 - y_6) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Table 4. Values of regression coefficients of potato phenophase length (y_1 - y_6) at the significance level of $\alpha = 0.05$

Składniki regresji Terms of regression equation	Jednostka Unit	Zmienne zależne y – Dependend variables*					
		y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
stała regresji – constant of regression		-0,328	574,409	22,544	10,283	194,685	87,313
uprawa – cultivation (x_1)		-4,017	-5,49	6,195	1,185	2,663	-1,192
odporność odmian na zarazę liści – cultivars resistance to late blight (x_2)	(9° scale)					-1,417	2,218
kwasowość gleby – soil acidity (x_4)	pH in KCl)					-49,985	
suma opadów w okresie V-VIII – sum of rainfalls in the period May-Aug. (x_8)	(mm)				-0,098	1,032	
temperatura powietrza w okresie VII-VIII – air temperature in the period July-Aug. (x_9)	(°C)				1,035		
temperatura gruntu w okresie V-VI – ground temperature in the period May-June (x_{10})	(°C)		-25,207				
suma opadów w okresie V-VI – sum of rainfall in the period July-Aug. (x_{15})	(mm)	0,191		0,559			
prędkość wiatru w okresie V-VI – speed of wind in the eriod May-June (x_{17})	(m·s ⁻¹)	1,635	-10,138				-4,105
prędkość wiatru w okresie VII-VIII – speed of wind in the period July-Aug. (x_{18})	(m·s ⁻¹)						10,958
Współczynnik determinacji – determination coefficient	(%)	86,1	80,5	91,9	70,4	80,0	96,3

y_1 – liczba dni od sadzenia do początku wschodów – number of days from planting to beginning of emergence;

y_2 – liczba dni od sadzenia do pełni wschodów – number of days from planting to full emergence;

y_3 – liczba dni od sadzenia do początku kwitnienia – number of days from planting to beginning of flowering;

y_4 – liczba dni kwitnienia – number of days of flowering;

y_5 – liczba dni od wschodów do początku zasychania roślin – number of days from planting to beginning of potato yellowing;

y_6 – liczba dni od sadzenia do pełni zasychania roślin – number of days from planting to full potato yellowing.

O okresie wegetacji decydowała technologia uprawy, odporność odmian na *P. infestans*, a także prędkość wiatru w okresie maj-sierpień. Technologia uprawy z osłonami skracala, a odporność odmian wydłużala ten okres o wartości zamieszczone w tabeli 4. Zwiększenie nasilenia wiatru w okresie lipiec-sierpień z 6 do 7 m·s⁻¹ powodowało wydłużenie wegetacji roślin o wartości zamieszczone w tabeli 4, przy założeniu, że pozostałe czynniki znajdujące się w modelu funkcji są na stałym poziomie.

DYSKUSJA

W wymienionych latach rośliny ziemniaka przechodziły pełny cykl rozwoju wegetatywnego. Fenofazy następowały w określonej kolejności, charakterystycznej dla tego gatunku i badanych odmian. Obserwowano różnice w rytmice sezonowej roślin rosnących w różnych obiektach. Warunki pogodowe miały wpływ na przyspieszenie lub opóźnienie niektórych pojavów fenologicznych. Obserwacje te potwierdzają Boligłowa [1], Sawicka [11], Sawicka i Kościelecka [12]. Zdaniem O'Brien i in. [9] tylko niektóre fenofazy ziemniaka są zsynchronizowane z fenologicznymi porami roku.

W przypadku wszystkich faz rozwojowych ziemniaka wystąpiła istotna zależność od technologii uprawy i właściwości genetycznych badanych odmian. Większość tych zależności znalazła potwierdzenia w pracach Griess [2], Griess i Moll [3] oraz Sawickiej i Kościeleckiej [12]. W warunkach uprawy pod osłonami z folii polietylenowej, zakładanymi na „płask”, można częściowo kontrolować temperaturę powietrza, jak też stężenie CO₂. Zdaniem Griess [2] oraz Vos i Groenwold'a [14] zapobiegałoby to uszkodzeniom fotoinhibicyjnym, a także umożliwiało pełniejsze wykorzystanie przez rośliny potencjalnych zdolności roślin do fotosyntezy.

Największy jednak wpływ na zmienność faz rozwojowych ziemniaka wywarły warunki siedliskowe. Niesprzyjające warunki meteorologiczne skróciły czas kwitnienia roślin, lub niekiedy wydłużyły czas wegetacji. Wydłużenie okresu wegetacji, wg Boligłowy [1], Jefferies i Lawson [5] oraz Sawickiej [11] może bezpośrednio wpływać na plon bulw i jego jakość. W opinii Lewaka [7] oraz Vos i Groenwold'a [14] natężenie procesu fotosyntezy w poszczególnych fazach rozwoju roślin jest uzależnione w dużym stopniu od składu hormonalnego tkanek asymilacyjnych.

Griess i Moll [3], analizując fazy rozwojowe odmian ziemniaka o różnej wczesności, doszli do wniosku, że zarówno temperatury zbyt niskie, jak i zbyt wysokie oraz brak opadów mogą przyczyniać się do przyspieszenia faz rozwojowych począwszy od sadzenia aż do zasychania roślin.

Długość okresu wegetacji ziemniaka, wyznaczona przez międzyfazę sadzenie – pełnia zasychania roślin, okazała się najbardziej zróżnicowana, co należy

tłumaczyć odpornością badanych odmian na *Phytophthora infestans*, jak i różną dystrybucją materiałów zapasowych z naci do bulw [6,7,13,15].

Badania fenofaz ziemniaka mogą służyć w biometeorologii np. do ustalania sezonowości chorób alergicznych, a w zakresie botaniki poznanie fenofaz pozwala na lepsze poznanie rytmiki dobowej i sezonowej roślin, rozmieszczenia, a nawet fizjologii roślin.

WNIOSKI

1. Warunki meteorologiczne wywarły wpływ na przyspieszenie lub opóźnienie niektórych pojavów fenologicznych. Wraz z pogorszeniem warunków wegetacji (spadek średniej temperatury gruntu, zwiększenie prędkości wiatru) obserwowano przedłużenie okresu od sadzenia do pełni wschodów. Natomiast podwyższenie średniej dobowej temperatury powietrza i brak lub niedobór opadów powodowały skrócenie kwitnienia oraz okresu od pełni wschodów do pełni zasychania liści.

2. Czasokres od wschodów do pełni zasychania liści był związany nie tylko z czynnikami agrotechnicznymi i właściwościami odmianowymi, lecz także z kwasowością gleby i sumą opadów w okresie maj-sierpień. Zakwaszenie gleby skracało, a zwiększenie sumy opadów wydłużało ten okres.

3. O długości okresu wegetacji ziemniaka decydowała, poza czynnikami genetycznymi i agrotechnicznymi, prędkość wiatru w okresie maj-sierpień. Nasilenie wiatrów w okresie lipiec-sierpień dzięki przewietrzaniu łąnu i tworzeniu mało komfortowych warunków epifitozy *Phytophthora infestans* może się przyczynić do wydłużenia wegetacji wczesnych odmian ziemniaka.

PIŚMIENNICTWO

1. **Boligłowa E.:** Wpływ przebiegu wzrostu i rozwoju ziemniaka na niektóre cechy jakości bulw. Cz. I. Zależność poszczególnych cech jakości od długości poszczególnych faz rozwojowych. Zesz. Nauk. WSR-P Siedlce, 31, 107-119, 1992.
2. **Griess H.:** Code zur kennzeichnung von entwicklungsstadien und -phasen er kartoffel (Anleitung). Berlin: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 1987.
3. **Griess H., Moll A.:** Vorschlag eines neuen Systems von Entwicklungsstadien der Kartoffel. Arch. Acker-Pflanzenb. Bodenkd., Berlin, 29 (5), 303-310, 1985.
4. **Jefferies R.A.:** Water-stress and leaf growth in field-grown crops of potato (*Solanum tuberosum* L.). J. of Experimental Botany, 40, 1375-1381, 1990.
5. **Jefferies R.A., Lawson H.M.:** A key for the stages of development of potato (*Solanum tuberosum*). Ann. Appl. Biol., 119, 387-389, 1991.
6. **Kopcewicz J.:** Rozwój wegetatywny [w:] Podstawy fizjologii roślin. Kopcewicz. J., Lewak S., Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 2002.
7. **Lewak S.:** Regulacja procesów fizjologicznych przez czynniki endogenne. [w:] Podstawy fizjologii roślin. Kopcewicz J., Lewak S. (red.), Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 106-134, 1998.

8. **Kirk W.W.:** Leaf and canopy development in the potato. Ph. D. Thesis, University of Dundee, 1986.
9. **O'Brien P.J., Allen E.J., Bean J.N., Griffith R.L., Jones S.A., Jones J.L.:** Accumulated day-degrees as a measure of physiological age and relationships with growth and yield in early potato varieties. *J. of Agric. Sc., Cambridge*, 101, 613-631, 1983.
10. **Roztropowicz S. i in.:** Metodyka obserwacji i pobierania prób w doświadczeniach z ziemniakami. Wyd. Inst. Ziemn., Jadwisin, 1999.
11. **Sawicka B.:** Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie bialskopodlaskim. Wyd. AR Lublin, *Rozpr. Nauk.*, 141, 1-75, 1991.
12. **Sawicka B., Kościelecka D.:** Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka cz. I. Wpływ regulatorów na wzrost i rozwój roślin. *Biul. IHAR*, 212, 141-149, 1999.
13. **Struik S.C.:** Effects of shading different stages of growth on development, yield and tuber-size distribution of *Solanum tuberosum* L. *Am. Potato J.*, 63 (8), 457, 1986.
14. **Vos J., Groenwold J.:** Water relations of potato leaves. I. Diurnal changes, gradients in the canopy, and effects of leaf-insertion number, cultivar and drought. *Annals of Botany*, 62, 363-371, 1989.
15. **Zurzycki J., Michniewicz M.:** Fizjologia roślin. PWRiL, Warszawa, 1984.
16. **Nowakowska M.:** Fenologia wybranych gatunków jarzębu *Sorbus* na terenie Szczecina. Praca doktorska, AR Szczecin, maszynopis, 2000.

INFLUENCE OF AGROMETEOROLOGICAL FACTORS ON LENGTH
OF DEVELOPMENTAL PHASES OF VERY EARLY AND EARLY POTATO
CULTIVARS

Barbara Sawicka¹, Barbara Krochmal-Marczak²

¹Department of Plant Cultivation, University of Agriculture, Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: barbara.sawicka@ar.lublin.pl

²Faculty of Regional and Tourism, Higher Vocational State School
ul. Kazimierza Wielkiego 6, 38-400 Krosno

Abstract. Results of laboratory studies based on a field experiment conducted in 1993-1995 on soil developed from light loamy sands were analyzed. The experiment was set up according to the randomized subblocks method, in 3 replications. The following three factors were examined: two cultivation technologies (with PE-foil and traditional one); four potato cultivars (Aster, Irys, Lotos, Malwa); five nitrogen fertilization levels (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) on the background of constant phosphorus-potassium fertilization (120 kg P₂O₅ and 180 kg K₂O ha⁻¹) 25 t ha⁻¹ of manure. Potato plants were crossing over the full vegetation cycle in the above-mentioned years. Phenophases were succeeding in particular sequences specific for potato and cultivar. Differences in seasonal rhythms at various objects were observed. Weather conditions influenced acceleration or delay of some phenological occurrences. Essential dependence appeared with cultivation technologies and genetically properties of cultivars, at all development stages. The time of flowering of potato plants turned out to be dependent also on wind speed during the period of May-August, and the time from emergence to the beginning of leaf wilting – on rainfalls during the same period. The sum of May-August rainfalls and mean air temperature also determined the length of vegetation period.

Key words: potato, cultivation technologies, cultivars, fertilization, length of stage