

ZRÓŻNICOWANIE WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH W DWÓCH MEZOREGIONACH I ICH WPŁYW NA PLON ZIEMNIAKA

Jan Grabowski, Ewelina Olba-Zięty, Krystyna Grabowska

Katedra Meteorologii i Klimatologii, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
pl. Łódzki 1, 10-719 Olsztyn
e-mail: jangrab@uwm.edu.pl

Streszczenie. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wpływ warunków meteorologicznych na plonowanie ziemniaka w latach 1972-1992 w dwóch mezoregionach Polski północno-wschodniej. W obliczeniach metodą wielowymiarowej analizy wariancji wykorzystano program MANOVA i uwzględniono następujące zmienne: średnie dobowe temperatury powietrza okresu wegetacyjnego, średnie dobowe temperatury sierpnia, stosunek sumy opadów w sierpniu do sumy opadów w okresie wegetacyjnym, sumy opadów okresu wegetacyjnego, stosunek opadów okresu wegetacyjnego do wymogów wodnych roślin. Dane wykorzystane w obliczeniach dotyczą lat o następujących plonach późnych odmian ziemniaka (Lenino, Uran) $\geq 30 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Stwierdzono istotność różnic klimatycznych w porównywanych mezoregionach.

Słowa kluczowe: elementy meteorologiczne, klimat, plon ziemniaka

WSTĘP

Warunki klimatyczne Polski cechuje znaczny stopień złożoności w różnych porach roku. Poszczególne regiony geograficzne charakteryzują się specyficznym, często niepowtarzalnym przebiegiem elementów meteorologicznych. Współdziałanie tych elementów ma zasadnicze znaczenie w produkcji roślinnej i działalności człowieka.

Klimat danego obszaru charakteryzowany jest zazwyczaj za pomocą wartości średnich okresów 30-letnich. Taki okres zaleca między innymi WMO (World Meteorological Organization). Niektórzy autorzy (Kozuchowski, Żmudzka 2001) sugerują stosowanie okresów 50-letnich. Propagowane okresy z pewnością nie oddają pełnej charakterystyki zmian klimatu i ich wpływu na wzrost i rozwój roślin. Warto nadmienić, że wskutek postępującego efektu szklarniowego zmiany

temperatur powietrza są wyraźne nawet w okresach dziesięcioletnich ostatniego trzydziestolecia.

Obszar Warmii i Mazur charakteryzuje się dość surowymi warunkami klimatycznymi w odniesieniu do innych regionów, co ma duży wpływ na ryzyko uprawy roślin. Ryzyko uprawy ziemniaka powodowane niekorzystnymi warunkami klimatycznymi wynosi w tej części kraju 21% i należy do najwyższych w Polsce (Atlas... 2001). Udział w strukturze zasiewów tej rośliny mimo trendu spadkowego jest znaczny i wynosi 6,3% – 713 300 ha. (Rocznik Statystyczny 2005).

Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu warunków meteorologicznych na produkcję ziemniaka o wielkości plonu $\geq 30 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w dwóch miejscowościach Polski północno-wschodniej, oddalonych od siebie o 210 km. W niniejszej pracy obniżono wielkość plonów wysokich o $5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu z plonami analizowanymi w pracy Grabowskiego (2001), ponieważ w minionym dwudziestolecu stwierdzono trend spadkowy plonów ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Stacja doświadczalna w Rychlikach ($53^{\circ} 59' \text{ N}$, $19^{\circ} 32' \text{ E}$) położona jest na Żuławach, w odległości 20 km na południe od Elbląga. W latach 1972-1992 w doświadczeniach ścisłych uprawiano na glebach ciężkich ziemniaki późne odmian Lenino i Uran. W Marianowie ($53^{\circ} 12' \text{ N}$, $22^{\circ} 07' \text{ E}$), stacji zlokalizowanej na Wysoczyźnie Kolneńskiej (4 km na północ od Łomży) uprawiano te same odmiany ziemniaka – Lenino i Uran, – ale na glebach lekkich wg metodyki COBORU. W badanych stacjach doświadczalnych stosowano identyczną agrotechnikę uprawy ziemniaka.

W rozważaniach dotyczących plonowania uprawianych odmian ziemniaka przyjęto jako wyjściowe plony wartości równej i większej od $30 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Lista 1993).

Wyliczono również trendy plonowania ziemniaka późnego w doświadczeniach ścisłych i w warunkach produkcyjnych. Na podstawie zróżnicowanego przebiegu elementów meteorologicznych wpływających na plony ziemniaka, podjęto próbę porównania wpływu tych elementów na plony metodą wielowymiarowej analizy wariancji (Bartkowiak i in. 1981, Pisarczyk 1979). Dla analizowanych miejscowości przyjęto istotne elementy meteorologiczne powtarzające się w równaniach regresji wielokrotnej, prezentowane we wcześniejszej pracy autora (Grabowski 2001).

Zastosowana metoda analizy wariancji polega na badaniu zróżnicowania zbiorów poprzez mierzenie sumy kwadratów odchyleń względem wartości średnich. Metoda ta bardziej kompleksowo ocenia wpływ elementów meteorologicznych na plon w odniesieniu do innych metod statystycznych (Mikołajczak 2001).

Dla okresu zimowego uwzględniono w obliczeniach następujące elementy meteorologiczne:

- X_1 – suma opadów zimy,
- X_2 – absolutne minimum temperatury zimy,
- X_3 – absolutne maksimum temperatury zimy,
- X_5 – suma temperatur maksymalnych zimy,
- X_6 – suma temperatur minimalnych zimy,
- X_8 – czas trwania zimy.

W niniejszym opracowaniu zastosowano identyczne oznaczenia i takie same elementy meteorologiczne okresu zimowego jak w cytowanej wcześniej pracy, dotyczącej uprawy ziemniaka w Polsce północno-wschodniej (Grabowski, 2001).

Elementy meteorologiczne okresu letniego dotyczą różnic między ich przebiegiem w latach 1972-1992 a normami (Dzieżyc 1988, Nowak 1987) przyjętymi dla określonych warunków uprawy.

- X_{10a} – różnica opadów okresu wegetacyjnego dla poszczególnych lat badań a normą wynoszącą 300 mm (Nowak 1987) przyjętą dla gleb lekkich w Marianowie i 200 mm dla gleb ciężkich występujących w Rychlikach.
- X_{11a} – różnica opadów miesiąca krytycznego (sierpnia) badanego okresu a normami – 76 mm przyjętymi dla gleb lekkich i 57 mm dla gleb ciężkich.
- X_{12a} – różnica między temperaturą optymalną (18°C) w sierpniu dla późnych odmian ziemniaka, a temperaturami występującymi w tym okresie w badanych miejscowościach.

Model przyjęty do analizy wariancji przedstawiono w dwóch poprzednich pracach autora (Grabowski 2005a, 2005b).

Wyliczono również trendy plonowania ziemniaków późnych w doświadczeniach ściśłych i warunkach produkcyjnych.

WYNIKI

Średnie najwyższe plony analizowanych odmian ziemniaka w badanym okresie wynosiły w Rychlikach 37,8 Mg·ha⁻¹, a w Marianowie 35,5 Mg·ha⁻¹. W latach 1972-1992 w Rychlikach stwierdzono występowanie 14, a w Marianowie 10 lat o przebiegu elementów meteorologicznych sprzyjających uprawie ziemniaka.

W analizowanym okresie stwierdzono występowanie tendencji spadkowej plonów ziemniaka w warunkach doświadczalnych

- dla Rychlik $Y = -0,025x + 18,568$,
- dla Marianowa $Y = -0,024x + 16,995$.

Do pracy włączono również plony uzyskane w warunkach produkcji rolniczej, dlatego dodatkowo analizowano, zacierpnięte z publikacji GUS (Rocznik Staty-

styczny 2005) średnie szacunkowe plony z województw. Stwierdzono występowanie trendów spadkowych, plonów uzyskiwanych w warunkach produkcyjnych, w latach 1973-1998. I tak w województwie elbląskim, do którego należały Rychliki uzyskano trend spadku według równania $Y = -0,024x + 17,68$, a w województwie łomżyńskim, w którym zlokalizowana była stacja w Marianowie uzyskano równanie trendu postaci $Y = -0,083x + 18,82$. Z tego względu wielkość plonu równą i wyższą od $30 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ uznano jako plon wysoki zamiast uwzględnianych dotychczas $\geq 35 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Do obliczeń matematycznych przyjęto dwie próby (średnie wartości Y elementów meteorologicznych dla badanych miejscowości), dla których obliczono wektory wartości średnich:

Rychliki

$$Y_{2K} = [378,0 \quad 4,75 \quad -0,67 \quad 98,69 \quad 9,85 \quad 77,54 \quad -20,90 \quad -350,27] \quad (1)$$

Marianowo

$$Y_{1K} = [355,1 \quad 13,91 \quad -0,77 \quad 99,4 \quad 0,30 \quad 79,26 \quad -100,44 \quad -246,27] \quad (2)$$

$K = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8$ uwzględnionych w obliczeniach.

Po wyliczeniu współczynnika korelacji plon – czynnik meteorologiczny jako nieistotne zostały wyeliminowane:

X_2 – absolutne minimalne temperatury zimy,

X_3 – absolutne maksymalne temperatury zimy,

X_8 – czas trwania zimy.

Wyznaczono macierz kowariancji S :

$$S = \begin{bmatrix} 1,202 & 1,201 & -15,05 & -3,249 & -5,063 & 26,40 & 105,9 \\ 1,201 & 2,277 & 4,957 & -16,33 & -11,22 & 69,82 & 170,0 \\ -15,05 & 4,957 & 8432 & 2023 & -409,5 & -1979 & -3226 \\ -3,249 & -16,33 & 2023 & 2360 & -267,2 & -2106 & -6317 \\ -5,063 & -11,22 & -409,5 & -267,2 & 73485 & -1174 & -2494 \\ 26,40 & 69,82 & -1979 & -2106 & -1174 & 13957 & 18400 \\ 105,9 & 170,0 & -3226 & -6317 & -2494 & 18400 & 95528 \end{bmatrix} \quad (3)$$

dla $q_1 = p$

$q_1 = 7$

$g_2 = n_1 + n_2 - p - 1$

W danym przykładzie

$$F_{obl.} = 20,63$$

$$F_{7, 15; 0,05} = 2,71$$

$$F_{obl.} > F_{tab.}$$

Powyższy test potwierdza istotność różnic analizowanych warunków klimatycznych badanych miejscowości położonych w różnych mezoregionach Polski północno-wschodniej.

W Marianowie stwierdzono występowanie dodatniej korelacji wielkości opadów okresu wegetacyjnego z plonami ziemniaka; im wyższe opady w tym okresie tym wyższe uzyskano plony. Tłumaczyć tę zależność można cechami fizycznymi gleby – dotyczy to niskiego poziomu wody gruntowej na tych terenach (>150 cm) oraz małej zawartości części spławialnych, co wpływa na infiltrację i retencję wody w glebie. Natomiast w Rychlikach uprawiano ziemniaki na glebach ciężkich o wysokim poziomie wody gruntowej (50-80 cm), dlatego duże opady pogarszają stosunki wodno-powietrzne gleby, przyczyniając się do zmniejszenia jej żyzności i urodzajności.

W uprawie ziemniaków późnych miesiąc sierpień należy do okresu o największym zapotrzebowaniu roślin na wodę (Grabowski 2001, 2005b). W Marianowie stwierdzono, że im wyższe opady tym wyższe uzyskano plony, natomiast w Rychlikach tej zależności nie stwierdzono.

Należy również zwrócić uwagę, iż w przypadku gleb lekkich mroźne i śnieżne zimy przyczyniają się do uzupełnienia brakujących letnich zapasów wody w glebie. Odpowiednie kształtowanie się elementów meteorologicznych okresu zimowego dodatkowo wpływa na cechy fizyczne gleby – głównie na żyzność i urodzajność. W przypadku gleb ciężkich o wysokim poziomie wody gruntowej i dużej pojemności kompleksu sorpcyjnego, przebieg warunków zimowych nie wpływa tak istotnie na cechy fizyczne, jak w przypadku gleb lekkich. Rachunek korelacji wykazał zależność między najniższymi temperaturami okresu zimowego w Marianowie, a wielkością plonu ziemniaka ($R = -0,607$). Zależności tej nie stwierdzono w Rychlikach ($R = -0,072$). Można to tłumaczyć tym, iż gleby lekkie zamarzają znacznie głębiej niż ciężkie, a tym samym właściwie kształtują strukturę i teksturę w całym profilu glebowym (150 cm), co ma istotne znaczenie dla wzrostu i rozwoju roślin.

Porównując przebieg analizowanych elementów meteorologicznych w badanych miejscowościach należących do dwóch różnych mezoregionów (Kondracki 2000) stwierdzono, że średnie temperatury sierpnia niewiele różniły się od siebie i wynosiły w Rychlikach $17,4^{\circ}\text{C}$, a w Marianowie $17,2^{\circ}\text{C}$. Natomiast średnie sumy opadów okresu wegetacyjnego w Marianowie (402 mm) były wyższe o 107 mm niż, w Rychlikach (295 mm). Zróżnicowania te prawdopodobnie wynikają z położenia geograficznego – różnica długości geograficznej wynosi prawie 3° , oraz wysokości nad poziomem morza; Marianowo leży na wysokości 145 m n.p.m., a Rychliki 64 m n.p.m., w związku z tym sumy opadów wraz z ze wzrostem długości geo-

graficznej w cieplej porze roku oraz wzrostu wysokości n. p. m. zwiększają się (Bac, Rojek 1981).

WNIOSKI

1. W analizowanym okresie 1972-1992 w Rychlikach znotowano 14, a w Marianowie 10 lat o wysokich plonach ziemniaka $\geq 30,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
2. Wyższe średnie temperatury okresu wegetacyjnego i miesiąca sierpnia w Rychlikach korzystniej niż w Marianowie wpływały na plon ziemniaka.
3. Stwierdzono istotność różnic warunków klimatycznych w badanych miejscowościach $F_{\text{obl.}} > F_{\text{tab}}$.
4. W warunkach gleb ciężkich (Rychliki) na plon ziemniaka korzystniej wpływały wyższe temperatury powietrza, a w przypadku gleb lekkich (Marianowo) wysokie opady.
5. Niskie temperatury okresu zimowego w Marianowie wpływały dodatnio na wielkość plonu ziemniaka, czego nie stwierdzono w Rychlikach.

PIŚMIENNICTWO

- Atlas Klimatyczny Ryzyka Uprawy Roślin w Polsce. 2001. Wyd. AR Szczecin.
- Bac S., Rojek M., 1981. Meteorologia i Klimatologia. PWN Warszawa.
- Bartkowiak A., Liebhart J., Liebhart E., Małolepszy J., 1981. Ocena trzech algorytmów dyskryminacyjnych dla cech ilościowych na przykładzie niektórych schorzeń układu oddechowego, Listy biometryczne, 74, 1-20.
- Dziężyc J., 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa.
- Grabowski J., 2001. Meteorologiczne warunki plonowania ziemniaka w Polsce północno-wschodniej. Rozprawy i Monografie UWM w Olsztynie, 45, 1-71.
- Grabowski J., 2005 a. The effect of air temperatures during the vegetation period on apple yielding in the Olsztyn area. Polish Journal of Natural Science, 19(2), 215-221.
- Grabowski J., 2005 b. Porównanie warunków plonowania ziemniaka w dwóch mezoregionach w oparciu o analizę wybranych elementów meteorologicznych. Acta Agrophysica, 6 (1), 85-89.
- Kondracki J., 2000. Geografia regionalna Polski, Wyd. PWN,
- Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001. Ocieplenie w Polsce: Skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku, Przegląd Geograficzny, 1-2, 81-90.
- Lista opisowa odmian 1993. Centralny Ośrodek Badań Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka.
- Mikołajczak J., 2001. Statystyka matematyczna. Wyd. UWM Olsztyn.
- Nowak L., 1987. Plonowanie roślin okopowych zależnie od kompleksu glebowego i ilości opadów w okresie wegetacji. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314., 105-117.
- Pisarczyk W., 1979. Analiza wariancji doświadczeń z kilkoma grupami odmian. Mat. „Dziewiąte Colloquium Meteorologiczne a Agro-Biometrii”, t. II, 385-398.
- Rocznik Statystyczny, 2005 Wyd. GUS, Warszawa

DIFFERENTIATION IN METEOROLOGICAL CONDITIONS AND THEIR
INFLUENCE ON POTATO YIELD IN TWO MESOREGIONS

Jan Grabowski, Ewelina Olba-Zięty, Krystyna Grabowska

Department of Meteorology and Climatology
Faculty of Environmental Management and Agriculture
Warmia and Mazury University
pl. Łódzki 1, 10-719 Olsztyn,
e-mail: jangrab@uwm.edu.pl

Abstract. This paper describes the effects of meteorological conditions on potato yield during 1972-1992 in two mesoregions in north-eastern part of Poland. The influence of meteorological conditions on potato yield was determined by multiple regression analysis using the MANOVA software, with the following parameters as the variables: mean daily air temperatures during growing season, daily air temperatures of August, precipitation during August related to total precipitation of growing season, total precipitation during growing season, total precipitation of growing season related to plant water requirements. Initial material refers to a period where annual yield was: $\geq 30 \text{ t ha}^{-1}$ for following potato varieties (Lenino, Uran). It was found that there is significant climatological difference in investigated mesoregions.

Keywords: climate, meteorological conditions, potato yield