

Wpłynęło 28.10.2011 r.
Zrecenzowano 17.01.2012 r.
Zaakceptowano 06.02.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

OKREŚLENIE WPLYWU WARUNKÓW OPADOWYCH NA PLONOWANIE ZIEMNIAKA BARDZO WCZESNEGO I WCZESNEGO W POŁUDNIOWEJ POLSCE

**Halina DZIEŻYC¹⁾ ABCDEF, Kazimierz CHMURA²⁾ ABCDEF,
Zenobiusz DMOWSKI²⁾ A**

¹⁾ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Gospodarki Przestrzennej

²⁾ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Architektury Krajobrazu

Streszczenie

W pracy wykorzystano dane ze stacji doświadczalnych oceny odmian, położonych w południowej Polsce (Węgrzce i Nowy Lubliniec). Ziemiaki odmian bardzo wczesnych i wczesnych były uprawiane na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego, dobrego oraz żytniego bardzo dobrego, dobrego i słabego w latach 1986–2005. Stosując model regresji, zbadano zmienność plonu bulw pod wpływem opadu w okresie kwiecień–maj i czerwiec–lipiec, osobno dla grupy kompleksów pszennych i żytnich, uwzględniając trend czasowy.

Optymalny do uzyskania największych plonów bulw na glebach pszennych okazał się układ – opad kwiecień–maj 105 mm i opad czerwiec–lipiec – 205 mm. Najmniej korzystny był układ, w którym opady były najwyższe zarówno w okresie kwiecień–maj (160 mm), jak i w okresie czerwiec–lipiec (255 mm). Różnica plonu bulw w tych dwóch przypadkach wynosiła 8,14 Mg·ha⁻¹.

Znacznie większe różnice w plonach ziemniaków bardzo wczesnych i wczesnych opad powodował na glebach żytnich. Optymalny okazał się układ, gdy opady były wysokie tak w okresie kwiecień–maj (156 mm), jak i czerwiec–lipiec (255 mm). Najmniejszy plon uzyskano, gdy opady w obu okresach miały wartości najniższe z badanych, tj. odpowiednio 90 i 105 mm. Różnica w plonach bulw w warunkach optymalnych i najmniej korzystnych wynosiła aż 16,6 Mg·ha⁻¹.

W optymalnych warunkach opadowych plony bulw ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego, uprawianego na kompleksach pszennych, wynosiły 49,71 Mg·ha⁻¹, a na kompleksach żytnich – 46,74 Mg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: kompleks rolniczej przydatności, opad, ziemniak bardzo wczesny, ziemniak wczesny

Adres do korespondencji: dr hab. K. Chmura, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Architektury Krajobrazu, pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław; tel. +48 71 320-55-88, e-mail: Kazimierz.Chmura@up.wroc.pl

WSTĘP

Warunki klimatyczno-glebowe w Polsce są korzystne do uprawy ziemniaka, jednak osiągnięte plony zależą w dużym stopniu od pogody w danym roku, zwłaszcza ilości i rozkładu opadów [CHMURA 2001; NOWAK 2006]. Z danych literaturowych wynika, że wpływ czynnika opadowego, wyrażony w procentach średniego plonu, wynosi dla ziemniaków aż 33–41% [NOWAK 2006].

Odmiany wczesne ziemniaka, których liczba w Krajowym Rejestrze w ostatnich latach znacząco się zwiększyła [RYKACZEWSKA 2007], szczególnie źle reagują na niedobory wody. Powodem tego jest intensywny wzrost ich części nadziemnych oraz szybki przyrost bulw [NOWAK 1989]. Potrzeby wodne ziemniaka wczesnego są, w porównaniu z innymi roślinami okopowymi, zaspokajane w najmniejszym stopniu [KOŁODZIEJ i in. 2003].

Potrzeby wodne roślin uprawnych są prezentowane zwykle jako opady optymalne w poszczególnych miesiącach, dekadach okresu wegetacyjnego lub fazach agrofenologicznych [DZIEŻYC i in. 1987; NOWAK 1989; NYC 2006; PANEK 1993]. Wiadomo jednak, że potrzeby te w danym przedziale czasowym determinuje w znacznym stopniu ilość opadów, jaka wystąpiła wcześniej. Dlatego podczas badania wpływu opadów w poszczególnych okresach na wielkość plonu wskazane jest uwzględnienie opadów z okresu poprzedzającego.

METODY BADAŃ

Dane dotyczące plonów i dobowych opadów pochodziły z lat 1986–2005 ze Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian w Węgrzcach i Lublińcu Nowym, zlokalizowanych w południowej Polsce. Analiza skupień wg algorytmu Warda wykazała bardzo duże podobieństwo tych stacji pod względem warunków meteorologicznych [KALBARCZYK 2004].

Ziemniaki bardzo wczesne (głównie odmian: ‘Ruta’, ‘Orlik’, ‘Aster’, ‘Drop’) oraz wczesne (głównie: ‘Lotos’, ‘Bila’, ‘Vineta’) były uprawiane na następujących kompleksach rolniczej przydatności gleb: pszenным bardzo dobrym i dobrym oraz żytnim bardzo dobrym, dobrym i słabym. Stosowano nawożenie w ilości: 90–100 kg N, 39–44 kg P i 112–125 K na 1 ha.

W początkowym okresie rozwoju ziemniak nie jest wrażliwy na niedobór wody, z czasem jego potrzeby wodne zwiększają, a okres wyraźnej wrażliwości rozpoczyna się dla odmian wczesnych na początku czerwca [NOWAK 1989]. W związku z powyższym czas wegetacji ziemniaka podzielono na dwa dwumiesięczne okresy mniejszej (kwiecień–maj) i większej (czerwiec–lipiec) wrażliwości na czynnik wodny. Zbadano wpływ na plonowanie ziemniaka sum opadów w tych okresach, stosując model regresji w postaci wielomianu drugiego stopnia, z uwzględnieniem interakcji tych czynników w postaci iloczynu i dodając do mo-

delu człon liniowy, wyrażający trend czasowy. Taki sam model zastosowano, badając wpływ na plon liczby dni z opadem w tych samych okresach.

Dotychczasowe badania [LENARTOWICZ, KOZIARA 2006; NOWAK 1989; NYC 2006] wskazują na różne oddziaływanie opadów na plon ziemniaka w zależności od gleby, dlatego powyższe modele utworzono osobno dla pszennych i żytnich kompleksów rolniczej przydatności gleb. Obliczenia dla gleb kompleksów pszennych przeprowadzono na zbiorze 120 przypadków, a dla kompleksów gleb żytnich – na zbiorze 112 przypadków.

Na podstawie równań regresji wykreślono funkcje zależności plonu bulw ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego od sumy opadów oraz liczby dni z opadem w okresach kwiecień–maj i czerwiec–lipiec. Zakresem zmienności opadów i liczby dni z opadem była średnia \pm odchylenie standardowe. Dla sum opadów z okresu kwiecień–maj był to przedział 90–160 mm, a z okresu czerwiec–lipiec – 105–255 mm, natomiast dla liczby dni z opadem odpowiednio przedziały 23–33 i 23–37 dni. Wyznaczono wartość plonu dla charakterystycznych układów czynników oraz określono układ optymalny i najmniej korzystny. Zbadano, jaki jest optymalny opad i liczba dni z opadem okresu czerwiec–lipiec, przy różnych wartościach tych czynników w okresie poprzedzającym (kwiecień–maj).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Z otrzymanego modelu wynika, że największe plony ziemniaków bardzo wczesnych i wczesnych na glebach kompleksów pszennych wynosiły $49,71 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Były one osiągnęte, gdy opad w okresie kwiecień–maj, badany w przedziale 90–160 mm, wynosił 105 mm, a opad w okresie czerwiec–lipiec, badany w przedziale 105–255 mm, wynosił 205 mm (tab. 1, rys. 1). W warunkach najmniej korzystnych, tj. gdy sumy opadów w kwietniu–maju oraz czerwcu–lipcu osiągały najwyższe wartości (160 i 255 mm), uzyskano plon $41,57 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (mniejszy o ok. 8% od optymalnego). Opady optymalne dla ziemniaków wczesnych uprawianych na glebach średnich w zlewni górnej Wisły wg DZIEŻYC i in. [1987] wynoszą 87 mm dla okresu: 3. dekada kwietnia–3. dekada maja oraz 174 mm dla okresu czerwiec–lipiec. Opady wg Klatta dla gleb średniozwięzłych to: 60 mm w maju i 140 mm w czerwcu i lipcu [NYC 2006].

W badaniach własnych najkorzystniejsza dla plonowania ziemniaków suma opadów w okresie czerwiec–lipiec w warunkach ustalonego opadu w okresie kwiecień–maj zmniejszała się wraz ze wzrostem opadów w okresie poprzedzającym: gdy opad z kwietnia–maja wynosił 90 mm, w okresie czerwiec–lipiec optymalny był opad 215 mm, gdy 125 mm – 192 mm, a gdy 160 mm – 169 mm.

Znacznie większe różnice w plonach ziemniaków pod wpływem sum opadów w badanych okresach stwierdzono dla gleb kompleksów żytnich (rys. 1). Optymalny okazał się układ, gdy opady były wysokie zarówno w okresie kwiecień–maj

Tabela 1. Plon ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego na glebach kompleksów pszennych i żytnich w zależności od sumy opadów w okresach kwiecień–maj i czerwiec–lipiec określony na podstawie równań regresji

Table 1. The yield of very early and early potato on wheat and rye soil complexes in relation to April–May and June–July sum of precipitation on the base of regression

Badany czynnik Factor tested	Plon (Mg·ha ⁻¹) w warunkach opadu VI–VII (mm) Yield (Mg·ha ⁻¹) at precipitation in June– July (mm)			Optymalny opad VI–VII dla ustalo- nego opadu IV–V Optimum June– July precipitation for fixed April– May precipitation mm	Plon (Mg·ha ⁻¹) w warunkach układu opadów IV–V i VI–VII Yield (Mg·ha ⁻¹) at April –May and June – July set of precipitation mm/mm	
	min. min. 105	średni mean 180	maks. max. 255		optymalnego ¹⁾ optimum ¹⁾	najgorszego ²⁾ the worst ²⁾
Gleby kompleksów pszennych Wheat soil complexes						
Opad IV–V	min. 90	42,58	48,72	48,51	215	
IV–V precipitation	średni mean 125	44,90	49,10	46,96	192	49,71
mm	maks. max. 160	43,40	45,66	41,57	169	41,57
Gleby kompleksów żytnich Rye soil complexes						
Opad IV–V	min. 90	30,09	37,18	43,51	255	
IV–V precipitation	średni mean 125	34,24	40,51	46,03	255	46,74
mm	maks. max. 160	36,56	42,02	46,73	255	30,09

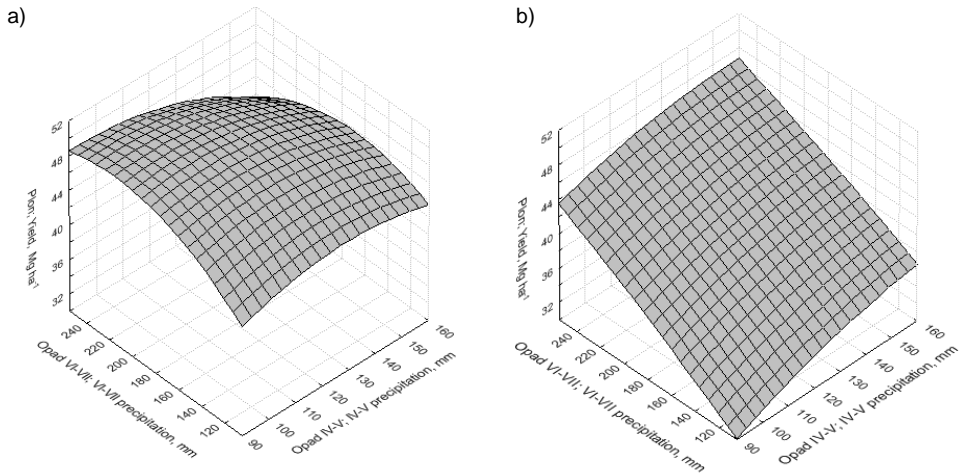
¹⁾ Układ optymalny opadów w uprawie na kompleksach pszennych odpowiednio: 105 i 205 mm, a na kompleksach żytnich odpowiednio 156 i 255 mm.

²⁾ Układ najgorszy opadów w uprawie na kompleksach pszennych odpowiednio: 160 i 255 mm, a na kompleksach żytnich odpowiednio 90 i 105 mm.

¹⁾ Optimum set of precipitation on wheat soil complexes – 105 and 205 mm, respectively and on rye soil complexes – 156 and 255 mm, respectively.

²⁾ The worst set of precipitation on wheat soil complexes – 160 and 255 mm, respectively and on rye soil complexes – 90 and 105 mm, respectively.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.



Rys. 1. Zależność plonu bulw ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego od sumy opadów w okresach kwiecień–maj i czerwiec–lipiec: a) gleby kompleksów pszennych, b) gleby kompleksów żytnich; źródło: wyniki własne

Fig. 1. The dependence of tuber yield of very early and early potato on April–May and June–July precipitation: a) wheat soil complexes, b) rye soil complexes; source: own studies

(156 mm), jak i czerwiec–lipiec (255 mm), a więc o ok. 50 mm wyższe niż na glebach kompleksów pszennych. Najmniejszy plon uzyskano natomiast, gdy opady w obu okresach miały wartości najniższe z badanych, tj. odpowiednio 90 i 105 mm. Różnica w plonach bulw w warunkach optymalnych i najmniej korzystnych wynosiła aż $16,65 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. DZIEŻYC i in. [1987], w warunkach gleby lekkiej w zlewni górnej Wisły, podają znacznie mniejsze wartości opadów optymalnych, tj. 93 mm w okresie 3. dekada kwietnia–3. dekada maja, a 190 mm w okresie czerwiec–lipiec. Klatt (wg: NOWAK [1989]) dla gleb lekkich jako optymalne opady dla ziemniaka wczesnego uznaje wartość 136 mm (kwiecień–maj) i 161 mm (czerwiec–lipiec).

Na podstawie analizy modelu stwierdzono, że najkorzystniejszy opad w okresie czerwiec–lipiec, niezależnie od sumy opadów w miesiącach poprzedzających, wynosi 255 mm.

Potrzeby wodne ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego, opisane liczbą dni z opadem w okresach kwiecień–maj i czerwiec–lipiec, były bardzo zbliżone w obu grupach kompleksów rolniczej przydatności gleb (rys. 2). Dla gleb pszennych optymalnym układem badanych czynników były 23 dni z opadem w pierwszym wymienionym okresie (najmniejsza badana wartość) i 34 dni z opadem w drugim okresie (wartość powyżej średniej), natomiast najmniej korzystnym odpowiednio 33 i 23 dni (największa badana wartość w pierwszym okresie i najmniejsza w drugim – tab. 2). Różnica między plonem w warunkach optymalnych i najmniej korzystnych wynosiła $11,42 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najkorzystniejsza wartość liczby dni z opadem

Tabela 2. Plon ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego na glebach kompleksów pszennych i żytnich w zależności od ilości dni z opadem w okresach kwiecień–maj i czerwiec–lipiec określony na podstawie równań regresji

Table 2. The yield of very early and early potato on wheat and rye soil complexes in relation to the number of days with precipitation in April–May and June–July periods on the base of regression

Badany czynnik Factor tested		Plon (Mg·ha ⁻¹) w warunkach liczby dni z opadem w okresie IV–V Yield (Mg·ha ⁻¹) at the number of days with precipitation in April–May period			Optymalna liczba dni z opadem w okresie VI–VII ¹⁾ Optimum number of days with precipitation in June–July period ¹⁾	Plon (Mg·ha ⁻¹) w warunkach układu liczby dni z opadem w okresach IV–V i VI–VII Yield (Mg·ha ⁻¹) at a set of the number of days with precipitation in April–May and June–July period	
		min. 23	średnia mean 30	maks. max. 37		optymalnego ²⁾ optimum ²⁾	najgorszego ³⁾ the worst ³⁾
Gleby kompleksów pszennych Wheat soil complexes							
Liczba dni z opadem w okresie IV–V Number of days with precipitation in IV–V period	min. 23 średnia mean 28 maks. max. 33	46,80 41,33 38,28	49,37 43,96 40,97	49,42 44,08 41,15	34 34 34	49,70	38,28
Gleby kompleksów żytnich Rye soil complexes							
Liczba dni z opadem w okresie IV–V Number of days with precipitation in IV–V period	min. 23 średnia mean 28 maks. max. 33	41,48 37,73 35,44	44,74 41,78 40,28	42,64 40,47 39,76	31 32 33	44,77	35,44

¹⁾ Dla ustalonej liczby dni z opadem w okresie IV–V.

²⁾ Układ optymalny liczby dni z opadem w uprawie na kompleksach pszennych odpowiednio: 23 i 34 mm, a na kompleksach żytnich odpowiednio 23 i 31 mm.

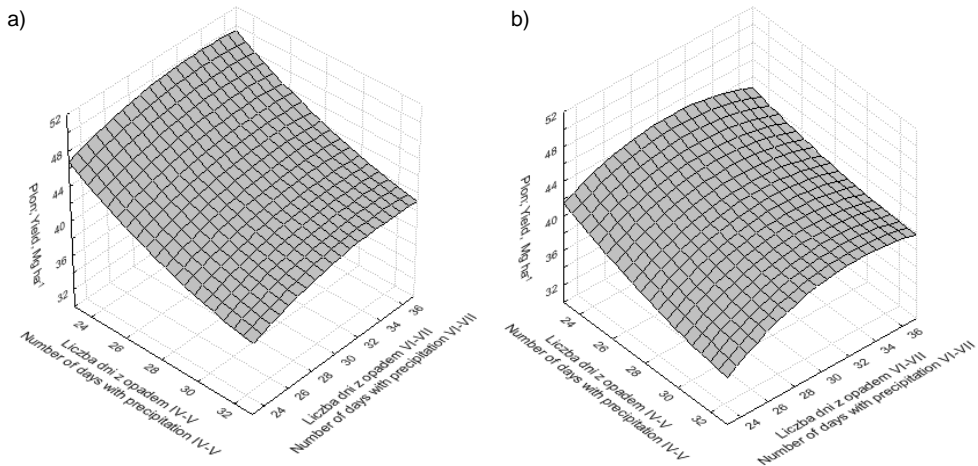
³⁾ Układ najgorszy liczby dni z opadem w uprawie na kompleksach pszennych odpowiednio: 33 i 23 mm, a na kompleksach żytnich odpowiednio 33 i 23 mm.

¹⁾ For fixed number of days with precipitation in April–May period.

²⁾ Optimum set of the number of days with precipitation on wheat soil complexes was 23 and 34 mm, respectively, and on rye soil complexes it was 23 and 31 mm, respectively.

³⁾ The worst set of the number of days with precipitation on wheat soil complexes was 33 and 23 mm, respectively, and on rye soil complexes it was 33 and 23 mm, respectively.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.



Rys. 2. Zależność plonu bulw ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego od liczby dni z opadem w okresach kwiecień–maj i czerwiec–lipiec: a) gleby kompleksów pszennych, b) gleby kompleksów żytnich; źródło: wyniki własne

Fig. 2. The dependence of tuber yield of very early and early potato on the number of days with rainfall in April–May and June–July periods: a) wheat soil complexes, b) rye soil complexes; source: own studies

w okresie czerwiec–lipiec (34) nie zależała od liczby dni z opadem w okresie poprzedzającym (kwiecień–maj).

W uprawie ziemniaka na glebach żytnich optymalnymi warunkami opadowymi były 23 dni z opadem w okresie kwiecień–maj i 31 dni w okresie czerwiec–lipiec, a najmniej korzystnymi – odpowiednio 33 i 23, podobnie jak na glebach pszennych. Różnica między plonem w optymalnych i najmniej korzystnych warunkach opadowych wynosiła $9,33 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Optymalna liczba dni z opadem w okresie czerwiec–lipiec w warunkach ustalonego opadu w okresie kwiecień–maj nieznacznie zwiększała się wraz z liczbą dni z opadem okresu poprzedzającego. Podobne badania, dotyczące wpływu liczby dni z opadem na plon ziemniaka, prowadził m.in. KOŁODZIEJ [1996].

WNIOSKI

1. Optymalnymi do uzyskania największych plonów bulw ziemniaków bardzo wczesnych i wczesnych na glebach kompleksów pszennych były następujące warunki: opad w okresie kwiecień–maj 105 mm i czerwiec–lipiec – 205 mm. Na glebach kompleksów żytnich opady optymalne były wyższe, tj. odpowiednio: 156 i 255 mm. Najmniejsze plony ziemniaków uprawianych na glebach pszennych uzyskano w warunkach najwyższych sum opadów w obu okresach, a na glebach żytnich – najniższych.

2. Najkorzystniejsza dla plonowania ziemniaków była mała liczba dni z opadem (23) w okresie kwiecień–maj i większa od przeciętnej (34 dni dla gleb pszennych i 31 dla żytnich) w okresie czerwiec–lipiec.

LITERATURA

- CHMURA K. 2001. Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania uprawy ziemniaka w południowo-zachodniej Polsce. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Rozprawy 180. Nr 410 ss. 109.
- DZIEŻYC J., NOWAK L., PANEK K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 314 s. 11–33.
- KALBARCZYK R. 2004. Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. Acta Agrophysica. Nr 4(2) s. 339–350.
- KOŁODZIEJ J. 1996. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków późnych na stacji COBORU w Węgrzcach k/Krakowa. Fragmenta Agronomica. Nr 4(52) s. 100–106.
- KOŁODZIEJ J., LINIEWICZ K., BEDNAREK H. 2003. Opady atmosferyczne w okolicy Lublina a potrzeby opadowe roślin uprawnych. Annales UMCS. Sect. E. Vol. 58 s. 101–110.
- LENARTOWICZ T., KOZIARA W. 2006. Przyrost plonu bardzo wczesnych odmian ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych. Roczniki AR w Poznaniu. Nr 380. Rolnictwo. Nr 66 s. 195–203.
- NOWAK L. 1989. Potrzeby wodne roślin okopowych. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Pr. zbior. Red. J. Dzieżyc. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN s. 85–118.
- NOWAK L. 2006. Nawadnianie roślin okopowych. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 368–372.
- NYC K. 2006. Wprowadzanie systemów nawadniających. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 157–174.
- PANEK K. 1993. Opad. W: Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Pr. zbior. Red. J. Dzieżyc. Warszawa–Wrocław. Wydaw. Nauk. PWN s. 149–192.
- RYKACZEWSKA K. 2007. Porównanie produktywności kilku wczesnych krajowych i zagranicznych odmian ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 517 s. 629–638.

Halina DZIEŻYC, Kazimierz CHMURA, Zenobiusz DMOWSKI

DETERMINATION OF THE EFFECT OF PRECIPITATION ON THE YIELD OF VERY EARLY AND EARLY POTATOES IN SOUTHERN POLAND

Key words: *complex of agricultural usefulness, early potato, precipitation, very early potato*

Summary

The data were taken from SDOO located in southern Poland (Węgrzce and Nowy Lubliniec). Very early and early varieties of potatoes were grown on very good and good wheat soil complexes and on very good, good and poor rye soil complexes in the years 1986–2005. The effect of rainfall during April–May and June–July on the variability of tuber yield was examined using the regression model, separately for wheat or rye groups of soil complexes, taking into account time trend. The set of factors: April–May rainfall – 105 mm and June–July rainfall – 205 mm proved to be optimum for high tuber yields on wheat soils. The least favourable situation was when the highest rainfall in April–

May (160 mm) was followed by the highest rainfall in June–July (255 mm). The difference of tuber yield between the two extreme cases was $8.14 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Much greater differences in yield of very early and early potatoes were caused by rainfall on rye soils. The optimum set of factors was that which included high rainfall in both April–May (156 mm) and June–July period (255 mm). The lowest yield was obtained when the precipitation in both periods were the lowest – 90 and 105 mm, respectively. The difference in tuber yields between optimum and the least favourable conditions amounted $16.6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Under optimum precipitation conditions, tuber yields of very early and early potato grown in the wheat soil complexes were $49.71 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ and in the rye soil complexes – $46.74 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.