

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY POZIOMEM PLONOWANIA A AGROFENOLOGIĄ PÓŹNYCH ODMIAN ZIEMNIAKA W POLSCE

Robert Kalbarczyk

Streszczenie. W pracy określono zależność plonu późnych odmian ziemniaka od faz rozwojowych i długości okresów agrofenologicznych w latach 1972-1995. Podjęto również próbę określenia zmniejszenia plonu ziemniaka spowodowanego opóźnieniem sadzenia oraz terminów wschodów i kwitnienia. Zależność tę opisano za pomocą analizy skupień oraz analizy regresji pojedynczej i wielokrotnej liniowej, stosując program STATISTICA 5. Największy negatywny wpływ na plonowanie ziemniaka wywiera termin wschodów. Dziesięciodniowe opóźnienie wschodów, w stosunku do terminu przeciętnego, może powodować zmniejszenie plonu od 15% w centralnej i środkowozachodniej Polsce do 25% w części północno-wschodniej. Dziesięciodniowe opóźnienie terminów sadzenia, wschodów i kwitnienia występuje najczęściej na wschodzie kraju, najrzadziej natomiast – w środkowozachodniej części kraju.

Słowa kluczowe: ziemniak późny, zmniejszenie plonu, agrofenologia, Polska

WSTĘP

Agrotechnika jest jednym z lepiej poznanych czynników kształtujących zmienność plonu ziemniaka. Termin sadzenia ziemniaka wymienia się w literaturze jako najważniejszy czynnik agrotechniczny niezwiązany z nakładami, a decydujący o wielkości i jakości plonu bulw [Roztropowicz i Wardzyńska 1975, Roztropowicz 1976, Paprocki i in. 1977, Gronowicz i in. 1992, Zielińska i Gronowicz 1992, Śnieg i Ludko 1995]. Niemal wszyscy autorzy zgodnie podkreślają negatywny wpływ opóźnionego terminu sadzenia na wielkość plonu, czego konsekwencją jest przesunięcie w czasie kolejnych faz rozwojowych i skrócenie okresu gromadzenia plonu. Według Gronowicz i in. [1992], opóźnienie terminu sadzenia ziemniaka o 14 i 28 dni zmniejsza plon suchej masy odpowiednio o 11 i 28%. Zbyt późne sadzenie ziemniaka obniża plony w znacznie większym stopniu niż sadzenie przed optymalnym terminem. Optymalny termin sadzenia ziemniaka wpływa na wyższe plony, większą zawartość skrobi i suchej masy w bulwach, niższy poziom cukrów prostych oraz lepszą zdrowotność bulw [Prośba-Białczyk 1991]. Zdaniem Koźmińskiego i in. [1993] czynnikiem ograniczającym zbyt wczesne sadzenie ziemniaka jest przede wszystkim temperatura gleby – zbyt niska opóźnia wschody. W Polsce późne odmiany ziemniaka sadi się najczęściej w okresie od 20 kwietnia do 10

maja, najwcześniej w środkowozachodniej części kraju, najpóźniej – w północno-wschodniej [Roztropowicz i Wardzyńska 1975, Praca zbiorowa 2001]. Optymalne terminy sadzenia mogą się jednak różnić w zależności od warunków meteorologicznych w poszczególnych latach.

W większości prac przedmiotem badań był przede wszystkim związek pomiędzy plonami ziemniaka a terminem sadzenia [Roztropowicz 1971, Paprocki i in. 1977, Śnieg i Ludko 1995], pomijano natomiast wpływ opóźnienia kolejnych faz fenologicznych. Dlatego w poniższej pracy podjęto próbę oceny zależności między plonem późnych odmian ziemniaka a datami faz i okresami agrofenologicznymi oraz określenia potencjalnego obniżenia plonu z powodu opóźnienia terminów sadzenia oraz wschodów i kwitnienia.

MATERIAŁ I METODY

Do analizy wykorzystano dane agrofenologiczne dotyczące dat faz i długości okresów rozwojowych średnio późnych i późnych odmian ziemniaka w latach 1972-1995, pochodzące z 23 Stacji COBORU. Materiały podstawowe obejmowały łącznie obie grupy wczesności, dlatego nie można było scharakteryzować każdej grupy z osobna. W pracy uwzględniono daty następujących agrofaz fenologicznych ziemniaka: sadzenia, wschodów, kwitnienia, zasychania łęgów i zbioru. Wszystkie wymienione agrofazy obejmowały daty pełni, czyli takie, w których co najmniej 50% roślin przechodziło ten etap rozwoju. Materiały wyjściowe zebrano dla wzorca, który tworzyły najbardziej rozpowszechnione w uprawie odmiany ziemniaka danej grupy wczesności analizowane w poszczególnych latach. Liczebność materiałów podstawowych (liczba stacji \times ilość lat) wynosiła 513 elementów. Doświadczenia z obydwoma grupami wczesności obejmowały materiał 24-letni z 14 stacji i 20-23-letni z pozostałych 9 stacji. Brak pozostałych obserwacji był spowodowany dyskwalifikacją doświadczeń z powodu dużego porażenia ziemniaka chorobami, wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych (wpływających na przykład na przemarznięcie liści) lub niedostatecznej obsady roślin [Syntezy Wyników ... 1972-1995].

Przyjęty w pracy okres badań (lata 1972-1995) wynikał z dostępności obserwacji z doświadczalnictwa polowego. Od 1995 roku znacznie zmniejszono liczbę stacji COBORU na terenie kraju [Syntezy Wyników ... 1972-1995].

Ze względu na małą ilość stacji i jednocześnie dużą mikroregionalną zmienność warunków meteorologicznych z opracowania wyeliminowano obszary górskie położone w granicach administracyjnych 5 byłych województw: jeleniogórskiego, wałbrzyskiego, bialsko-bielskiego, nowosądeckiego i krośnieńskiego.

Do określenia zależności plonu ziemniaka od dat wystąpienia faz i ich długotrwałości wykorzystano analizę regresji, której parametry zostały wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów. Hipotezę o istotności funkcji regresji, tzn. współczynnika korelacji, zbadano testem F-Snedecora, natomiast istotność współczynników regresji przeprowadzono za pomocą testu t-Studenta. Za miarę dopasowania funkcji regresji do danych empirycznych posłużyły współczynnik determinacji R^2 (%) i błąd równania regresji S_y ($\text{dt} \cdot \text{ha}^{-1}$). W pracy zastosowano również hierarchiczną analizę skupień, która została wykorzystana do pogrupowania lat (od 1972 do 1995) w trzy zbiory w zależności od dat faz i długości okresów agrofenologicznych. W zastosowanej metodzie funkcją podobieństwa była geometryczna odległość euklidesowa, a metodą grupowania – hierarchiczny algorytm J.H. Warda [Parysek 1980]. Wszystkie analizy statystyczne wykonano przy użyciu programu STATISTICA 5.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki analizy korelacji zamieszczone w tabeli 1 wskazują na statystycznie istotną zależność plonu późnych odmian ziemniaka od terminów wystąpienia faz i ich długości.

Tabela 1. Istotność korelacji między plonem a wystąpieniem faz rozwojowych i długością okresów agrofenologicznych późnych odmian ziemniaka w latach 1972-1995
Table 1. Significance of the correlation between the yield and the occurrence of development stages and long duration of agrophenological periods in late potato cultivars over 1972-1995

Faza – Stage	Długość – Duration	Wpływ – Effect	R ²
Sadzenie – Planting		– ***	38,1
Wschody – Emergence		– ***	29,1
Kwitnienie – Flowering		– ***	28,2
Usychanie łętów – Haulm drying		+ ***	20,2
Zbiór – Harvest		•	•
	Sadzenie – wschody Planting – emergence	– ***	21,8
	Wschody – kwitnienie Emergence – flowering	•	•
	Kwitnienie – usychanie łętów Flowering – haulm drying	+ ***	24,8
	Usychanie łętów – zbiór Haulm drying – harvest	– ***	14,2
	Sadzenie – usychanie łętów Planting – haulm drying	+ ***	21,3
	Sadzenie – zbiór Planting – harvest	+ ***	18,4

–/+ wpływ ujemny/dodatni – negative/positive effect

R² – współczynnik determinacji – determination coefficient, %

• brak istotnego wpływu na poziomie $\alpha = 0,1$ – non-significant at $\alpha = 0.1$

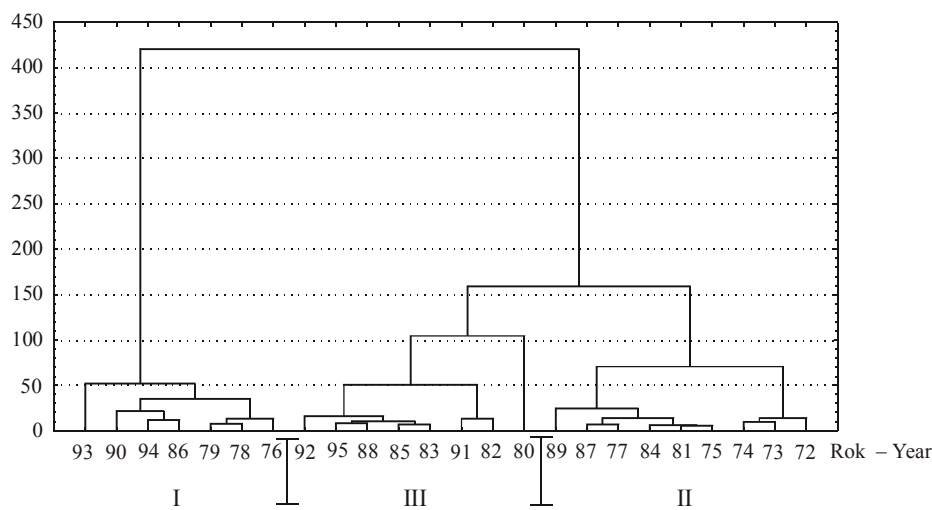
*** wpływ istotny przy $\alpha = 0,01$ – significant at $\alpha = 0.01$

Terminy sadzenia, wschodów i kwitnienia mają większy wpływ na plony ziemniaka niż zasychania łętów i zbioru. Opóźnienie terminów sadzenia, wschodów i kwitnienia obniża plony ziemniaka, zaś opóźnienie fazy zasychania łętów ma pozytywny wpływ na wielkość plonu. Plon ziemniaka zdecydowanie najsilniej determinuje data sadzenia – R² około 38%. Przedstawione wyniki dotyczące zależności plonu bulw ziemniaka od terminów większości agrofenofaz, głównie od terminu sadzenia, nie odbiegają od prezentowanych w literaturze [Paprocki i in. 1977, Śnieg i Ludko 1995]. W naszych warunkach klimatycznych w praktyce mamy najczęściej do czynienia z opóźnionym terminem sadzenia w stosunku do optymalnego. Przyczynami opóźnienia sadzenia ziemniaka są na ogół niekorzystne warunki meteorologiczne i względy organizacyjne. Jak wynika z badań Koźmińskiego i Górki [1983], z uwagi na przeciętne warunki termiczne i opadowe w warunkach Pomorza Środkowego należałoby przyspieszyć terminy sadzenia ziemniaka o około 10 dni w porównaniu z obecnymi. W przeciwieństwie do poglądów prezentowanych w literaturze krajowej [Prośba-Białczyk 1988, Sawicka i Skalski 1992] w przedstawionej pracy nie udało się potwierdzić statystycznie istotnego oddziaływania terminu

zbioru na plony. Opinie wymienionych wyżej autorów o istotnej zależności plonu od dat zbioru były jednak oparte na wynikach doświadczeń z założonymi na wstępie 3-4 terminami zbioru, czyli ukierunkowanych na zbadanie tej relacji. Z wyników zawartych w tabeli 1 wynika natomiast, że im dłuższy okres wegetacji ziemniaka, i to zarówno od sadzenia do zasychania łętów, jak i od sadzenia do zbioru, tym większe plony ziemniaka. Wśród okresów agrofenologicznych składających się na okres wegetacji ziemniaka, korzystny wpływ na wielkość plonu wywiera także wydłużenie okresu kwitnienia – zasychanie łętów. Obniżenie plonu jest spowodowane przede wszystkim krótkim okresem od sadzenia do wschodów, a także skróceniem okresu od zasychania łętów do zbioru.

W celu potwierdzenia i uściślenia stwierdzonych korelacji podjęto dodatkową próbę opisaną plonu ziemniaka w zależności od przebiegu agrofaz rozwojowych. Za pomocą metody hierarchicznej analizy skupień pogrupowano lata od 1972 do 1995 na podstawie podobieństwa dat faz i długości wszystkich okresów agrofenologicznych. Analizowano zatem 11 cech (5 dotyczących dat faz i 6 długości okresów) charakteryzujących okres rozwojowy ziemniaka w skali całego kraju. Przedstawiony na rysunku 1 dendrogram pozwolił wydzielić trzy wyraźne grupy lat ze względu na podobieństwo analizowanych cech. Pierwsza z nich obejmuje 7 lat, druga 9, natomiast trzecia grupa – 8 lat. Następnie dla każdej wyodrębnionej grupy obliczono średnią wartość plonu późnych odmian ziemniaka oraz średnie daty faz i długość okresów agrofenologicznych.

Euklidesowa odległość wiązania
Euclidean linkage distance



Rys. 1. Dendrogram dla lat o podobnej strukturze czasowej dat faz i okresów agrofenologicznych późnych odmian ziemniaka w Polsce w latach 1972-1995

Fig. 1. Dendrogram for the years of similar time structure of stage dates and agrofenological periods in late potato cultivars in Poland over 1972-1995

Jak wskazują wyniki zawarte w tabeli 2, największe plony uzyskano w I grupie, natomiast najmniejsze – w grupie III. Grupa I wyróżniała się wcześniejszymi terminami sadzenia, wschodów i kwitnienia, natomiast późniejszymi – zasychania łętów i zbioru.

Przykładowo w latach o dużych plonach, przekraczających $362 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, ziemniaki wysadzano przeciętnie 23 kwietnia, czyli o 6 dni wcześniej niż w grupie III, w której przeciętne plony wynosiły $276 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wyniki świadczące o dobrym plonowaniu ziemniaka w latach o wcześniejszych terminach sadzenia są zbieżne z uzyskanymi przez Śnieg i Ludko [1995] oraz Zielińską i Gronowicz [1992]. Przeprowadzona analiza wykazała również, że dużym plonom ziemniaka sprzyjały dłuższe okresy: kwitnienie – zasychanie łętów, sadzenie – zasychanie łętów i sadzenie – zbiór, natomiast krótsze: sadzenie – wschody i zasychanie łętów – zbiór. Duże różnice w wielkości plonu pomiędzy wyodrębnionymi grupami lat, od 38 do $48 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, przy zaledwie kilkudniowych różnicach w terminach i długościach poszczególnych agrofenofaz, wynikają z pewnością z oddziaływania wielu innych czynników nie ujętych w poniższej analizie.

Tabela 2. Grupy lat o podobnej strukturze czasowej dat faz i długości okresów agrofenologicznych późnych odmian ziemniaka w Polsce w latach 1972-1995

Table 2. Years groups of a similar time structure of the dates of stages and length of agrophenological periods in late potato cultivars in Poland over 1972-1995

Czynnik agrofenologiczny Agrophenological factor	Grupa lat – Years group		
	I	II	III
Średni plon – Mean yield, $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$	362	314	276
Faza – Stage			
Sadzenie – Planting	23 IV	26 IV	29 IV
Wschody – Emergence	27 V	29 V	31 V
Kwitnie – Flowering	4 VII	7 VII	10 VII
Usychanie łętów – Haulm drying	7 IX	3 IX	11 X
Zbiór – Harvest	9 X	6 X	4 X
Długość okresu, dni – Period duration, days			
Sadzenie – wschody Planting – emergence	30	33	35
Wschody – kwitnienie Emergence – flowering	39	40	38
Kwitnienie – usychanie łętów Flowering – haulm drying	64	57	54
Usychanie łętów – zbiór Haulm drying – harvest	29	32	34
Sadzenie – usychanie łętów Planting – haulm drying	133	130	127
Sadzenie – zbiór Planting – harvest	165	162	159

I – lata – years: 1976, 1978, 1979, 1986, 1990, 1993, 1994

II – lata – years: 1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1981, 1984, 1987, 1989

III – lata – years: 1980, 1982, 1983, 1985, 1988, 1991, 1992, 1995

Jak wskazano we wstępie, w większości prac innych autorów przedmiotem badań była przede wszystkim zależność plonu od terminu sadzenia ziemniaka [Paprocki i in. 1977, Śnieg i Ludko 1995], natomiast pomijane były konsekwencje opóźnienia kolejnych faz fenologicznych. Dlatego w poniższej pracy scharakteryzowano potencjalne zmniejszenie plonów późnych odmian ziemniaka powodowane opóźnieniem nie tylko terminu sadzenia, ale również terminów wschodów i kwitnienia. Do realizacji tego zadania opracowano

równania regresji pojedynczej, opisujące zależność plonu ziemniaka od każdej z wymienionych wyżej faz agrofenologicznych, które mają następującą postać:

$$\text{dla sadzenia: } y = 759,071 \text{ ***} - 3,87s \text{ ***}$$

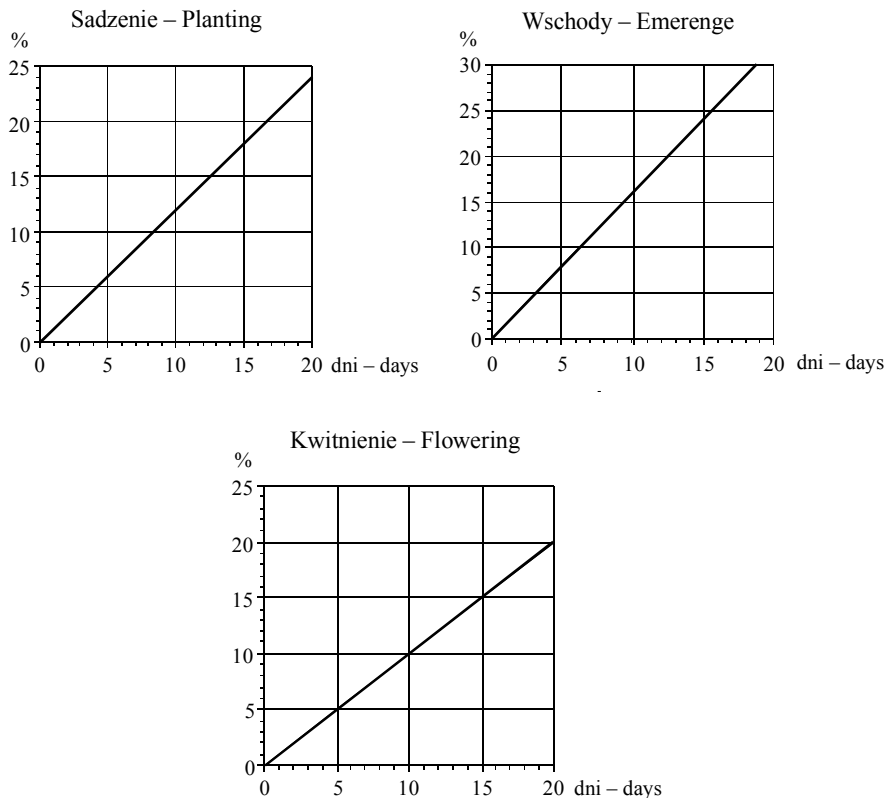
$$\text{dla wschodów: } y = 1171,049 \text{ ***} - 5,73w \text{ ***}$$

$$\text{dla kwitnienia: } y = 1001,69 \text{ ***} - 3,59k \text{ ***}$$

gdzie:

*** istotne przy $\alpha = 0,01$.

Na podstawie tych równań skonstruowano diagramy, które pozwalają określić zmniejszenie krajowego plonu ziemniaka, wyrażone w procentach plonu wieloletniego, przy założonej wielkości opóźnienia terminów sadzenia, wschodów i kwitnienia, dla każdego z nich osobno (rys. 2). Potencjalne zmniejszenie plonu ziemniaka w skali całego kraju spowodowane np. 10-dniowym opóźnieniem terminu sadzenia wyniesie około 12%, a 15-dniowym – nawet około 17%.



Rys. 2. Diagramy potencjalnego zmniejszenia plonu późnych odmian ziemniaka powodowanego opóźnieniem sadzenia, wschodów i kwitnienia

Fig. 2. Diagrams of a potential decrease in late potato cultivars yield due to delayed planting, emergence and flowering

Wymieniane w krajowej literaturze wielkości zmniejszenia plonu ziemniaka, spowodowane opóźnieniem terminu sadzenia, zależą od odmiany, czasu opóźnienia i rejonu kraju [Roztropowicz i Wardzyńska 1975, Paprocki i in. 1977, Zielińska i Gronowicz 1992, Śnieg i Ludko 1995, Bombik 1998]. Najczęściej wahają się one w granicach od 5% w zachodniej części kraju do około 25% – we wschodniej. Według Bombika [1998] opóźnienie terminu sadzenia ziemniaka od optymalnego o jedną dekadę spowoduje spadek plonu bulw o około 7%, natomiast według Zielińskiej i Gronowicz [1992] opóźnienia o 14 i 28 dni obniżają plony odpowiednio o 6 i 27%.

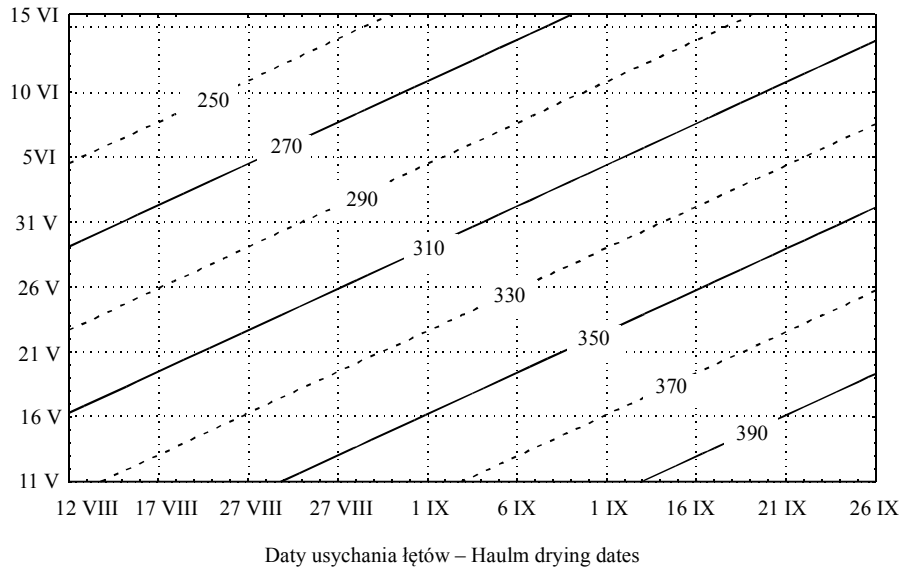
Na przesunięcie się kolejnych fenofaz ziemniaka wpływa nie tylko termin sadzenia, ale także warunki meteorologiczne, głównie temperatura powietrza i opady. Dlatego zmniejszenie plonu spowodowane opóźnieniem terminu sadzenia może być w zależności od przebiegu pogody zarówno spotęgowane, jak i też częściowo zrekompensowane. Analiza diagramów (rys. 2) wskazuje, że opóźnienie wschodów o 10 dni (w stosunku do terminów optymalnych) może powodować obniżenie plonu ziemniaka o 16%, natomiast w przypadku 10-dniowego opóźnienia terminu kwitnienia wielkość plonu obniży się już tylko o około 10%.

Statystycznie istotny zarówno dodatni, jak i ujemny wpływ większości terminów i długości okresów agrofenologicznych na plonowanie ziemniaka (tab. 1) upoważnił do opracowania równania ujmującego ich łączne oddziaływanie. Spośród wielu opracowanych równań zdecydowanie najlepszy opis zmienności plonowania ziemniaka uzyskano przy uwzględnieniu daty wschodów (w) i zasychania łątów (u):

$$y = 290,805 *** + 1,98u *** - 3,11w ***$$

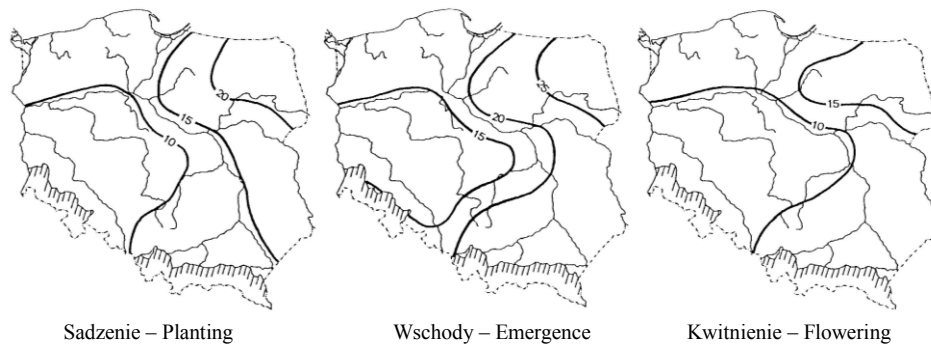
Współczynnik determinacji wynosi 46%, a procentowy udział dat wschodów i zasychania łątów, oceniany na podstawie współczynnika korelacji cząstkowej, wynosi odpowiednio 28 i 15%. Równania regresji wielokrotnej z innymi kombinacjami terminów i długości okresów agrofenologicznych dawały znacznie słabsze opisy zmienności plonu ($R^2 < 30\%$). Opracowane równanie pozwoliło skonstruować nomogram, który w przeciwieństwie do poprzednio omówionych diagramów pozwala szacować potencjalne plony ($w \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) na podstawie dat dwóch faz fenologicznych (rys. 3). Przykładowo, przy terminie wschodów 31 maja i dacie zasychania łątów 3 września średnie krajowe plony bulw ziemniaka średnio późnego i późnego wyniosą około $310 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Diagramy przedstawione na rysunku 3 pozwalają na ocenę wpływu opóźnienia sadzenia, wschodów i kwitnienia na plony w skali całego kraju. Identyczne opóźnienie może być powodem jednak różnej wielkości strat w plonach w zależności od rejonu kraju. Z tych względów kolejnym etapem pracy było określenie potencjalnego zmniejszenia plonu ziemniaka spowodowanego założonym 10-dniowym opóźnieniem sadzenia, wschodów i kwitnienia, oddzielnie dla każdej agrofazy. W tym celu do każdego z trzech równań opisujących wpływ każdej agrofazy na plon podstawiano opóźniony o 10 dni średni wieloletni termin danej agrofazy kolejno dla każdej stacji COBORU. Następnie obliczony dla danej stacji plon porównywano z wieloletnim rzeczywistym plonem ziemniaka dla całego kraju, a różnice wyrażano w %. Uzyskane wyniki pozwoliły na opracowanie map potencjalnego obniżenia plonu spowodowanego założonym dziesięciodniowym opóźnieniem sadzenia, wschodów i kwitnienia na terenie Polski, co przedstawia rysunek 4.



Rys. 3. Diagram potencjalnego plonu późnych odmian ziemniaka ($\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) w zależności od dat wschodów i usychania łęgów

Fig. 3. Diagram of a potential decrease in late potato cultivars yield ($\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) depending on emergence and haulm drying dates



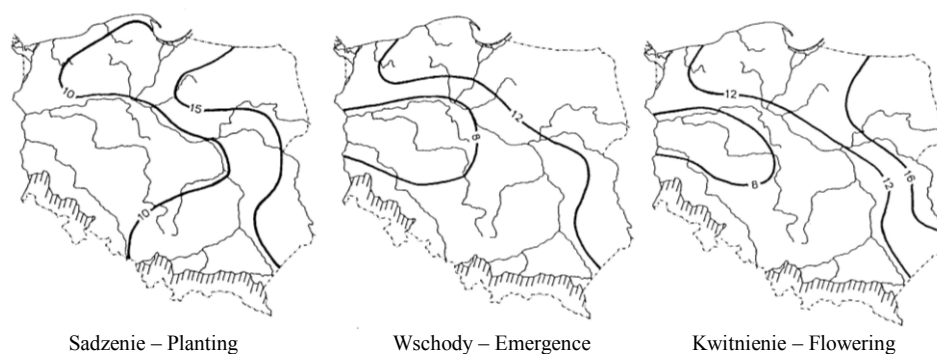
Rys. 4. Potencjalne obniżenie plonu późnych odmian ziemniaka (%) spowodowane założonym dziesięciodniowym opóźnieniem dat faz sadzenia, wschodów i kwitnienia

Fig. 4. A potential decrease in the late potato cultivars yield (%) due to an assumed ten-day delay in planting, emergence and flowering

W wyniku opóźnienia terminu sadzenia o 10 dni (w stosunku do przeciętnego) potencjalny spadek plonu ziemniaka średnio późnego i późnego może wynieść od poniżej 10% w Wielkopolsce i na Nizinie Śląskiej do ponad 20% na Pojezierzu Mazurskim i na Podlasiu. Uzyskane wielkości są zbliżone do podawanych przez Koźmińskiego i in. [1993] w odniesieniu do późnych odmian ziemniaka. Podobne przestrzenne różnice potencjalnego obniżenia plonu ziemniaka na terenie kraju mogą być także skutkiem

dziesięciodniowego opóźnienia wschodów. Jednak potencjalne obniżenie plonu jest o około 5% większe w porównaniu z opóźnieniem sadzenia, gdyż wynosi od 15 do 25%. Najmniejsze zagrożenie plonu ziemniaka wiąże się z opóźnieniem o 10 dni terminu kwitnienia. W centralnej i południowo-zachodniej Polsce potencjalne straty w plonach nie przekraczają 10%, natomiast w części północno-zachodniej wzrastają do ponad 15%.

Jak wskazuje rysunek 5, dziesięciodniowe opóźnienia każdej z trzech analizowanych faz agrofenologicznych występują w Polsce ze zbliżoną częstością, która na ogół nie przekracza 15%. Analizowane długości opóźnienia sadzenia, wschodów i kwitnienia najrzadziej zdarzają się w środkowozachodniej części Polski, najczęściej natomiast na wschodzie kraju.



Rys. 5. Częstość występowania (%) założonego dziesięciodniowego opóźnienia dat faz sadzenia, wschodów i kwitnienia późnych odmian ziemniaka

Fig. 5. Frequency (%) of an assumed ten-day delay in planting, emergence and flowering in late potato cultivars

WNIOSKI

1. Dziesięciodniowe opóźnienie terminów sadzenia, wschodów i kwitnienia może wpływać na potencjalne obniżenie krajowego plonu późnych odmian ziemniaka odpowiednio o 12, 16 i 10% średniego plonu wieloletniego.

2. Największe potencjalne obniżenie plonu późnych odmian ziemniaka spowodowane 10-dniowym opóźnieniem terminów sadzenia, wschodów i kwitnienia występuje w północno-wschodniej części Polski, najmniejsze – w środkowozachodniej.

3. Dziesięciodniowe opóźnienie terminów sadzenia, wschodów i kwitnienia najczęściej występuje na wschodzie kraju, najrzadziej natomiast – w środkowozachodniej części Polski.

PIŚMIENNICTWO

- Bombik A., 1998. Studia nad prognozowaniem plonów ziemniaka. *Fragm. Agron.* 59 (3), 4-57.
 Gronowicz Z., Zielińska A., Kosecka Z., 1992. Wpływ terminu sadzenia i nawożenia azotem na zawartość i plon suchej masy, zawartość białka ogółem oraz witaminy C w bulwach sześciu odmian ziemniaka. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 54, 149-160.

- Koźmiński Cz., Górka W., 1983. Ocena klimatycznych warunków termicznych i opadowych województw koszalińskiego i słupskiego dla uprawy ziemniaków średnio późnych i późnych. *Biul. Inst. Ziemn.* 29, 101-115.
- Koźmiński Cz., Michalska B., Czarnecka M., 1993. Ekstremalne warunki pogodowe. [W:] Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Pod red. J. Dzieżyca, PWN Warszawa – Wrocław, 214-220.
- Paprocki S., Samul I., Kondratowicz J., 1977. Wpływ gęstości i terminu sadzenia na dynamikę wzrostu i plonowanie ziemniaków. *Rocz. Nauk Roln. A* 102 (3), 89-100.
- Parysek J., 1980. Analiza skupień jako metoda klasyfikacji w geografii. [W:] Metody taksonomiczne w geografii. Pod red. Z. Chojnickiego, PWN Warszawa, 87-99.
- Praca zbiorowa pod red. Cz. Koźmińskiego i B. Michalskiej, 2001. Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. AR Szczecin i Uniw. Szczeciński.
- Prośba-Białczyk U., 1988. Wpływ podkielkowania sadzeniaków, obsady roślin i terminów zbioru ziemniaka na jakość plonu bulw. *Rocz. Nauk Roln. A* 107 (2), 119-129.
- Prośba-Białczyk U., 1991. Kształtowanie cech jakościowych i wartości paszowej ziemniaka pod wpływem terminu sadzenia i poziomu nawożenia azotem. AR Wrocław, Rozprawy 95.
- Roztropowicz S., 1971. Analiza przyczyn wahań w plonach ziemniaków oraz ich niskiego poziomu w skali kraju i województw. *Biul. Inst. Ziemn.* 45, 21-37.
- Roztropowicz S., 1976. Zmiany w rozwoju czterech odmian ziemniaków powodowane niekorzystnymi warunkami wilgotnościowymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 181, 163-171.
- Roztropowicz S., Wardzyńska H., 1975. Reakcja odmian ziemniaka na opóźnienie terminu sadzenia. Synteza doświadczeń wykonanych w Instytucie Ziemniaka w latach 1967-1970. *Ziemniak* 1, 131-170.
- Sawicka B., Skalski J., 1992. Wpływ niektórych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie kilku odmian ziemniaka. Cz. 1. Wpływ gęstości sadzenia, podkielkowania i terminu zbioru na plon i skrobiowość. *Rocz. Nauk Roln. A* 109 (3), 143-152.
- Syntezy Wyników Doświadczeń Odmianowych, 1972-1995. *Ziemniak*. COBORU Słupia Wielka.
- Śnieg L., Ludko M., 1995. Reakcja odmian ziemniaka na opóźnienie terminu sadzenia na Pomorzu Zachodnim. *Rocz. Nauk Roln. A* 111 (1-2), 117-126.
- Zielińska A., Gronowicz Z., 1992. Wpływ terminu i gęstości sadzenia na plonowanie odmian ziemniaka Bogna, Foka i Ceza. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 54, 195-204.

RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF YIELDING AND THE AGROPHENOLOGY OF LATE POTATO CULTIVARS IN POLAND

Abstract. The paper defines the effect of plant development stages and the length of agrophenological periods on late potato cultivars yielding over 1972-1995. An attempt has been made to determine a decrease in the potato yield due to delayed planting and emergence and flowering dates. This relationship was described with the analysis of concentration and the analysis of single regression and multiple linear regression using the program STATISTICA 5. Potato yielding was most negatively affected by emergence date. A ten-day delay in emergence, as compared with an average, can decrease the yield from 15% in the central and central-and-western Poland to 25% in the north-eastern part. A ten-day delay in the planting, emergence and flowering dates is most often recorded in the east of the country and least frequently – in the central-western part of the country.

Key words: late potato, decrease in yield, agrophenology, Poland

Robert Kalbarczyk, Katedra Meteorologii i Klimatologii Akademii Rolniczej w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-469 Szczecin, e-mail: robertkalbarczyk@wp.pl lub robkalb@agro.ar.szczecin.pl