

## WPLYW WARUNKÓW TERMICZNYCH I OPADOWYCH NA AGROFENOLOGIĘ ZIEMNIAKA ŚREDNIO WCZESNEGO W POLSCE

*Eliza Kalbarczyk, Robert Kalbarczyk*

Katedra Meteorologii i Klimatologii, Akademia Rolnicza, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-469 Szczecin  
e-mail: elizkalb@agro.ar.szczecin.pl

**Streszczenie.** Na podstawie wyników obserwacji agrofenologicznych z 27 stacji doświadczalnych oceny odmian COBORU, obejmujących daty: sadzenia, wschodów, kwitnienia, usychania łętów i zbioru wzorca ziemniaka średnio wczesnego scharakteryzowano czasowe i przestrzenne zróżnicowanie agrofenofaz tej rośliny w Polsce. W pracy określono także zależność długości faz agrofenologicznych ziemniaka od warunków termicznych i opadowych w latach 1972-1995. Na terenie Polski występuje prawie trzytygodniowe zróżnicowanie przestrzenne agrofaz ziemniaka średnio wczesnego, przy czym największą zmiennością, ponad trzytygodniową, charakteryzuje się termin sadzenia, natomiast najmniejszą, ponad dwutygodniową, terminy usychania łętów i zbioru. Długość międzyfaz agrofenologicznych ziemniaka średnio wczesnego można opisać czynnikami agrometeorologicznymi i terminem wcześniejszej agrofazy od 32,7% do 59,3%, przy czym najslabszy opis dotyczy długości międzyfazy wschody-kwitnienie, najlepszy – długości międzyfazy kwitnienie-usychanie łętów.

**Słowa kluczowe:** ziemniak średnio wczesny, międzyfaza, warunki termiczne i opadowe

### WSTĘP

W modelach symulacyjnych oraz w prognozowaniu plonów i określaniu stref ryzyka uprawy potrzebna jest znajomość przebiegu wzrostu i rozwoju roślin [1,3,4,5]. Istniejące opracowania dla ziemniaka średnio wczesnego w skali kraju [6,9,11] dotyczą badań sprzed 30 i więcej lat. Wraz ze zmianami w agrotechnice, postępie biologicznym, jak również obserwowanych i stwierdzonych tendencjach zmian klimatu [10], mogły zmienić się również terminy faz rozwojowych tej grupy odmian ziemniaka.

Celem pracy było określenie na terenie Polski czasowej i przestrzennej zmienności terminów wschodów, kwitnienia, usychania łętów i zbioru dla ziemniaka średnio wczesnego oraz uchwycenie zależności długości międzyfaz agrofenologicznych od przebiegu warunków termicznych i opadowych.

## MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano wyniki obserwacji agrofenologicznych ziemniaka średnio wczesnego z 27 stacji doświadczalnych COBORU w latach 1972-1995, obejmujące daty: sadzenia, wschodów, kwitnienia, usychania łętów i zbioru na obszarze całej Polski. Wszystkie wymienione agrofazy charakteryzowały daty pełni, czyli takie daty, w których co najmniej 50% roślin przechodziło ten etap rozwoju. Dane te zostały zebrane dla wzorca, którym były najbardziej rozpowszechnione w uprawie odmiany ziemniaka z grupy średnio wczesnych. Na podstawie wymienionych dat agrofenofaz obliczono długość międzyfaz ziemniaka: sadzenie-wschody, wschody-kwitnienie, kwitnienie-usychanie łętów, usychanie łętów-zbiór. Dane meteorologiczne wykorzystane w pracy pochodziły ze wszystkich stacji meteorologicznych, funkcjonujących przy stacjach doświadczalnych COBORU lub ze stacji meteorologicznych IMGW najbliższych położonych i zarazem najlepiej odzwierciedlającej warunki pogodowe przeprowadzanych doświadczeń. Dane meteorologiczne zebrano z Biuletynów Agrometeorologicznych (1972-1995), natomiast ze stacji COBORU – z Przeglądu Warunków Agrometeorologicznych (1972-1995). Przedmiotem analizy były zarówno warunki termiczne opisane średnią i maksymalną temperaturą powietrza z wysokości 200 cm, minimalną temperaturą powietrza z wysokości 5 cm oraz temperaturą gruntu na głębokości 5 cm, jak również warunki opadowe scharakteryzowane sumą opadów atmosferycznych, liczbą dni z opadem  $\geq 0,5$  mm i wskaźnikiem opadów:

$$WP = \frac{\sum P}{L} \quad (1)$$

gdzie: WP – wskaźnik opadów (w mm),  $\sum P$  – suma opadów (w mm),  $L$  – długość okresu (liczba dni), w przyjętych okresach agrofenologicznych z dokładnością do dekady.

Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie agrofenologii ziemniaka średnio wczesnego w Polsce, terminów sadzenia, wschodów, kwitnienia, usychania łętów i zbioru, przedstawiono graficznie na rysunku 1 i w tabeli 1. Zależność długości międzyfaz agrofenologicznych od warunków termicznych i opadowych określono współczynnikami determinacji, wyrażonymi w %. Opracowano równania regresji wielokrotnej, na podstawie których wyznaczono te czynniki meteorologiczne, które najsilniej oddziaływały na długość międzyfaz ziemniaka. W równaniach uwzględniono także terminy agrofaz oraz, jeśli był statystycznie istotny, ich trend czasowy. Dla zmiennych niezależnych zawartych w równaniach obliczono współczynniki korelacji cząstkowej i określono udział każdej ze zmiennych w kształtowaniu zmienności długości międzyfaz ziemniaka. Wszystkie analizy statystyczne wykonano przy użyciu programu STATISTICA 6.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W latach 1972-1995 większość z rozpatrywanych agrofaz ziemniaka średnio wczesnego (oprócz zbioru) charakteryzował trend ujemny, czyli obserwowano coraz wcześniejsze wystąpienie kolejnych agrofaz (tab. 1).

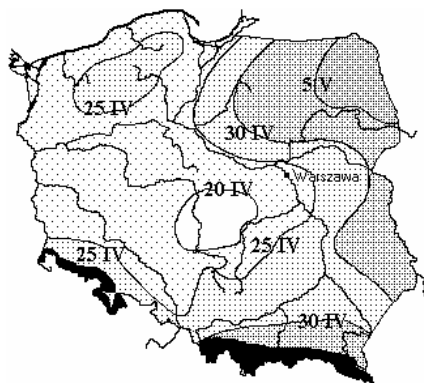
**Tabela 1.** Charakterystyka statystyczna dat faz agrofenologicznych ziemniaka średnio wczesnego w Polsce. Lata 1972-1995

**Table 1.** Statistical characteristics of dates of agrophenological stages of medium early potato in Poland in the years 1972-1995

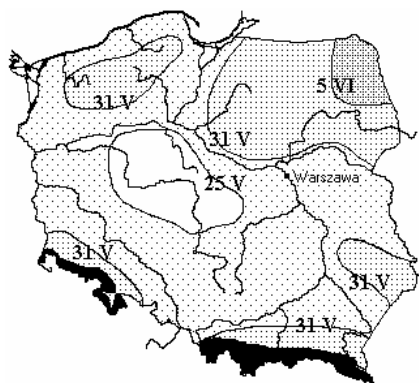
Agrofaza – Agrophase	Data – Date			Odchylenie standardowe Standard deviation	Trend liniowy Linear trendline
	Średnia Average	Najwcześniejsza /rok wystąpienia The earliest date / year	Najpóźniejsza/rok wystąpienia The latest date / year		
Sadzenie – Planting	24. 04	16. 04 / 1990	1. 05 / 1980	8,4	-0,18**
Wschody – Emergence	27. 05	18. 05 / 1990	7. 06 / 1980	7,2	-0,22**
Kwitnienie – Flowering	5. 07	26. 06 / 1990	15. 07 / 1980	7,8	-0,34**
Usychanie łędów Haulm drying	24. 08	17. 08 / 1982	4. 09 / 1976	10,7	-0,17**
Zbiór – Harvest	19. 09	10. 09 / 1973	29. 09 / 1976	11,6	n.s.

\*\* współczynnik korelacji istotny przy  $p = 0,01$  – correlation coefficient significant at  $p = 0,01$ , n.s. – współczynnik korelacji nieistotny przy  $p = 0,1$  – correlation coefficient insignificant at  $p = 0,1$ .

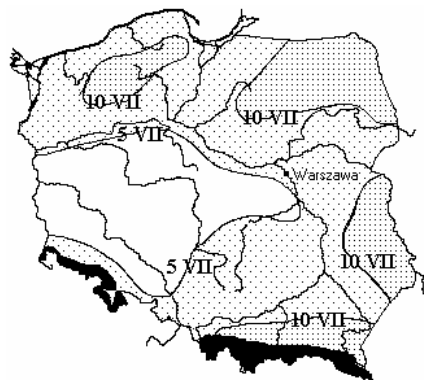
Ziemniaki na większości obszaru Polski sadzono przeciętnie w 3 dekadzie kwietnia, średnio 24 kwietnia. Najwcześniej sadzono, średnio przed 20 kwietnia, w centralnej Polsce, najpóźniej, średnio po 5 maja, w północno-wschodniej części kraju (rys. 1). W kolejnych latach rozpatrywanego wielolecia przeciętna najwcześniejsza data sadzenia to 16 kwietnia w 1990 r., natomiast przeciętnie najpóźniejsza to 1 maja w roku 1980. W badaniach Kosińskiej [6], na podstawie obserwacji fenologicznych z lat 1949-1958 stwierdzono, że sadzenie ziemniaka średnio wczesnego w Polsce odbywało się przeciętnie najwcześniej przed 20 kwietnia, a najpóźniej po 10 maja. W opracowaniu pod redakcją Zielińskiego [11] podano średnie daty sadzenia ziemniaka w latach 1951-1965 pomiędzy 20 kwietnia a 16 maja. W porównaniu z obserwacjami z lat 1972-1995 nie zmienił się termin początku sadzenia ziemniaka w środkowej Polsce, natomiast przyspieszeniu o około 5 dni uległo sadzenie na wschodzie kraju. Średnie terminy sadzenia ziemniaka średnio wczesnego z lat 1972-1985 przedstawione w pracy Koźmińskiego i in. [7] zasadniczo nie odbiegają od prezentowanych obecnie. W opracowaniu dla lat 1972-1995 na uwagę zasługuje przesunięcie na wschód, po linię dolnego i środkowego biegu Wisły, terenów, na których ziemniak był sadzony przed 25 kwietnia oraz przesunięcie obszaru najwcześniejszego sadzenia ziemniaka ku centrum kraju.



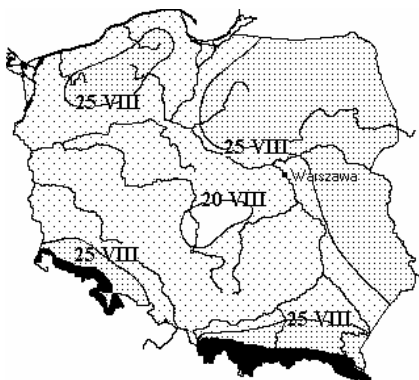
Sadzenie – Planting



Wschody – Emergence



Kwitnienie – Flowering



Usychanie łęgów – Haulm drying



Zbiór – Harvest

**Rys. 1** Średnie daty faz agrofenologicznych ziemniaka średnio wczesnego w Polsce. Lata 1972-1995

**Fig. 1.** Mean dates of agrophenological phases of medium early potato in Poland in the years 1972-1995

Wschody roślin ziemniaka następowały około miesiąc po sadzeniu, przeciętnie w 3 dekadzie maja. Najwcześniej, średnio przed 25 maja, wschody obserwowano na Pojezierzu Wielkopolskim, najpóźniej natomiast w północno-wschodniej Polsce, średnio po 5 czerwca, tak więc zróżnicowanie przestrzenne terminu wschodów na obszarze całej Polski nie przekraczało około dwóch tygodni. W roku 1990 ziemniaki wzeszły średnio już 18 maja, natomiast najpóźniejsze wschody roku 1980 zanotowano średnio dopiero 7 czerwca. W porównaniu do opracowań Kosińskiej [6] i Zielińskiego [11] wydłużeniu, o 5-10 dni, uległ okres od sadzenia do wschodów, co mogło być spowodowane wcześniejszymi terminami sadzenia. W obydwu wymienionych pracach podano, że ziemniaki rozpoczynały wschody już przed 15 maja, natomiast najpóźniej, po 5 czerwca, co nie odbiega od wyników uzyskanych dla lat 1972-1995.

Kolejną fenofazę, pełnię kwitnienia, ziemniaki rozpoczynały przeciętnie 40-45 dni po wschodach, na przeważającej części kraju w 1 dekadzie lipca. Różnica między skrajnymi średnimi terminami tej fazy na obszarze Polski wyniosła około dwóch tygodni. Najwcześniej, średnio przed 5 lipca, ziemniaki rozpoczynały pełnię kwitnienia w zachodniej i środkowej części Niżu Polskiego, najpóźniej, średnio po 10 lipca, wystąpienie tej fenofazy odnotowano w środkowej części Pojezierza Pomorskiego oraz na Polesiu, Wyżynie Lubelskiej, Pogórzu Karpackim i w północno-wschodniej Polsce. Podobnie, jak w przypadku sadzenia i wschodów, lata wystąpienia skrajnych przeciętnych dat kwitnienia to rok 1990 (najwcześniejsze, średnio 26 czerwca) i rok 1980 (najpóźniejsze, średnio 15 lipca). W badaniach Kosińskiej [6] i Zielińskiego [11] ziemniak rozpoczynał kwitnienie około 10 dni wcześniej, już przed 25 czerwca, natomiast najpóźniej rozpoczęcie tej fazy obserwowano po 15 lipca [6], a nawet po 20 lipca [11]. W porównaniu do badań z lat 1972-1995, zróżnicowanie przestrzenne terminu kwitnienia na obszarze Polski zmniejszyło się z ponad 25 dni do około 14.

Usychanie łętów na większości obszaru Polski występowało przeciętnie w 3 dekadzie sierpnia. Najwcześniej, średnio przed 20 sierpnia, faza ta wystąpiła w centralnej części kraju, a więc tam, gdzie najwcześniej dokonywano sadzenia. Najpóźniej, średnio po 25 sierpnia, usychanie łętów zaobserwowano na wschód od linii Wisły, w środkowej części Pojezierza Pomorskiego i w południowej części kraju. W kolejnych latach analizowanego wielolecia przeciętna najwcześniejsza data usychania łętów to 17 sierpnia w 1982 r., natomiast przeciętna najpóźniejsza, 4 września, przypadła w roku 1976.

Ziemniaki w całej Polsce zbierano przeciętnie w 2 i 3 dekadzie września, średnio 19 września. Najwcześniej, przeciętnie przed 20 września, zbiorów dokonywano w zachodniej i środkowej Polsce, nieco później, średnio po 25 września, zbiory odbywały się w południowo-wschodniej i północno-wschodniej części kraju. W latach 1972-1995 najwcześniej ziemniaki zebrano w 1973 roku, średnio 10 września, najpóźniejszą średnią datą zbiorów był 29 września w roku 1976. W opracowaniach

Kosińskiej [6] i Zielińskiego [11] zbiory w całej Polsce przypadały również na wrzesień, przy czym najwcześniej prace polowe prowadzone były już w pierwszej dekadzie tego miesiąca.

Średnia długość międzyfaz w latach 1972-1995 wyniosła od 33 dni dla okresu sadzenie-wschody do 50 dni dla okresu kwitnienie – usychanie łętów (tab. 2). Długość międzyfazy kwitnienie – usychanie łętów była, w porównaniu z innymi międzyfazami, najbardziej zróżnicowana w kolejnych latach (rozstęp = 65 dni). Tylko w przypadku międzyfazy wschody-kwitnienie stwierdzono statystycznie istotny, ujemny, trend liniowy.

**Tabela 2.** Charakterystyka statystyczna długości międzyfaz ziemniaka średnio wczesnego w Polsce. Lata 1972-1995

**Table 2.** Statistical characteristics of interphases duration of medium early potato in Poland in the years 1972-1995

Międzyfaza Interphase	Średnia długość Mean duration	Rozstęp Range	Odchylenie standardowe Standard deviation	Trend liniowy Linear trendline
Sadzenie-wschody Planting-emergence	33	36	6,0	n.s.
Wschody-kwitnienie Emergence-flowering	38	31	4,5	-0,24**
Kwitnienie-usychanie łętów Flowering-haulm drying	50	65	10,8	n.s.
Usychanie łętów-zbiór Haulm drying-harvest	26	63	10,3	n.s.

Objaśnienia jak w tab.1 – Explanations, see table 1.

Jak wynika z tabeli 3, w okresie od sadzenia do zbioru rosnące wartości temperatury gruntu, temperatury powietrza i temperatury minimalnej skracają długość kolejnych międzyfaz ziemniaka, natomiast rosnące wartości sumy opadów i liczby dni z opadem  $\geq 0,5$  mm – wydłużają. Spośród rozpatrywanych związków długości międzyfaz ziemniaka i czynników termicznych, najsilniejszą zależność stwierdzono w okresie sadzenie-wschody, przede wszystkim od średniej temperatury powietrza ( $R^2 = 44,7\%$ ). Wpływ średniej temperatury powietrza i średniej temperatury gruntu na długość międzyfazy malał wraz z przebiegiem wegetacji ziemniaka, aż do daty zbioru, dla której współczynnik determinacji dla temperatury gruntu wyniósł 1,0%. Temperatura maksymalna powietrza w początkowym okresie rozwoju ziemniaka była, podobnie jak inne rozpatrywane czynniki termiczne, skorelowana ujemnie z długością międzyfazy, natomiast dla międzyfaz od kwitnienia do zbioru stwierdzono korelację dodatnią. Warunki opadowe statystycznie istotnie, dodatnio oddziaływały w okresie od sadzenia do zbioru na wszystkie kolejne agrofazy i były

głównym czynnikiem meteorologicznym oddziałującym na długość międzyfaz: wschody-kwitnienie, kwitnienie-usychanie łętów oraz usychanie łętów-zbiór. Długość okresów wschody-kwitnienie, kwitnienie-usychanie łętów i usychanie łętów-zbiór była najsilniej, istotnie skorelowana z liczbą dni z opadem  $\geq 0,5$  mm ( $R^2$  wyniósł odpowiednio: 19,2, 43,0 i 47,1%). Liczba dni z opadem  $\geq 0,5$  mm była także najsilniej skorelowanym czynnikiem opadowym z długością międzyfazy sadzenie-wschody ( $R^2 = 25,1\%$ ). Pomimo, że długość okresu usychanie łętów-zbiór jest głównie związana z kalendarzem prac polowych, zależność długości tej międzyfazy od czynników pogodowych, szczególnie opadowych, okazała się nadspodziewanie silna.

**Tabela 3.** Zależność długości międzyfaz ziemniaka średnio wczesnego od warunków termicznych i opadowych w Polsce. Lata 1972-1995

**Table 3.** Dependence of duration of interphases of medium early potato on thermal and precipitation conditions in Poland in the years 1972-1995

Międzyfaza Interphase	Czynnik – Factor						
	<i>Tg</i>	<i>T</i>	<i>Tmn</i>	<i>Tmx</i>	<i>P</i>	<i>WP</i>	<i>Lp</i>
Sadzenie-wschody	–**	–**	–**	–**	+**	+*	+**
Planting-emergence	(39,0)	(44,7)	(17,9)	(9,0)	(8,0)	(1,2)	(25,1)
Wschody-kwitnienie	–**	–**	–*		+**	+**	+**
Emergence-flowering	(6,0)	(6,8)	(0,8)	n.s.	(11,9)	(5,7)	(19,2)
Kwitnienie-usychanie łętów	–**	–**	–**	+**	+**	+**	+**
Flowering- haulm drying	(4,6)	(5,5)	(17,1)	(2,1)	(16,1)	(2,8)	(43,0)
Usychanie łętów-zbiór	–*	n.s.	–**	+**	+**	+**	+**
Haulm drying-harvest	(1,0)		(10,2)	(5,5)	(30,8)	(2,6)	(47,1)

*Tg* – temperatura gleby (°C) na głębokości 5 cm – soil temperature (°C) at 5 cm below the surface, *T* – średnia temperatura powietrza (°C) – mean air temperature (°C), *Tmn* – minimalna temperatura powietrza (°C) – minimal air temperature (°C), *Tmx* – maksymalna temperatura powietrza (°C) – maximal air temperature (°C), *P* – suma opadów (mm) – precipitation sum (mm), *WP* – wskaźnik opadów (mm) – precipitation index (mm), *Lp* – liczba dni z opadem  $\geq 0,5$  mm – number of days with precipitation  $\geq 0,5$  mm, –/+ – kierunek zależności – direction of dependence, w nawiasie – współczynnik determinacji (%) – in parentheses determination coefficient (%), n.s. – brak istotnej zależności na poziomie  $p = 0,1$  – non-significant at  $p = 0,1$ , \*\* – zależność istotna przy  $p = 0,01$  – significant at  $p = 0,01$ , \* – zależność istotna przy  $p = 0,05$  – significant at  $p = 0,05$

Po określeniu zależności długości międzyfaz ziemniaka od daty początku międzyfazy, okazało się, że długość międzyfazy sadzenie-wschody zależała w 30% od terminu sadzenia. Zależność długości międzyfaz kwitnienie-usychanie łętów i usychanie łętów-zbiór od daty początku międzyfazy wyniosła odpowiednio 14,5% i 15,4%, natomiast w przypadku międzyfazy wschody-kwitnienie była znacznie mniejsza i wyniosła tylko 3,1%.

Do określenia kompleksowej zależności długości międzyfaz ziemniaka średnio wczesnego od początku międzyfazy oraz od warunków termicznych i opadowych zastosowano analizę regresji krokowej postępującej, w której wstępnie wykorzystano wszystkie rozpatrywane czynniki agrometeorologiczne i agrofenologiczne wraz z trendem czasowym w okresie od sadzenia do zbioru tej rośliny, niezależnie od tego, czy w regresji pojedynczej ich wpływ na agrofazy był statystycznie istotny, czy nieistotny. W prezentowanych równaniach (tab. 4), które uznano za ostateczne, wszystkie zmienne są statystycznie wysoce istotne i spełniają warunek koincydencji znaków, a stopień dopasowania równań wyniósł od 32,7% do 59,3%.

**Tabela 4.** Zależność długości międzyfaz ziemniaka średnio wczesnego od terminu początku agrofazy oraz od warunków termicznych i opadowych w latach 1972-1995

**Table 4.** Dependence of interphases duration of medium early potato on the time of the beginning of interphase, and on thermal and precipitation conditions in the years 1972-1995

Międzyfaza Interphase	Równanie regresji Regression equation	R <sup>2</sup>	F	Sy	S
S – w	$y = 65,49 - 0,17s^{**} - 1,31T^{***} + 0,39Lp^{**}$ (8,5) (19,9) (12,5)	55,5	206,4	2,7	6,0
W – k	$y = 460,809 - 0,204r^{***} - 0,14w^{**} - 0,33Tmn^{***} + 0,37Lp^{**}$ (8,3) (6,9) (4,0) (23,5)	32,7	60,2	3,7	4,5
K – u	$y = 121,74 - 0,46k^{**} - 1,37Tmn^{**} + 1,032Lp^{**}$ (20,8) (13,9) (39,5)	59,3	241,5	6,9	10,8
U – z	$y = 159,31 - 0,51u^{**} - 1,33Tg^{**} + 1,021Lp^{**}$ (20,4) (7,8) (29,3)	58,9	237,1	6,6	10,3

Daty agrofaz/agrophases dates: s – sadzenie/planting, w – wschody/emergence, k – kwitnienie/flowering, u – usychanie łęgów/haulm drying, z – zbiór/harvest; r – kolejne lata 1972-1995 – successive years 1972-1995; R<sup>2</sup> – współczynnik determinacji (%) /determination coefficient (%); F – test Snedecora /test of Snedecor; Sy – błąd równania regresji (dzień)/regression equation error (day); S – odchylenie standardowe (dzień)/standard deviation (day); w nawiasie – kwadrat współczynnika korelacji cząstkowej zmiennych x, y (%) – in parentheses square of partial correlation coefficient of x, y variables (%).

Pozostałe objaśnienie jak w tab. 3. Other explanations, see Table 3.

We wszystkich równaniach uwzględniono termin początku międzyfazy i liczbę dni z opadem  $\geq 0,5$  mm w okresie poprzedzającym daną agrofazę. Długość międzyfazy sadzenie-wschody opisana została w 55,5% przez średnią temperaturę powietrza, która była głównym czynnikiem kształtującym zmienność długości okresu sadzenie – wschody ( $r^2 = 19,9\%$ ), liczbę dni z opadem  $\geq 0,5$  mm ( $r^2 = 12,5\%$ ) oraz datę sadzenia ( $r^2 = 8,5\%$ ). Zmienność długości międzyfazy wschody-kwitnienie określono w 32,7%, uwzględniając w równaniu regresji oprócz daty wschodów i liczby dni z opadem  $\geq 0,5$  mm, także trend długości tej międzyfazy i temperaturę minimalną powietrza. Udział liczby dni z opadem w kształtowaniu zmienności długości międzyfazy wschody-kwitnienie był najwyższy i wyniósł 23,5%, trendu długości międzyfazy



wyniósł 8,3%, terminu wschodów 6,9%, a temperatury minimalnej 4%. Długość międzyfazy kwitnienie – usychanie łętów opisano w 59,3%, gdy w równaniu uwzględniono datę kwitnienia ( $r^2 = 20,8\%$ ), liczbę dni z opadem  $\geq 0,5$  mm ( $r^2 = 39,5\%$ ) i temperaturę minimalną powietrza z okresu kwitnienie-usychanie łętów ( $r^2 = 13,9\%$ ). Długość międzyfazy usychanie łętów-zbiór opisano w 58,9%, a w równaniu regresji wraz z liczbą dni z opadem  $\geq 0,5$  mm ( $r^2 = 29,3\%$ ), datą usychania łętów ( $r^2 = 20,4\%$ ), uwzględniono także temperaturę gruntu na głębokości 5 cm w okresie od usychania łętów do zbioru ( $r^2 = 7,8\%$ ). Z wyjątkiem międzyfazy sadzenie-wschody, głównym czynnikiem oddziałującym na długość kolejnych międzyfaz ziemniaka, podobnie jak w korelacjach pojedynczych, była liczba dni z opadem  $\geq 0,5$  mm.

#### WNIOSKI

1. Na terenie Polski występuje prawie trzytygodniowe zróżnicowanie przestrzenne agrofaz ziemniaka średnio wczesnego, przy czym największą zmiennością, ponad trzytygodniową, charakteryzuje się termin sadzenia, natomiast najmniejszą, ponad dwutygodniową, terminy usychania łętów i zbioru.

2. W kompleksie czynników agrometeorologicznych i agrofenologicznych determinujących rozwój ziemniaka średnio wczesnego w Polsce największą rolę odgrywa liczba dni z opadem  $\geq 0,5$  mm oraz termin początku międzyfazy.

3. Długość międzyfaz ziemniaka średnio wczesnego można opisać równaniami regresji, uwzględniającymi czynniki agrometeorologiczne i termin początku międzyfazy, z dokładnością od 32,7% do 59,3%, przy czym najslabszy opis dotyczy międzyfazy wschody-kwitnienie, a najlepszy – długości międzyfazy kwitnienie-usychanie łętów.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Ahn J., Lee J., Yun J., Hahm Y., Shin K.:** Modelling of potato growth and yield based on meteorological information, II. Statistical modelling, *J. Agric. Sci.*, 38(2), 345-352, 1996.
2. Biuletyny Agrometeorologiczne, IMGW, Warszawa, 1972-1996.
3. **Błoch Z., Faber A., Demidowicz G., Kamasa J.:** Zastosowanie modelu WOFOST do symulacji wzrostu i plonowania ziemniaków uprawianych w Polsce, II. Weryfikacja modeli, *Fragm. Agron.*, 54(2), 96-101, 1997.
4. **Grabowski J.:** Meteorologiczne warunki plonowania ziemniaka w Polsce północno-wschodniej. Rozprawy i Monografie, 45, Wyd. UW-M, Olsztyn, 2001.
5. **Kalbarczyk R.:** Wzrost i rozwój ziemniaków średnio późnych i późnych w rejonie Koszalina w zależności od warunków pogodowych. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 209 *Agricultura* 83, 37-50, 2000.
6. **Kosińska T.:** Okres wegetacyjny ziemniaka (*Solanum tuberosum*) w Polsce. *PIHM*, 72, 33-46, 1960.
7. **Koźmiński C., Michalska B., Czarnecka M.:** Ekstremalne warunki pogodowe. W: Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. *Red. J. Dzieżyc*, 194-241, 1993.
8. Przegląd Warunków Agrometeorologicznych, COBORU, Słupia Wielka 1972-1995.
9. **Sokołowska J.:** Pojawy fenologiczne świata roślinnego w Polsce. IMGW, Warszawa, 1980.
10. **Wolf J., Oijen M. van:** Modelling the dependence of European potato yields on changes in climate and CO<sub>2</sub> Agric. *Forest Meteorol.*, 112, 217-231, 2002.
11. **Zieliński J. (red.):** Warunki agroklimatyczne Polski. IMGW, Warszawa, 1986.

## INFLUENCE OF THERMAL AND PRECIPITATION CONDITIONS ON AGROPHENOLOGY OF MEDIUM EARLY POTATO IN POLAND

*Eliza Kalbarczyk, Robert Kalbarczyk*

Department of Meteorology and Climatology, University of Agriculture  
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-469 Szczecin  
e-mail: elizkalb@agro.ar.szczecin.pl

**Abstract.** On basis of agrophenological observations from 27 experiment stations for cultivar assessment COBORU (Research Centre For Cultivar Testing), which consisted of dates of potato planting, emergence, flowering, haulm drying, harvest, established for the medium early potato standard, the variability in time and space of the agrophenological stages of that plant in Poland was assessed. The dependence of the interphases duration of potato on temperature and precipitation in the years 1972-1995 was also assessed. In Poland, the difference in the appearance of potato growth stages in various parts of the country is almost 3 weeks. The greatest differences (over 3 weeks) pertain to the time of seeding, the smallest (about 2 weeks) time of haulm drying and harvest. The duration of interphases of medium early potato can be described by agrometeorological factors and time of the beginning of the interphase from 32.7 to 59.3%, the poorest description pertaining to the duration of interphase emergence-flowering, the best – interphase flowering-haulm drying.

**Key words:** medium early potato, interphase, thermal and precipitation conditions