

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA  
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH  
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 158

# ROLNICTWO 27

*XXI KONFERENCJA NAUKOWA  
AGROMETEOROLOGÓW*

BYDGOSZCZ – 1989



AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA  
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH  
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 158

# ROLNICTWO 27

BYDGOSZCZ - 1989

**PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO**  
doc. dr hab. Juliusz Skonieczny

**REDAKTOR NAUKOWY**  
doc. dr hab. Wojciech Piotrowski

**OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE**  
mgr Aleksandra Ławniczak, Zbigniew Gackowski

Wydano za zgodą Rektora  
Akademii Techniczno-Rolniczej  
w Bydgoszczy

ISSN 0208-6344

**WYDAWNICTWO UCZELNIANE AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ  
W BYDGOSZCZY**

---

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 8,6, ark. druk. 8,25. Papier druk. kl. V, 71 g, B-1.  
Oddano do druku w marcu 1989 r. Druk ukończono w kwietniu 1989 r.

Cena 234 zł

Uczelniany Zakład Małej Poligrafii ATR, Bydgoszcz, ul. Olszewskiego 20  
Zamówienie nr 89/89. TR E-8

## S p i s t r e ś c i

	str.
1. I. Farkas - On the estimation possibilities of solar radiation and ambient temperature used for solar systems .....	5
2. Edward Feliksik - Badania wpływu klimatu na szerokość przyrostów rocznych drewna sosny pospolitej .....	11
3. Henryk Galant - Czas trwania międzyfaz pszenicy ozimej na tle warunków meteorologicznych w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie .....	19
4. Władysław Górka - Zalecane i dopuszczalne terminy zbiorów ziemniaków średniopóźnych i późnych na Pomorzu .....	25
5. Sabina Konopko - Częstotliwość występowania okresów posusznych w rejonie Bydgoszczy na podstawie 120-letnich obserwacji .....	35
6. Leszek Kuchar - Wykładniczo-wielomianowy model prognozowania plonów roślin uprawnych na przykładzie pszenicy jarej .....	45
7. Stanisław Paczos - Wybrane zagadnienia z klimatu wschodniej części polskich Karpat w aspekcie potrzeb rolnictwa .....	51
8. Jerzy Peszek - Wpływ terminu siewu oraz warunków termicznych na rozwój i plonowanie kukurydzy uprawianej na ziarno .....	61
9. Wacław Roguski, Leszek Łabędzki - Wpływ plonu z poszczególnych odrostów na wielkość sezonowych współczynników roślinnych K, stosowanych do obliczania ewapotranspiracji rzeczywistej łąki .	71
10. Jerzy Sypniewski, Zbigniew Skinder - Wpływ przebiegu temperatury i opadów na plon odmian słonecznika pastewnego przy zróżnicowanym terminie siewu w poplonie ścierniskowym .....	79
11. Teresa Tomaszewska - Ocena agroklimatyczna warunków wymarzania rzepaku ozimego na terenie Polski .....	89
12. Gabriel Wójcik, Kazimierz Marciniak - Klimatologiczna charakterystyka okresu wegetacyjnego i gospodarczego w Bydgoszczy, w latach 1931 - 1980 .....	99
13. Tadeusz Zawora - Niedostateczne i nadmierne opady atmosferyczne na obszarze Polski .....	109
14. Jacek Żarski - Agrometeorologiczna ocena warunków sianokosów w Polsce .....	117

## Doniesienia

1. Czesław Kozłowski, Tadeusz Górski, Bożena Michalska - Atlas klimatyczny elementów i zjawisk szkodliwych dla rolnictwa w Polsce 125
2. Tadeusz Zawora, Barbara Olechnowicz-Bobrowska, Emil Pasela, Barbara Wójcik - Zarys historii i dorobku meteorologii rolniczej na obszarze Karpat zachodnich ..... 129

ON THE ESTIMATION POSSIBILITIES OF SOLAR RADIATION  
AND AMBIENT TEMPERATURE USED FOR SOLAR SYSTEMS

I. Farkas

Institute for Mathematics and Computer Science  
University of Agricultural Sciences  
Gödöllő, Hungary

During the operation and mainly in the stage of planning of the solar systems it is very important to know the daily and the monthly distributions of both the solar radiation and the ambient temperature.

For this purposes the measured data belong to the previous time periods can be used. Usually they are available in a collected form containing 24 average values a day.

For the simulation of a solar system an appropriate estimation of the meteorological data is advisable to simplify the computations. The first problem is the selection of suitable approximating functions to meet the requirement of practical reliability. To determine the parameters of the approximating functions the Powell method was applied which determines the minimum of a multivariable function without calculating the derivatives.

The differences between the predicted and measured values were analysed. In the case of the hourly temperatures the differences are less than about  $0,1^{\circ}\text{C}$ . There is also a good correlation for the radiation values.

## 1. INTRODUCTION

To investigate the solar systems there are two main possibilities according to the meteorological data. Or we can really measure or we use some estimated values. In the stage of planning the solar systems the latter ones are more comfortable because computer simulation can be applied satisfactorily for this purpose.

On the basis of previously determined meteorological data distributions are given in a form of tables, usually 24 values a day that means hourly values. This form of the data it would be a little bit difficult for computer simulation regarding to the great number of values. So, it is advisable to find a suitable approximating function to estimate the daily distribution of ambient temperature and the solar radiation, respectively.

The task is aimed to solve in the following steps:

- 1) to choose a required approximating function;
- 2) to choose an approximation method;
- 3) to determine the parameters of the approximating function;
- 4) check the results and go back to No 1 step if it is necessary.

## 2. THE METHOD USED FOR APPROXIMATION

Since the temperature and radiation values are available in discrete time points, so the most easily applied method for the approximation is which has no necessity of calculation the values of derivatives and also good for multivariable problems.

The method suggested by Powell [1] meets the requirement mentioned above. It has the following features:

- it calculates the minimum of a multivariable function;
- it does not use the derivatives;
- it has a fast convergence;
- finding the minimum along a line procedure is required.

The computer program of the optimization was written in Fortrane language and needs the following inputs:

- the number of variable;
- initial values of the variables;
- desired final accuracy for each variable;
- maximum number of iteration during the optimization;
- a subroutine calculating the given function.

## 3. ESTIMATION OF DAILY TEMPERATURE

A usual daily distribution of ambient temperature is represented by the Fig.1.

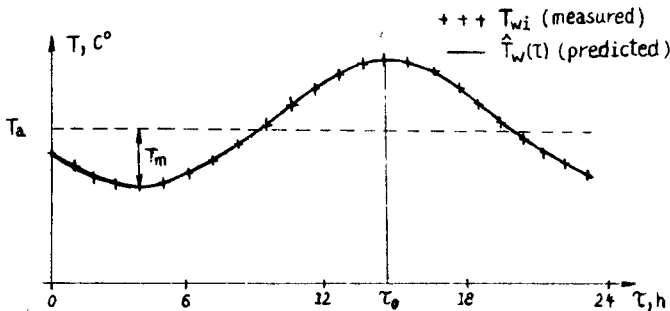


Fig.1. A typical daily temperature distribution  
Rys.1. Typowy dzienny rozkład temperatury

For this shape of the data can be fitted a cosinusoidal function of three variable:

$$\hat{T}_w(t) = T_m \cos [\alpha(t - \tau_0)] + T_a \quad (1)$$

where:

$$\alpha = 2\pi/24 = \pi/12$$



Assuming this equation the  $T_m$ ,  $T_a$  and the  $\tau_0$  parameters are to be determined. For the parameter optimization it is required to formulate a minimum cost function to the Powell approximation for instance by means of the least squares technique:

$$F(T_m, T_a, \tau_0) = \sum_{i=1}^{24} [\hat{T}_w(\tau_1) - T_{wi}]^2 \Rightarrow \min. \quad (2)$$

The appropriate initial values were chosen as follows:

$$\left. \begin{aligned} T_{m0} &= \frac{1}{2} (\max \{T_{wi}\} - \min \{T_{wi}\}) \\ T_{a0} &= \frac{1}{2} (\max \{T_{wi}\} + \min \{T_{wi}\}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\tau_0 = 14$$

The parameters of the Eq. 1 were calculated for an average clear day in every month. The results including the maximum value of difference between the measured and the predicted values are indicated on the Table 1.

Table 1

Tabela 1

Approximating results of daily ambient temperature  
Przybliżone wyniki dziennej temperatury otoczenia

Month Miesiąc	$T_m$	$T_a$	F	$\max \left\{ \left  \frac{\hat{T}_{wi} - T_{wi}}{0} \right  \right\}$
1	3,4943	-4,4999	0,017624	0,05
2	4,0799	-2,9750	0,222031	0,07
3	5,5206	5,5167	0,083808	0,09
4	6,5010	13,492	0,014882	0,04
5	6,5010	15,492	0,014882	0,04
6	6,5006	21,492	0,014882	0,04
7	6,5009	22,492	0,014882	0,04
8	6,5009	23,492	0,014882	0,04
9	6,5010	17,492	0,014879	0,04
10	3,5026	12,492	0,016265	0,04
11	4,0209	3,0000	0,025155	0,06
12	3,4943	0,5000	0,017624	0,05

It can be seen from the Table 1 that the approximating function gives a really good estimation for practical purposes because the temperature difference less than  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

## 4. ESTIMATION OF DAILY SOLAR RADIATION

A usual daily distribution of radiation is shown in Fig.2.

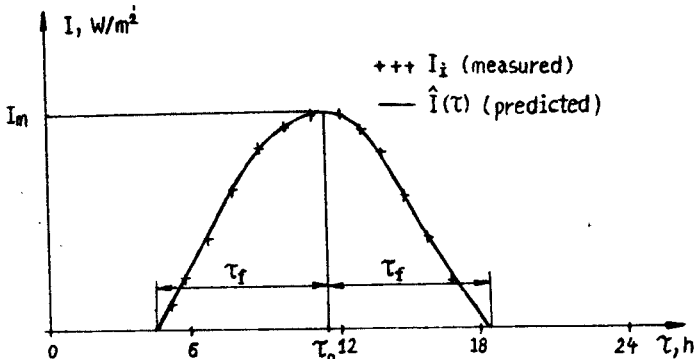


Fig.2. A typical daily solar radiation distribution  
Rys.2. Typowy dzienny rozkład promieniowania słonecznego

In this case the following approximating function of three parameters [2] was applied:

$$\hat{I}(\tau) = \left. \begin{array}{l} I_m \cos\left[\beta(\tau - \tau_0)\right] \exp\left(-\frac{\tau - \tau_0}{\tau_f}\right)^4, \text{ if } |\tau - \tau_0| \leq \tau_f \\ 0, \text{ if } |\tau - \tau_0| > \tau_f \end{array} \right\} \quad (4)$$

where:

$$\beta = 2\pi/4\pi = \pi/2 \tau_f.$$

The formulated cost function is:

$$F(I_m, \tau_0, \tau_f) = \sum_{i=1}^{24} [\hat{I}(\tau_i) - I_i]^2 \Rightarrow \min. \quad (5)$$

The initial values are:

$$\left. \begin{array}{l} I_{m0} = \max\{I_i\}; \\ \tau_0 = \tau_{i, \max}, \text{ where } I = \max\{I_i\}; \\ \tau_f = \frac{1}{2}(\tau_{i, \max} - \tau_{i, \min}). \end{array} \right\} \quad (6)$$

The results given by using Eq.4 is illustrated on Fig.3.

Taking into account of the measured values [3] we can also have a reasonable estimated values for an average day in every month.

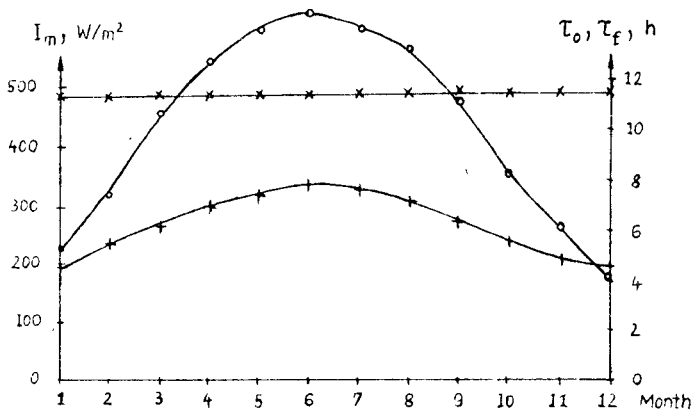


Fig.3. Approximating results of daily solar radiation distribution  
 Rys.3. Przybliżone wyniki rozkładu dziennego promieniowania słonecznego

## 5. CONCLUSION

By means of the approximating functions determined it is very convenient to supply the solar simulation models. Only three parameters of a typical day are required to know for total daily distribution of ambient temperature and solar radiation, respectively with a good accuracy.

Anyhow, a question is arising, that is, on the basis of these daily approximating functions we can also elaborate a monthly and/or yearly functions, too.

## LITERATURA

- [1] Powell M.J.D., 1964: An efficient method for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives. Computer Journal, Vol. 7, p. 155 - 162
- [2] Garg H.P., Bandyopadhyay B., Sharma V.K., 1981: Investigation of rock bed solar collector cum storage system. Energy Conversion and Management, Vol. 21, p. 275 - 282
- [3] Szabó Gy., Tárkányi Zs., 1969: Solar radiation data for the planning in building industry. Institute for Building Sciences, Budapest (in Hungarian)
- [4] Farkas I., 1983: Approximation of meteorological data in solar systems. The 2-nd Danubian Meeting, Vienna, Austria, July 4 - 9
- [5] Farkas I., 1985: Control and computer simulation of a complex agricultural solar drying system. Ph. D. Thesis, Budapest (in Hungarian)

OSZACOWANIE MOŻLIWOŚCI OCENY ROZKŁADU WARTOŚCI  
PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO I TEMPERATURY POWIETRZA  
W PRZEBIEGU DOBOWYM I MIESIĘCZNYM

Streszczenie

Podczas obsługi, a przede wszystkim w stadium planowania układów czasowych szczególnie ważne jest poznanie dziennych i miesięcznych rozkładów promieniowania słonecznego i temperatury otoczenia. W tym celu mogą być przydatne dane uzyskane z pomiarów przeprowadzonych w poprzednich okresach. Są one najczęściej dostępne w formie 24 średnich wartości zebranych w ciągu doby. Dla uproszczenia obliczeń niezbędnych w modelu symulacyjnym przebiegu dobowego zaleca się dokonanie odpowiedniej oceny danych meteorologicznych. Pierwszym problemem jest wybór odpowiednich funkcji przybliżających, by zadowolić wymagania praktycznej wiarygodności. Parametry funkcji określono metodą Powella, która wyznacza minimum funkcji bez obliczania pochodnych. Analizowano różnice pomiędzy wartościami przewidywanymi i mierzonymi. W przypadku temperatur godzinnych różnice są mniejsze niż około  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Uzyskano również dobrą korelację dla wartości promieniowania.

ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ  
ВОЗДУХА В ТЕЧЕНИЕ СУТОК И МЕСЯЦА

Резюме

Во время обслуживания, а прежде всего в стадии планировки временных систем, особенно важным является знание дневных и месячных распределений солнечной радиации и температуры окружающей среды. В связи с этим полезными могут быть итоги, полученные от наблюдений, проведенных в предыдущие периоды. Чаще всего они доступны в форме средних суточных собранных в течение суток. Для упрощения вычислений необходимых в симуляционной модели суток рекомендуется провести соответствующую оценку итогов метеорологических наблюдений. Первой проблемой является выбор соответствующих приближающихся функций, чтобы удовлетворить требования практической достоверности. Параметры функции определены методом Повелла, который определяет минимум функций без вычисления производных. Проанализированы различия между ценностями прогнозируемыми и наблюдаемыми. В случае часовых температур разница составляет меньше, чем  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Получена также хорошая корреляция значения излучения.

BADANIA WPLYWU KLIMATU NA SZEROKOŚĆ PRZYROSTÓW ROCZNYCH  
DREWNA SOSNY POSPOLITEJ

Edward Feliksik

Pracownia Klimatologii Leśnej  
Wydział Leśny Akademii Rolniczej Kraków

Praca zawiera wyniki badań nad wpływem warunków klimatycznych na przyrost grubości sosny pospolitej, pochodzącej z siedlisk o charakterze przejściowym od boru mieszanego wilgotnego do boru świeżego. Analiza dendroklimatologiczna, przeprowadzona metodą określania współczynnika podobieństwa krzywych reprezentujących zmienność przyrostów drzew z krzywymi obrazującymi coroczne wahania elementów klimatycznych wykazała, że przyrost grubości sosen był silnie uzależniony od warunków termicznych zimy i pluwialnych lata. Silne i długotrwałe mrozy w miesiącach styczeń-marzec, a także małe ilości opadów w okresie wiosenno-letnim (kwiecień-sierpień), były przyczyną powstawania wąskich słoików drewna. Ujemne współoddziaływanie obydwu tych czynników w danym roku wywoływało głęboką depresję przyrostu. Odwrotny układ tych elementów wpływał na drzewo dodatnio. Formowały one wówczas słoiki szerokie.

## 1. WSTĘP

Sosna pospolita charakteryzuje się znaczną zmiennością wymagań siedliskowych. Reprezentowana jest przez wiele ekotypów różniących się cechami morfologicznymi i fizjologicznymi. Zmienność ta wyraża się także różnorodnością związków pomiędzy układem warunków klimatycznych danego roku a szerokością przyrostów rocznych drewna. Złożoność zależności pomiędzy przyrostem a klimatem, uwarunkowana rozległym zasięgiem geograficznym sosny oraz różnorodnością zajmowanych przez nią siedlisk, nie jest jeszcze dostatecznie poznana. Z tych względów przeprowadzono badania dendroklimatologiczne sosen występujących na siedliskach boru mieszanego wilgotnego i boru mieszanego świeżego, w oddziałach 1j, 9b, 41d obrębu Wierchosławice, Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska (tab. 1).

Zgodnie z przyjętą w badaniach dendroklimatologicznych metodyką [4, 5], pobrano z każdego drzewa 4 wywierty, na których zmierzono szerokości słoików rocznych i przeprowadzono weryfikację uzyskanych danych. Do dalszych prac wybrano po 20 drzew z każdego oddziału, dla których opracowano dendrochronologiczne krzywe grupowe, reprezentujące ciągi przeciętnych wartości przyrostów rocznych drewna badanych sosen. Krzywe dendrochronologiczne wykreślono na kalce z nadrukiem skali semilogarytmicznej. W takim

samym układzie opracowano krzywe obrazujące wieloletni ciąg zmienności elementów klimatologicznych w oparciu o dane ze stacji IMGW w Tarnowie.

Tabela 1

Table 1

Charakterystyka badanych drzew  
Characteristic of forest stands

Oddział Forest section	Siedlisko The habitat type of forest	Skład gatunkowy Composition	Cechy taksacyjne Forest stand
1j	Typ siedliskowy lasu: bór mieszany świeży. Powierzchnia 7,09 ha. Teren równy. Gleba brunatna, zbielicowana, spiaszczona, średnio głęboka. Powierzchnia zadarniona.	Sosna pospolita	Wiek: 100 lat, pierśnica 36 cm, wysokość 27 m, zwarcie umiarkowane, zadrzewienie 0,6, bonitacja I
9b	Typ siedliskowy lasu: bór mieszany wilgotny z fragmentami lasu mieszanego świeżego. Powierzchnia 17,6 ha. Teren równy. Gleba czarnoziemna, zdegradowana z gliną lekką, spiaszczoną, wilgotną, średnio głęboka. Powierzchnia zadarniona.	Sosna pospolita, miejscami dąb szypułkowy i olsza czarna	Wiek: 80 lat, pierśnica 30 cm, wysokość 24 m, zwarcie umiarkowane, miejscami przerywane, zadrzewienie 0,9, bonitacja I
41d	Typ siedliskowy lasu: bór mieszany świeży. Powierzchnia 4,94 ha. Teren równy. Gleba brunatna, kwaśna, piasek słabo gliniasty na żwirze, głęboki, świeży. Powierzchnia zadarniona.	Sosna pospolita, pojedynczo dąb szypułkowy	Wiek: 85 lat, pierśnica 36 cm, wysokość 26 m, zwarcie umiarkowane, zadrzewienie 1,0, bonitacja I

Przygotowany materiał posłużył do analiz dendroklimatologicznych przy użyciu metody Hubera [5]. Metoda ta polega na porównaniu krzywej przyrostów rocznych z krzywą obrazującą zmienność elementu klimatycznego i zliczaniu ilości odcinków tych krzywych o niezgodnym kierunku. Uzyskaną wielkość wstawia się do wzoru:

$$R_0 = \frac{N^- \cdot 100}{N - 1}$$

gdzie:

- R<sub>0</sub> - procentowy współczynnik podobieństwa krzywych (% rozbieżności),
- N<sup>-</sup> - ilość odcinków krzywych o niezgodnym przebiegu,
- N - ilość lat, w obrębie których porównywano krzywe.

Jeżeli przebieg odcinków porównywanych krzywych tak samo często jest zgodny co niezgodny, to R<sub>0</sub> wynosi wówczas 50%. Świadczy to o braku jakiegokolwiek podobieństwa pomiędzy krzywymi. Im częściej następuje równoczes-

ne opadanie lub wznoszenie się odcinków, tym procent rozbieżności  $R_0$  jest mniejszy, a podobieństwo krzywych większe.

## 2. WYNIKI ANALIZY DENDROKLIMATOLOGICZNEJ

Do podstawowych czynników oddziałujących na przyrost i rozwój drzew w warunkach naturalnych należą właściwości siedliska i cechy genetyczne. W drzewostanach użytkowanych istotny wpływ wywierać mogą zabiegi gospodarcze. Spośród tych czynników największymi corocznymi wahaniami charakteryzują się warunki klimatyczne. W nich właśnie dendroklimatologia upatruje przyczyn zmienności wielkości przyrostów drewna. Określenie korelacji pomiędzy wahaniami szerokości słoju a fluktuacją określonego elementu klimatycznego napotyka na trudności, ponieważ klimat wpływa kompleksowo na rozwój i przyrost drzew. Oddziaływanie poszczególnych elementów ma często charakter uzupełniający lub zastępczy. Niemniej, w kontekście wymagań ekologicznych określonego gatunku drzewa, rola jakiegoś elementu klimatycznego, w konkretnych warunkach siedliskowych, może przyjąć znaczenie czynnika ograniczającego wzrost oraz rozwój i wówczas jego okresowe wahania zapisują się w szerokości słoju drewna. Stosując metodę Hubera do analizy związków: element klimatyczny - przyrost, mamy możliwość śledzenia charakteru tej reakcji, jej wielkości i przebiegu w poszczególnych latach, określenia ewentualnych zaburzeń oraz doszukiwania się ich przyczyn.

Wyniki porównań krzywych przyrostowych z krzywymi wskaźników klimatycznych pozwalają zauważyć, że elementami decydującymi o wielkości przyrostów rocznych badanych drzew były opady atmosferyczne okresu wiosenno-letniego i temperatury miesięcy zimowych. Przebieg krzywych obrazujących zmienność słoju wykazywał wysoką zgodność z ruchem krzywej odzwierciedlającej wahania sum opadów z miesięcy IV-VIII (rys.1). Najniższą wartość współczynnika rozbieżności  $R_0$  uzyskano dla sosen z oddziału 1j - 27%, nieco wyższą z oddziałów 41d - 29% i 9b - 31%.

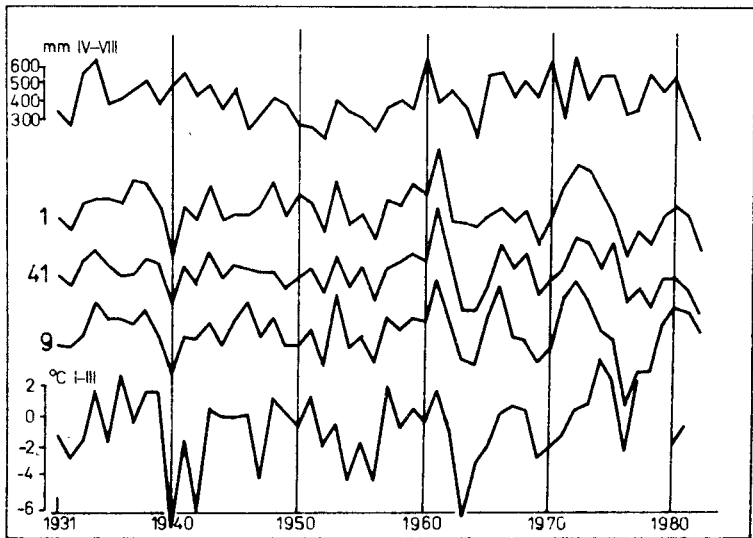
Dla porównania krzywych przyrostowych z krzywą zmienności średnich temperatur miesięcy I - III, uzyskano  $R_0 = 28\%$  dla sosen z oddziału 1j; 13% dla oddziału 9b; 19% dla oddziału 41d. Wartości te są korzystniejsze niż w przypadku opadów, lecz obejmują nieco krótszy okres czasu (rys.1).

Szczegółowa analiza wahań szerokości słoju rocznych na tle zmienności obydwu elementów klimatycznych wskazuje, że największe spadki przyrostu występowały wtedy, gdy obydwie czynniki przybierały równocześnie niekorzystny układ. Po ostrej zimie (z średnią temperaturą okresu I - III niższą od  $-2^{\circ}\text{C}^*$ ) następował ubogi w opady okres wegetacyjny (kiedy suma opadów w miesiącach IV - VIII była 100 mm mniejsza od średniej wieloletniej<sup>\*\*</sup>), jak

\* Wartość wieloletniej średniej temperatury powietrza z miesięcy I - III wynosi dla Tarnowa  $-0,8^{\circ}\text{C}$ .

\*\* Przeciętna suma opadów z miesięcy IV - VIII, obliczona dla Tarnowa na podstawie danych z lat 1931 - 1980, wynosi 424 mm.

np. w latach 1932, 1952, 1954, 1956, 1976 (rys.1). Zdarzało się również, że po niezbyt obfitym w opady lecie przychodziła mroźna i długotrwała zima. Drzewa reagowały wówczas silnym obniżeniem przyrostu, jak np. w latach 1939, 1940 (suma opadów w 1939 roku - 377 mm, zimą 1940 roku ponad 120 dni z temperaturą minimalną  $< 0^{\circ}\text{C}$ , średnia temperatura I - III  $-6,5^{\circ}\text{C}$ ). Niekorzystny zestaw warunków klimatycznych obejmujących kolejne lata, jak np.: bardzo ostra zima w 1963 roku (średnia temperatura I - III  $-6,3^{\circ}\text{C}$ , 49 dni z temperaturą minimalną  $< -10^{\circ}\text{C}$ ) i niskie opady w 1964 roku (suma opadów IV - VIII wynosiła 225 mm), spowodował głęboką, kilkuletnią depresję przyrostu u badanych sosen. Odmienny układ przebiegu elementów klimatycznych w roku - ciepła zima (o średnich temperaturach wyższych od  $-0,8^{\circ}\text{C}$ ), większe od przeciętnych opady latem - oddziaływał na proces produkcji drewna dodatnio. Drzewa wytwarzały szerokie słoje, zaznaczające się wzniesieniami krzywej dendrochronologicznej, jak np. w latach 1934, 1938, 1953, 1966, 1972 (rys.1).



Rys.1. Zestawienie krzywych reprezentujących wahania wielkości przyrostów rocznych sosen z oddziałów 1, 41 i 9 oraz krzywych obrazujących przebieg zmienności średniej temperatury powietrza miesięcy I - III i sumy opadów atmosferycznych od IV do VIII

Fig.1. Set of curves presenting teight changes of annual increments of pines from plota: 1, 41, 9 and curves presenting the changeability of an average air temperature of months I - III and the total precipitation from IV to VIII.

Interesujące współdziałanie czynników warunkujących wielkość przyrostów badanych sosen miało miejsce w latach 1960, 1961 oraz 1971. W roku 1960, po niezbyt chłodnej zimie, przyszło lato, a nawet cały rok z obfitymi opadami. Drzewa zareagowały lekkim obniżeniem przyrostu. W roku następnym (1961), zima była bardzo łagodna, zaś suma opadów IV - VIII kształtowała się w pobliżu przeciętnej. Na taki układ warunków sosny zareagowały



wytworzeniem szerokiego pierścienia drewna. W roku 1971 przyrost nie uległ zmniejszeniu, mimo suszy letniej (opad 297 mm). Działanie tego stresowego czynnika zostało osłabione dostatecznym, jak się wydaje, zapasem wody w glebie, po obfitym w opady roku poprzednim (883 mm) i stosunkowo łagodnym przebiegu zimy (średnia temperatura I - III  $-0,9^{\circ}\text{C}$ ).

Rola temperatur zimy w kształtowaniu bieżących przyrostów rocznych drewna u sosny jest trudna do wyjaśnienia. Wydaje się, że obok ewentualnych uszkodzeń spowodowanych silnymi długotrwałymi mrozami lub bardzo gwałtownymi wahaniami temperatury w miesiącach zimy i przedwiośnia, termika zimy może wywierać istotny wpływ na trwającą także w chłodnej części roku aktywność fizjologiczną tego gatunku. Może przede wszystkim zakłócać proporcje pomiędzy procesami oddychania oraz asymilacji i naruszać w ten sposób gospodarkę materiałami zapasowymi w okresie wegetacyjnym.

Znaczenie wody w okresie wegetacyjnym dla produkcji biomasy i formowania przyrostów drewna jest powszechnie znane. Zależność przyrostów rocznych badanych drzew od sumy opadów okresu wegetacyjnego była wyraźnie zróżnicowana. Słabszy związek przyrostów z opadami zaznaczył się u sosen siedliska zasobniejszego w wodę - oddział 9b - bór mieszany wilgotny, silniejszy zaś, u sosen ze stanowisk suchszych - oddziały 1j oraz 41d - bór mieszany świeży. Sosny z oddziału 9b reagowały natomiast aktywniej na warunki termiczne zimy.

Uzyskane wyniki, w zestawieniu z badaniami innych autorów, wskazują na znaczne zróżnicowanie wymagań sosny pospolitej w stosunku do klimatu. Charakter tych wymagań jest związany z położeniem geograficznym i warunkami siedliskowymi [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9].

### 3. WNIOSKI

1. Analiza dendroklimatologiczna wykazała, że bieżący przyrost drewna badanych sosen był silnie uzależniony od warunków termicznych zimy (I-III) i wysokości opadów w okresie wiosenno-letnim (IV-VIII).

2. Mroźne i długotrwałe zimy, a także niskie sumy opadów w miesiącach IV-VIII, z reguły oddziaływały na przyrost ujemnie (rys.1).

3. Szczególnie głębokie depresje przyrostu występowały w latach, w których do niekorzystnego oddziaływania niskich temperatur zimy dołączały się ujemne wpływy małych opadów z okresu wegetacyjnego.

4. Szerokie słoje drewna powstawały w latach z łagodnymi zimami i wyższymi od przeciętnych opadami.

5. Powyższe wnioski w zestawieniu z wynikami badań innych autorów wskazują na znaczne zróżnicowanie wymagań klimatycznych sosny pospolitej. Jak się wydaje, wymagania te związane są z położeniem geograficznym określonego stanowiska i warunkami siedliskowymi.

## LITERATURA

- [1] Białobok S., 1967: Zmienność cech morfologicznych i fizjologicznych w zależności od środowiska. W: Zarys fizjologii sosny zwyczajnej. PWN Warszawa-Poznań, s. 9 - 32
- [2] Bitwinskias T.T., 1965: K woprosu ob izuczenii swiazi kolebanij klimata i prirosta nasezdenij. Doklady TSHA, nr 103, s. 285 - 390
- [3] Ermich K., 1953: Wpływ czynników klimatycznych na przyrost dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.). Prace Roln. - Leśne, PAN 68, s. 1 - 61
- [4] Fritts H.C., 1976: Tree Rings and Climate. Acad. Press London, New York, San Francisco
- [5] Huber B., Jazewitsh W., 1952: Aus der Praxis der Jahrring - Analise. III Die Klimatologisch Auswevtung von Jahrringkurven. Allgemeine Forstzeistschrift 7, s. 233 - 235
- [6] Hustich I., 1949: On the correlation between growth and the recent climatic fluctuation. Geogr. Annaler, Stockholm, s. 90 - 105
- [7] Makowiec M., 1981: Badania dendroklimatologiczne nad sosną zwyczajną (*Pinus silvestris* L.) rosnącą na siedlisku boru świeżego w Puszczy Białowieskiej. SGGW-AR, Warszawa, (maszynopis rozprawy doktorskiej)
- [8] Mołczanow A.A., 1961: Rost i płodnoszenije drewesnych porod w swiazi s meteorologiczeskimi usłowijami. Trudy lab. lesowed., AN SSSR, t. 3, s. 5 - 50
- [9] Zinkiewicz W., 1946: Badania nad wartością przyrostu rocznego drzew dla studiów nad wahaniami klimatycznymi. Ann. UMCS, t. 1/6, s. 177 - 234

## EXAMINATION OF THE EFFECT OF CLIMATE ON DIAMETER GROWTH OF SCOTCH PINE

## Summary

The paper comprises investigation result concerning the effect of climatic conditions on diameter growth of Scotch pine growing on sites of transitional character between moist mixed coniferous and fresh coniferous forest in the Wierzchosławice Forest Division. A dendroclimatological analysis conducted according to the method of determination of the coefficient of similarity between curves representing variations in tree growth and curves representing annual variations in climatic elements showed that a radial growth of three different groups of pines strongly depended on thermic conditions of winter and pluvial conditions of summer. Strong and prolonged frosts from January through March and also low precipitation from April through August resulted in the formation of a narrow ring in the wood of the examined pines. A negative joint effect of both these fac-

tors in a single year resulted in a considerable reduction of growth. On the other hand, warm winter and high precipitation had a positive effect on trees which the formed wider rings.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ШИРИНУ  
ГОДОВОГО ПРИРОСТА ДРЕВЕСИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ СОСНЫ

Резюме

Настоящая статья содержит результаты исследований по влиянию климатических условий на прирост толщины обыкновенной сосны, происходящей из сред переходного характера: от смешанного влажного бора до свежего бора, растущих на территории лесного хозяйства Вежхославице, Надлесничества Домброва Тарновска. Дендроклиматологический анализ, проведенный по методу определения коэффициента подобия кривых, представляющих изменчивость приростов деревьев с кривыми, представляющими ежегодные колебания климатических элементов, доказал, что прирост толщины трёх отдельных групп сосен сильно зависел от термических условий зимы и пловивальных условий лета. Сильные и продолжительные морозы с января по март, а также небольшие осадки в весенне-летний период /IУ - УIII/, были причиной образования узких слоев древесины исследованных сосен.

Отрицательное взаимодействие обоих этих факторов в данном году вызвало глубокую депрессию прироста. Обратный характер расположения этих элементов /тёплая зима - высокие осадки/ влиял на деревья положительно. Они тогда создавали широкие слои.



CZAS TRWANIA MIĘDZYFAZ PSZENICY OZIMEJ  
 NA TLE WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH  
 W OBSERWATORIUM AGROMETEOROLOGICZNYM W FELINIE

Henryk Galant

Katedra Agrometeorologii  
Wydział Rolniczy Akademii Rolniczej 20-934 Lublin

Podstawą opracowania były spostrzeżenia fenologiczne oraz obserwacje meteorologiczne wykonywane w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie, w latach 1962/63 - 1981/82. W pracy analizowano średnie oraz skrajne daty pojawów fenologicznych, średni, najdłuższy i najkrótszy czas trwania międzyfaz pszenicy ozimej. W okresach międzyfazowych uwzględniono średnie i sumy temperatur, sumy usłonecznienia, opadów i parowania.

Stwierdzono, że średnie sumy temperatur dla okresu wegetacyjnego pszenicy ozimej wynosiły 2111°C, natomiast średnie sumy usłonecznienia 1176 godzin. W okresie od siewu do zbioru pszenicy ozimej spadało przeciętnie 461 mm opadów, a wyparowywało 351 mm wody, co dawało dodatni bilans wodny.

## 1. WSTĘP

Pojawy fenologiczne u roślin są odzwierciedleniem przebiegu i natężenia bodźców siedliskowych, głównie klimatycznych, działających na żywe organizmy i pobudzających ich biologiczne procesy [1]. Najwięcej prac dotyczących wpływu elementów meteorologicznych na wzrost i rozwój roślin uwzględnia warunki termiczne. Analizuje się tu zarówno sumy temperatur, jak i też wartości średnie, maksymalne oraz minimalne temperatury powietrza i gleby. Rezultaty wielu prac wskazują, że na rozwój rośliny wszystkie elementy meteorologiczne oddziałują w sposób kompleksowy, niezależnie od tego, że w poszczególnych międzyfazach wywierają one mniejszy lub większy wpływ [2, 3, 4].

## 2. METODYKA BADAŃ

W pracy wykorzystano obserwacje fenologiczne wykonywane na pszenicy ozimej, rosnącej na polu ustalonym w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie koło Lublina, z lat 1962/63 - 1981/82. W okresie wegetacyjnym pszenicy ozimej analizowano średnie oraz skrajne daty pojawów fenologicznych, takich jak: siew, wschody, ukazanie się trzeciego liścia, początek krze-

wienia, początek zimowej przerwy wegetacyjnej, ruszenie wiosennej wegetacji, pełnia krzewienia, strzelanie w źdźbło, kłoszenie się, kwitnienie, dojrzałość mleczna, dojrzałość woskowa i zbiór. Następnie liczone czas trwania międzyfaz; zarówno wartości średnie, jak też najkrótsze i najdłuższe. W okresach międzyfazowych pszenicy ozimej uwzględniono średnie sumy temperatury powietrza powyżej 0°C, średnie temperatury powietrza, średnie sumy opadów i parowania w mm oraz średnie sumy usłonecznienia w godzinach. Wartości elementów meteorologicznych pochodzą z tego samego okresu obserwacji co i dane fenologiczne.

### 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Średni termin siewu pszenicy ozimej w Felinie przypadał na 22 września, chociaż w poszczególnych latach analizowanego 20-lecia, rozpiętość dat tego zabiegu agrotechnicznego była znaczna - od 10.09. do 6.10. W zależności od terminu siewu następowały wschody tej rośliny. Jeżeli siew wykonano wcześniej, kiedy było dostatecznie wilgotno i ciepło, wschody pszenicy następowały już po 6 dniach, podczas gdy w innych latach trzeba było czekać prawie miesiąc (26 dni). Przeciętnie pszenica ozima wschodziła po 2 tygodniach (5.10.). W okresie następnych 2 tygodni, pszenica osiągała fazę 3 liścia, a w niecały miesiąc po wschodzie (1.11.) obserwowano początek krzewienia tej rośliny. Należy podkreślić dużą rozpiętość czasu w długości międzyfazy: ukazanie się 3 liścia - początek krzewienia, w poszczególnych latach obserwacji (tab.1).

Początek zimowej przerwy wegetacyjnej przypadał średnio 17.11., przy czym w niektórych latach jesienna wegetacja kończyła się 25 października, a w innych dopiero 15 grudnia. Zimowa przerwa wegetacyjna trwała przeciętnie 135 dni i kończyła się 31 marca. Po 11 dniach od ruszenia wiosennej wegetacji obserwowano pełnię krzewienia. W połowie maja pszenica ozima strzelała w źdźbło, ale były lata, kiedy pojaw ten obserwowano 5.05., natomiast w innych dopiero 1.06. Kłoszenie następowało pod koniec I dekady czerwca, a kwitnienie - 17.06. Po 3 tygodniach od momentu zakwitnięcia, pszenica osiągała dojrzałość mleczną, z kolei po następnych 2 - dojrzałość woskową. Średnio 3 sierpnia przystępowano do zbioru pszenicy ozimej, przy czym termin zniw w ostatnich latach uległ wyraźnemu opóźnieniu, ze względu na zbiór kombajnem, wymagający dojrzałego i suchego ziarna.

W czasie wegetacji pszenicy ozimej, przeciętnie suma średnich dobowych temperatur powietrza powyżej 0°C wynosiła 2111°C, z czego najwięcej w międzyfazach: kwitnienie - dojrzałość mleczna, strzelanie w źdźbło - kłoszenie i pełnia krzewienia - strzelanie w źdźbło (tab.2). Natomiast najwyższe średnie dobowe temperatury powietrza notowano w okresie dojrzewania i zbioru pszenicy ozimej. W latach, w których występowały wysokie temperatury, obserwowano szybszy rozwój i dojrzewanie pszenicy.

Tabela 1

Table 1

Średnie i skrajne daty pojawów fenologicznych oraz średnie, najkrótsze i najdłuższe okresy międzyfazowe pszenicy ozimej  
 Mean and extreme date of phenological occurrences and mean, the shortest and the longest interphase periods of winter wheat

Faza Phase	Data Date			Międzyfaza Interphase		
	średnia mean	najwcześ- niejsza earliest	najpóź- niejsza latest	średnia mean	naj- krótsza shortest	naj- dłuższa longest
siew sowing	22.09	10.09	6.10	13	6	27
wschody germination	5.10	16.09	28.10			
ukazanie się 3 liścia appearance of 3 leaf	19.10	26.09	18.11	13	4	35
początek krzewienia beginning of tillering	1.11	15.10	25.11	16	0	31
początek zi- mowej przerwy winter pe- riod start	17.11	25.10	15.12	135	80	170
ruszenie wegetacji spring growth start	31.03	10.03	16.04	11	5	40
pełnia krze- wienia full of til- lering	11.04	20.03	7.05	34	18	48
strzelanie w źdźbło stem elon- gation	15.05	5.05	1.06	24	12	34
kłoszenie earing	9.06	29.05	20.06	8	3	14
kwitnienie flowering	17.06	4.06	27.06	22	11	29
dojrzałość mleczna milk ripe- ness	9.07	19.06	21.07	14	8	21
dojrzałość woskowa wax ripeness	23.07	6.07	8.08	11	3	15
zbiór harvest	3.08	17.07	22.08	315	295	331

Tabela 2  
Table 2

Warunki meteorologiczne w międzyfazach pszenicy ozimej w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie  
(średnie za lata 1962/63 - 1981/82)  
Meteorological conditions in the interphases of winter wheat in Agrometeorological Observatory in Felin  
(means for years 1962/63 - 1981/82)

Międzyfazy Interphases	Suma temperatur Sum of temperatures °C	Średnia temperatura Mean temperature °C	Suma usiń- necznienia Sum of insolation h	Suma opadów Sum of pre- cipitation mm	Suma parowania Sum of evaporation mm
siew - wachody : sowing - germination	133,8	9,8	50,2	27,0	16,6
wachody - ukazanie się 3 liścia germination - appearance of 3 leaf	118,5	8,7	43,9	18,3	17,9
ukazanie się 3 liścia - początek krzewienia appearance of 3 leaf - beginning of tillering	47,9	6,2	24,3	34,4	8,8
początek krzewienia - początek zimowej przerwy beginning of tillering - winter period start	67,0	3,3	31,2	25,1	10,7
początek zimowej przerwy - ruszenie wegetacji winter period start - spring growth start	118,9	-1,8	240,0	130,5	55,6
ruszenie wegetacji - pełnia krzewienia spring growth start - full of tillering	84,6	5,9	65,5	16,0	21,2
pełnia krzewienia - strzelanie w źdźbło full of tillering - stem elongation	313,7	9,9	197,6	58,4	55,8
strzelanie w źdźbło - kłoszenie stem elongation - earing	348,5	14,4	150,2	53,4	47,5
kłoszenie - kwitnienie : earing - flowering	126,5	16,6	63,4	13,5	17,1
kwitnienie - dojrzałość mleczna flowering - milk ripeness	383,2	17,1	157,3	55,6	49,2
dojrzałość mleczna - dojrzałość woskowa milk ripeness - wax ripeness	242,5	17,2	97,5	35,2	30,3
dojrzałość woskowa - zbiór wax ripeness - harvest	192,4	18,3	72,9	37,0	22,9
siew - zbiór : sowing - harvest	2110,6	10,5	1175,8	461,3	351,1



W okresie od siewu do zbioru pszenicy ozimej, średnia suma usłonecznienia wynosiła 1176 godzin. Wyższe sumy występowały w dłuższych okresach międzyfazowych, takich jak zimowa przerwa vegetacyjna. W pełni sezonu vegetacyjnego najwięcej godzin usłonecznienia przypadało na międzyfazę: pełnia krzewienia - strzelanie w źdźbło.

Suma opadów w okresie vegetacyjnym pszenicy ozimej, trwającym średnio 315 dni, wynosiła 461 mm, z czego najwięcej przypadało na okres zimowej przerwy vegetacyjnej (ponad 130 mm). Woda opadowa pochodząca z tego okresu miała znaczenie dla rozwoju rośliny, o ile została zmagazynowana w glebie. Parowanie było o 110 mm niższe niż opady (dodatni bilans wodny), ale w niektórych międzyfazach przewyższało opady, np. w okresie: ruszenie wiosennej vegetacji - pełnia krzewienia i kłoszenie - kwitnienie (tab.2).

#### 4. WNIOSKI

1. Wyniki obserwacji fenologicznych wykazały duże zróżnicowanie dat pojawów fenologicznych i czasu trwania międzyfaz pszenicy ozimej, w poszczególnych latach analizowanego 20-lecia.

2. Średni czas trwania międzyfaz pszenicy ozimej wahał się od 8 dni w okresie: kłoszenie - kwitnienie, do 135 dni w zimowej przerwie vegetacyjnej. Długość okresu vegetacyjnego pszenicy ozimej wynosiła od 295 do 331 dni, przy przeciętnej wartości 315 dni.

3. W czasie od siewu do zbioru pszenicy ozimej średnie sumy temperatur wynosiły 2111°C, średnie sumy usłonecznienia - 1176 godzin, średnia suma opadów - 461 mm, a średnia suma parowania - 351 mm.

#### LITERATURA

- [1] Bunting A.H., 1975: Time, phenology and the yields of crops. Weather, t. 30, nr 10, s. 312 - 325
- [2] Galant H., 1983: Wpływ elementów meteorologicznych na czas trwania międzyfaz pszenicy ozimej. Roczn. Nauk Roln., sec. A, t. 105, z. 4, s. 9 - 21
- [3] Górski T., 1964: W sprawie określania wpływu pogody na roślinę. Post. Nauk Roln., nr 4/88, s. 35 - 56
- [4] Kołodziej J., 1977/78: Wpływ warunków meteorologicznych na przebieg fenofaz jęczmienia jarego. Ann. UMCS, sec. E, t. 32/33, s. 307 - 322
- [5] Zdybek J., 1981: Terminy siewu i niektórych faz rozwojowych zbóż ozimych. Nowe Roln., R. 30, nr 13 - 14 (645 - 646), s. 13 - 16

DURATION OF INTERPHASES OF WINTER WHEAT AGAINST THE BACKGROUND  
OF METEOROLOGICAL CONDITIONS AT AGROMETEOROLOGICAL OBSERVATORY FELIN

Summary

Investigations were based on phenological and meteorological observations carried out at the Agrometeorological Observatory Felin over the period of 1962/63 - 1981/82. There were analysed the mean and extreme dates of phenological occurrences, mean, longest and shortest duration of winter wheat interphases. In the period of the interphases, there were computed mean temperatures and sums of temperatures, sums of insolation, precipitation and evaporation.

The investigations have proved that the sum of temperatures for the vegetation period of winter wheat was  $2111^{\circ}\text{C}$ , however the sum of insolation, on the average, 1176 hours. In the period from sowing to harvest, the precipitation was 461 mm and evaporation - 351 mm, which makes a positive water balance.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ФОНЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЙ В АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В ФЕЛИНЕ

Резюме

Основой разработки явились фенологические и метеорологические наблюдения, выполняемые в Агrometeorологической обсерватории в Фелине в 1962/63 - 1981/82 гг. В работе анализировались средние и крайние даты фенологических явлений, средний, самый длинный и самый краткий периоды межфаз озимой пшеницы. В межфазных периодах учтено средние и суммы температур, суммы инсоляции, осадков и испарения.

Отметили, что средние суммы температур для вегетационного периода озимой пшеницы составляли  $2111^{\circ}\text{C}$ , средние же суммы инсоляции - 1176 часов. В период от сева до уборки озимой пшеницы выпало в среднем 461 мм осадков, а испарилось 351 мм воды, что давало положительный водный баланс.

ZALECANE I DOPUSZCZALNE TERMINY ZBIORÓW  
ZIEMNIAKÓW ŚREDNIOPÓŹNYCH I PÓŹNYCH NA POMORZU

Władysław Górka

Katedra Agrometeorologii  
Akademia Rolnicza w Szczecinie

Materiały zebrane z 13 stacji doświadczalnych COBORU i 43 posterunków fenologicznych IMGW oraz dane meteorologiczne zebrane z 88 stacji meteorologicznych i posterunków opadowych dotyczą okresu 1956 - 1980. W oparciu o przyjęte progi termiczne ( $10^{\circ}\text{C}$  i  $12^{\circ}\text{C}$ ) i niekorzystne dla zbiorów czynniki meteorologiczne (przymrozki, liczbę dni z opadem, dni dżdżyste i nadmierny stan uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby) wydzielono na Pomorzu strefy i obszary z zalecanymi i dopuszczalnymi terminami zbioru ziemniaków średniopóźnych i późnych. Dopuszczalne terminy zbioru są przeciętnie od 5 do 15 dni wcześniejsze w porównaniu do średnich terminów stosowanych w badanym wieloleciu (1956 - 1980).

## 1. WSTĘP

Ziemniaki średniopóźne i późne na Pomorzu charakteryzuje wysoki, około 70 % udział w obrębie wszystkich grup wczesności, stosunkowo wysokie i wierne plony, kumulowane w długim okresie ich wegetacji. Poważnych trudności nastroczają późne terminy zbiorów, przypadające z reguły na okres jesiennego spiętrzenia prac polowych oraz dużą możliwość występowania niekorzystnych warunków pogodowych. Warunki pogodowe, w jakich dokonywany jest zbiór (zwłaszcza zmechanizowany), rzutują na skalę ubytków w procesie jego przechowywania.

Zachodzi więc pytanie, gdzie i kiedy na Pomorzu przebieg pogody stwarza optymalne warunki dla zbioru ziemniaków, przy pełnej dojrzałości fizjologicznej i technicznej, zwłaszcza w rejonach o skróconym okresie wegetacyjnym.

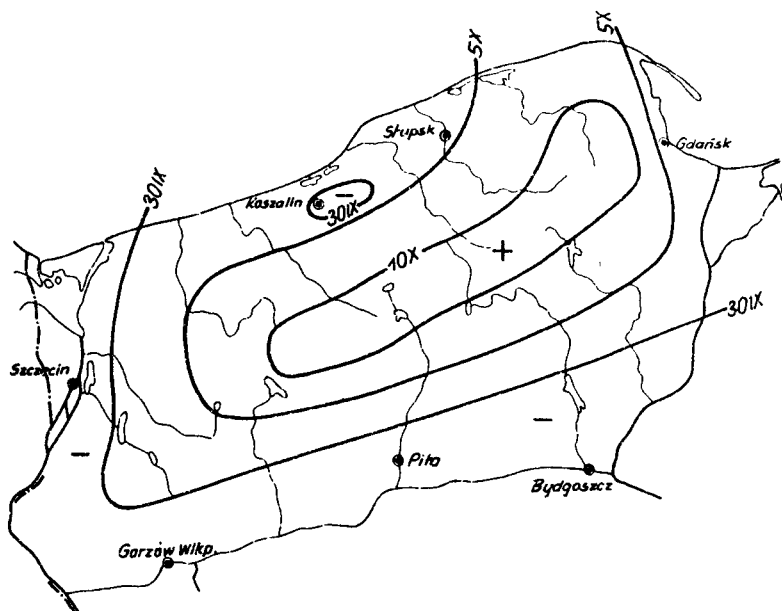
## 2. MATERIAŁ I METODA

Podstawę opracowania stanowią materiały agrofenologiczne zebrane z 13 stacji doświadczalnych COBORU, dane fenologiczne z 43 posterunków fenologicznych IMGW za lata 1956 - 1975 oraz dane klimatyczne z 88 stacji i posterunków meteorologicznych za lata 1956 - 1980.

Charakterystykę danych agrofenologicznych, elementów i zjawisk meteorologicznych przeprowadzono za pomocą wartości średnich i skrajnych dat występowania wartości progowych (temperatur powietrza i gleby), częstotliwości, a także prawdopodobieństwa występowania.

### 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

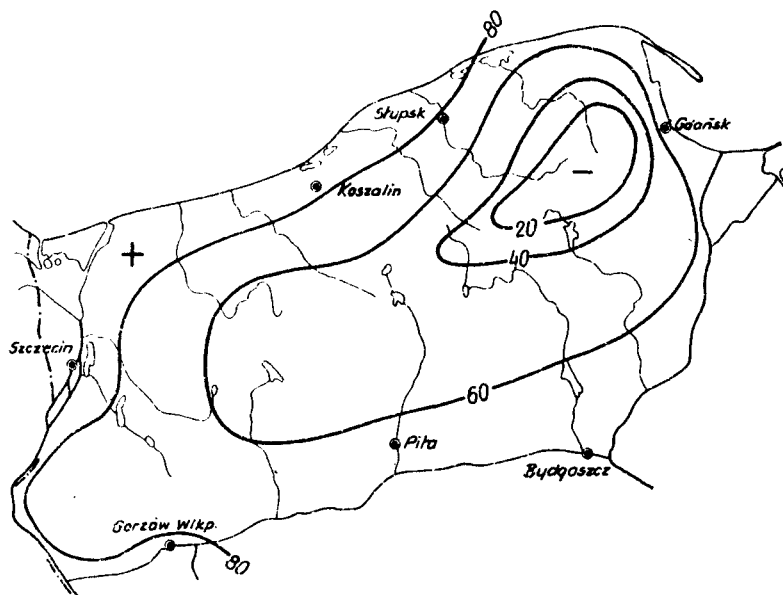
Przeciętnie najwcześniejsze terminy zbiorów ziemniaków przed 30 września, obserwuje się w zachodniej i południowej części Pomorza, a lokalnie także w okolicy Koszalina. Najpóźniejsze natomiast, po 10 października, w najwyższych regionach moren pomorskich (rys.1).



Rys.1. Średnie daty zbioru ziemniaków średniopóźnych i późnych za lata 1956-1975

Fig.1. Mean dates of harvesting of mid-late and late potatoes for the years 1956-1975

Według literatury i zaleceń agrotechnicznych, dopuszczalny termin zbiorów ziemniaków wyznacza nam data przejścia temperatury powietrza przez próg  $10^{\circ}\text{C}$ , natomiast termin zalecany - przez próg  $12^{\circ}\text{C}$ . Jak wynika z analizy rysunków 1 i 2, w południowej i zachodniej części Pomorza ziemniaki późne zbierane są przeważnie w terminach dopuszczalnych, a rzadko w terminach zalecanych, to jest o optymalnych warunkach termicznych i sprzyjającej pogodzie.



Rys.2. Prawdopodobieństwo końca okresu z ustaloną średnią dobową temperaturą powietrza  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  przypadające na średnią datę zbioru ziemniaków średniopóźnych i późnych (%)

Fig.2. Probability of the end of the period with fixed mean daily air temperature  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  falling on the mean date of harvesting of mid-late and late potatoes (%)

Na pozostałym terenie Pomorza zbiory odbywają się już przy dużym zagrożeniu przymrozkami (rys.3) oraz w porze niezbyt korzystnych warunków wilgotnościowych powietrza i gleby.

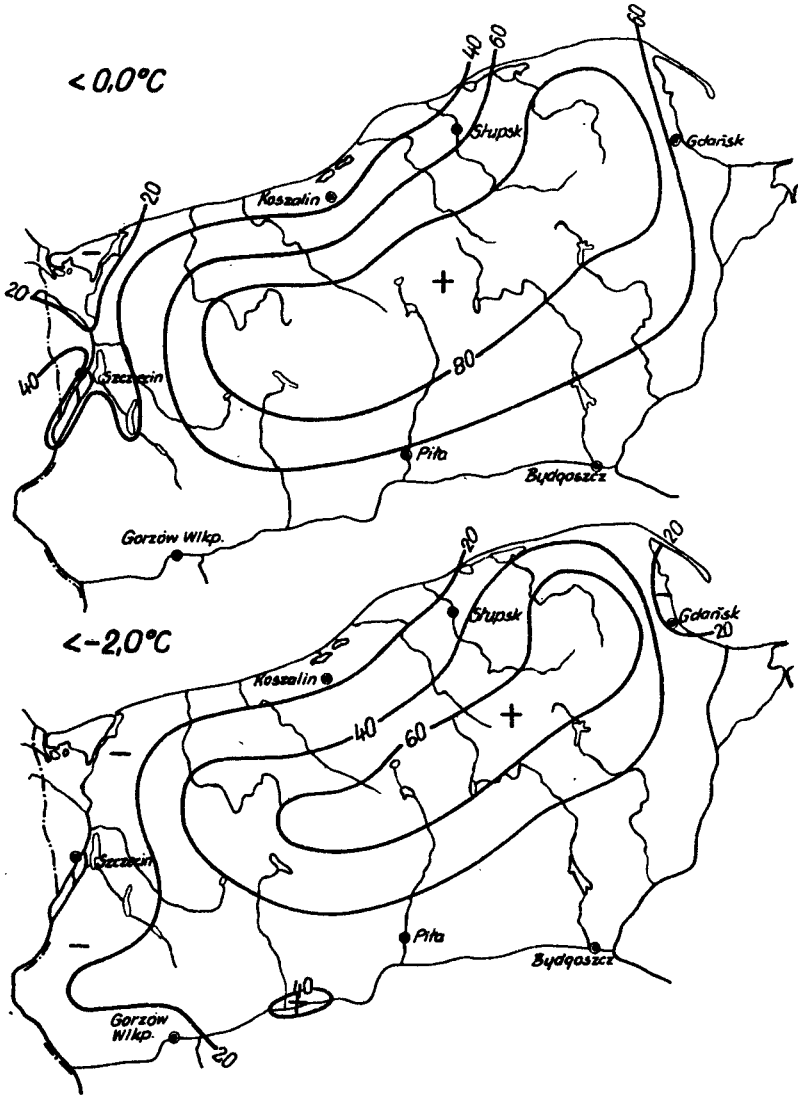
Przy wydzieleniu stref o zalecanych (rys.4) i dopuszczalnych (rys.5) terminach zbiorów ziemniaków, za wiódący czynnik uznano temperaturę powietrza. Przy terminach zalecanych uwzględniono temperaturę  $\geq 12^{\circ}\text{C}$  występującą z prawdopodobieństwem 50%, a przy terminach dopuszczalnych temperaturę  $\geq 10^{\circ}\text{C}$ , z prawdopodobieństwem 80%.

W obrębie każdej strefy wydzielono dodatkowo obszary różniące się między sobą prawdopodobieństwem występowania pierwszych, jesiennych przymrozków przygruntowych, liczbą dni z opadem dobowym  $\geq 5,0$  mm, liczbą przypadków występowania serii  $\geq 3$  dni dżdżystych, a także częstotliwością występowania nadmiernego stanu uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby (tabele 1 i 2).

W efekcie wyróżniono cztery strefy, a w ich obrębie osiem obszarów z zalecanymi terminami zbiorów ziemniaków późnych. Najmniej korzystnymi warunkami zbiorów odznacza się strefa I, najkorzystniejszymi natomiast strefa IV (rys.4 i tab.1).

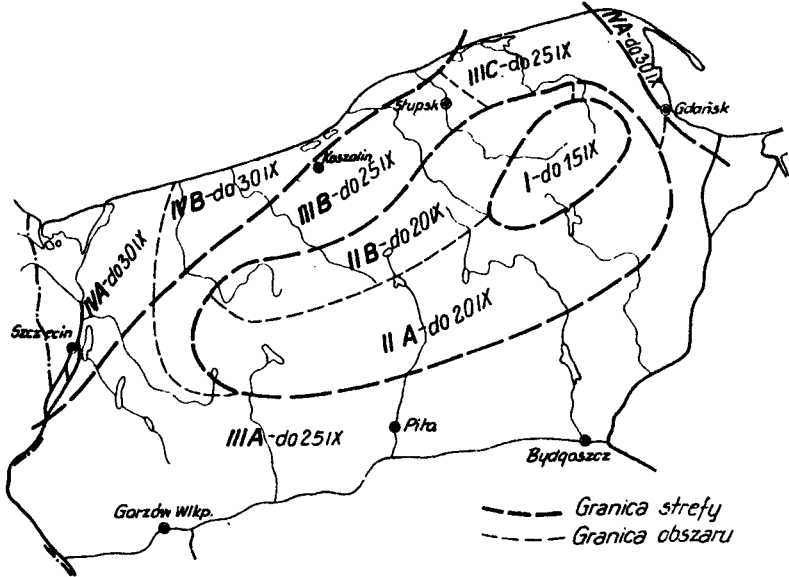
Nie zawsze warunki meteorologiczne w całym okresie wegetacyjnym i związana z nim organizacja prac polowych pozwalają na przeprowadzenie zbiorów ziemniaków w terminach zalecanych. Stąd też wyróżniono na Pomorzu

również cztery strefy i dziewięć obszarów z dopuszczalnymi terminami zbiorów ziemniaków późnych (rys.5 i tab.1).



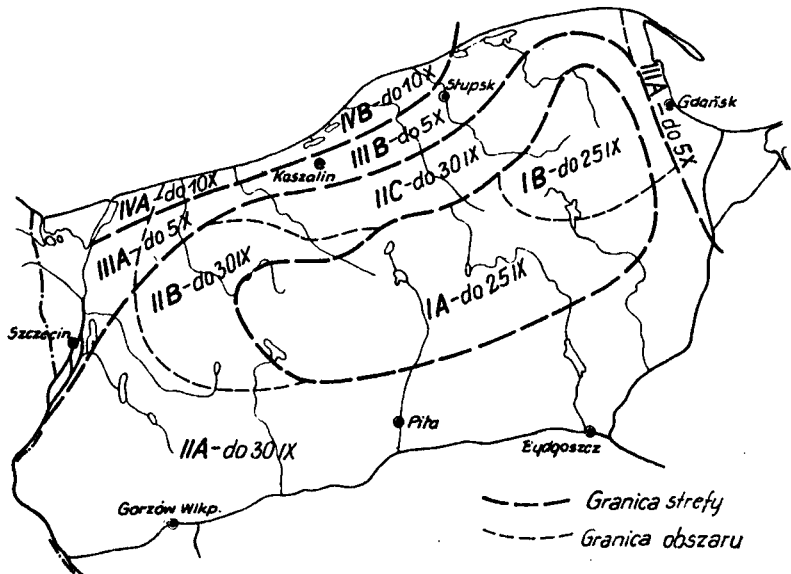
Rys.3. Prawdopodobieństwo pierwszych jesiennych przymrozków przygruntowych o intensywności  $\leq 0,0^{\circ}\text{C}$  i  $\leq -2,0^{\circ}\text{C}$  do średnich dat zbioru ziemniaków średniopóźnych i późnych (%%)

Fig.3. Probability of the initial autumnal ground frosts with the  $\leq 0,0^{\circ}\text{C}$  and  $\leq -2,0^{\circ}\text{C}$ , intensity till the mean dates of harvesting of mid-late and late potatoes (%%)



Rys.4. Zalecane terminy zbioru ziemniaków średniopóźnych i późnych na Pomorzu ze względu na warunki hydrotermiczne

Fig.4. Recommended terms of harvesting of mid-late and late potatoes in Pomerania in depending on the hydrothermal conditions



Rys.5. Dopuszczalne terminy zbioru ziemniaków średniopóźnych i późnych na Pomorzu ze względu na warunki hydrotermiczne

Fig.5. Ultimate terms of harvesting of mid-late and late potatoes in Pomerania depending on the hydrothermal conditions

Tabela 1  
Table 1

Ilościowa charakterystyka stref i obszarów zalecanych terminów zbiorów ziemniaków średniopóźnych i późnych na Pomorzu, wydzielonych w oparciu o czynniki hydrotermiczne między progowymi temperaturami powietrza 14-12°C występującymi z prawdopodobieństwem 50%

Quantitative characterization of zones and areas of recommended harvest times of mid-late and late potatoes in Pomerania established on the basis of hydrothermal factors between air temperature limits 14-12°C occurring with 50% probability

Strefy i obszary	Daty, do których średnie dobowe temperatury powietrza wynoszą $\geq 12^{\circ}\text{C}$	Prawdopodobieństwo pierwszych jesiennych przymrozków przygruntowych $\leq -2,0^{\circ}\text{C}$ do daty przejścia temperatury dobowej powietrza przez próg $\geq 12^{\circ}\text{C}$ na jesieni (%)	Liczba dni pomiędzy przymrokami temperaturami powyżej 14-12°C na jesieni	Liczba dni z opadem dobowym $\geq 5,0$ mm (%)	Średnia liczba serii $\geq 3$ dni dżdżystych	Nadmierny stan uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby (%)
Zones and areas	Dates till which the mean daily air temperatures are $12^{\circ}\text{C}$	Probability of the initial autumnal ground frosts $\leq -2,0^{\circ}\text{C}$ to the date of obtaining the daily air temperature limit $12^{\circ}\text{C}$ in autumn	Number of days between the air temperature limits 14-12°C in autumn	Number of days with rainfall $\geq 5,0$ mm (%)	Number mean of series of $\geq 3$ rainy days	Excessive moisture of top layer of soil (%)
I	do 15.09.	$> 20$	10-12	10-15	0,5-0,7	10-15
II A	do 20.09.	10-20	8-10	10-15	$< 0,5$	10-15
II B	do 20.09.	10-20	8-10	10-20	0,5-0,7	10-20
III A	do 25.09.	$< 10$	8-10	$< 10$	$\leq 0,5$	10-15
III B	do 25.09.	$< 10$	10-14	10-20	0,5-0,7	10-20
III C	do 25.09.	10-20	10-14	16-20	$\geq 0,7$	16-20
IV A	do 30.09.	$< 10$	10-14	10-15	$< 0,7$	10-15
IV B	do 30.09.	$< 10$	12-14	16-20	0,5-0,7	16-20



Tabela 2  
Table 2

Ilościowa charakterystyka stref i obszarów dopuszczalnych terminów zbiorów ziemniaków średniopóźnych i późnych na Pomorzu, wydzielonych w oparciu o czynniki hydrotermiczne między progowymi temperaturami powietrza 12-10°C występującymi z prawdopodobieństwem 80% między progowymi temperaturami powietrza 12-10°C występującymi z prawdopodobieństwem 80%

Quantitative characterization of zones and areas of ultimate harvest times of mid-late and late potatoes in Pomerania established on the basis of hydrothermal factors between air temperature limits 12-10°C occurring with 80% probability

Strefy i obszary	Daty, do których średnie dobowe temperatury powietrza wynoszą $\geq 10^{\circ}\text{C}$	Prawdopodobieństwo pierwszych jesiennych przymrozków przygruntowych $\leq -2,0^{\circ}\text{C}$ do daty przejścia temperatury dobowej powietrza przez próg $\geq 10^{\circ}\text{C}$ na jesieni (%)	Liczba dni pomiędzy temperaturami powietrza 12-10°C na jesieni	Liczba dni z opadem dobowym $\geq 5,0\text{ mm}$ (%)	Średnia liczba serii $\geq 3$ dni dzdżystych	Nadmierny stan uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby (%)
Zones and areas	Dates till which the mean daily air temperatures are $\geq 10^{\circ}\text{C}$	Probability of the initial autumn ground frosts $\leq -2,0^{\circ}\text{C}$ to the date of obtaining the daily air temperature limit $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in autumn	Number of days between the air temperature limits 12-10°C in autumn	Number of days with rainfall $\geq 5,0\text{ mm}$ (%)	Number mean of series of $\geq 3$ rainy days	Excessive moisture of top layer of soil (%)
I A	do 25.09.	21-30	10-14	11-15	0,6-0,8	11-15
I B	do 25.09.	$\geq 30$	12-14	11-15	0,6-0,8	11-20
II A	do 30.09.	11-20	$< 12$	$< 10$	$< 0,6$	$< 10$
II B	do 30.09.	11-20	12-16	11-15	0,6-0,8	11-15
II C	do 30.09.	16-30	14-16	11-15	0,6-0,8	16-25
III A	do 5.10.	6-15	16-18	11-15	0,6-0,8	11-20
III B	do 5.10.	16-30	16-18	$> 15$	$> 0,8$	21-30
IV A	do 10.10.	$< 10$	$> 18$	11-15	0,6-0,8	11-15
IV B	do 10.10.	11-20	$> 18$	$> 15$	$> 0,8$	16-30

## 4. WNIOSKI I ZALECENIA

1. Wobec dużej powtarzalności niekorzystnych warunków pogodowych, zachodzi pilna potrzeba przyspieszenia terminów zbiorów ziemniaków późnych w porównaniu do obecnie stosowanych, średnio od około 5 dni w zachodniej części Pomorza, do około 15 dni w rejonie północno-wschodnim i wyższych partiach wzniesień Pomorza. Należałoby jednak wziąć pod uwagę strefy związane z ewentualnym skróceniem wegetacji ziemniaków późnych. Przeprowadzenie pełnego rachunku optymalizacyjnego winno dać odpowiedź na postawione wątpliwości.

2. W oparciu o przyjęte progi termiczne i niekorzystne dla zbiorów czynniki meteorologiczne, wydzielono na Pomorzu strefy i obszary z zalecanymi i dopuszczalnymi terminami zbiorów ziemniaków średniopóźnych i późnych. Dopuszczalne terminy zbiorów ziemniaków na Pomorzu są od 5 do 10 dni późniejsze w porównaniu do terminów zalecanych.

3. Ze względu na konieczność przyspieszenia zbiorów ziemniaków w części północno-wschodniej Pomorza, zwłaszcza w wyższych jego partiach, aż o 15 dni, a także z uwagi na skrócony tam okres wegetacji, należałoby ograniczyć w tej części Pomorza uprawę ziemniaków późnych, na rzecz odmian z grupy średniowczesnych i średniopóźnych.

## LITERATURA

- [1] Gabriel W., 1974: Ziemniak. PWRiL Warszawa
- [2] Karwowski T., 1980: Kompleksowa mechanizacja produkcji ziemniaków. PWRiL Warszawa
- [3] Koźmiński C., Górka W., 1983: Ocena klimatycznych warunków termicznych i opadowych woj. koszalińskiego i słupskiego dla uprawy ziemniaków średniopóźnych i późnych. Biuletyn Instytutu Ziemniaka nr 29, Bonin
- [4] Kubicki K., 1974: Wnioski z dotychczasowych badań odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne. Materiały z Sesji Naukowej 5-6.03.74 - Bonin
- [5] Lipiński J., 1973: Mrozoodporność ziemniaka w świetle literatury. Biuletyn Instytutu Ziemniaka nr 11, Bonin
- [6] Roztropowicz S., 1980: Stan i kierunki badań w najbliższej przyszłości nad agrotechniką ziemniaków. Nowe Rolnictwo nr 4

RECOMMENDED AND ULTIMATE TERMS OF HARVESTING  
MID-LATE AND LATE POTATOES IN POMERANIA

## Summary

Basic agrophenological data were collected from 13 COBORU experimental stations and 43 phenological stations.

Meteorological data were taken from 88 meteorological stations and precipitation measuring posts for the years 1956-1980.

On the basis of accepted temperature limits ( $10^{\circ}\text{C}$  and  $12^{\circ}\text{C}$ ) and meteorological conditions unfavourable for harvest (early frost, the total number of rainy days, series of rainy days and an excessive moisture of top soil), Pomerania was divided into areas with recommended and ultimate terms for harvesting mid-late and late potatoes.

The ultimate terms of harvest are, on the average, from 5-15 days earlier in comparison with the average dates of harvest in the years 1956-1980.

ПРЕДПИСАННЫЕ И ДОПУСТИМЫЕ СРОКИ УБОРКИ СРЕДНЕПОЗДНЕГО  
И ПОЗДНЕГО КАРТОФЕЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПОМОРЬЯ

## Резюме

Материалом для исследований служили данные из 13 опытных станций ЦОБОРУ и 43 фенологических постов ИМГВ, а также метеорологические данные, собранные из 88 метеорологических станций и постов для измерения осадков за 1956 - 1980 гг. На основании принятых термических порогов  $10^{\circ}\text{C}$  и  $12^{\circ}\text{C}$ , а также неблагоприятных для уборки урожая метеорологических факторов /замерзаний, числа дней с осадками, дождливых дней и чрезмерной влажности наружного слоя почвы/ на территории Поморья были выделены зоны и районы с предписанными и допустимыми сроками для уборки среднепозднего и позднего картофеля. В среднем допустимые сроки уборки на 5 - 15 дней раньше, чем сроки уборки, применявшиеся в среднем за исследованное многолетие /1956 - 1980/.



CZĘSTOTLIWOŚĆ WYSTĘPOWANIA OKRESÓW POSUSZNYCH W REJONIE BYDGOSZCZY  
NA PODSTAWIE 120-LETNICH OBSERWACJI

Sabina Konopko

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych  
Oddział w Bydgoszczy

W rejonie bydgoskim sumy opadów w okresie wegetacji od kwietnia do września wynoszą średnio 317 mm (1861-1980). W okresie 120-letnim wystąpiły opady bardzo niskie rzędu 159 mm (1921) i najwyższe 650 mm (1980).

Stwierdzono, że opady poniżej 5 mm na dobę występują z częstotliwością 74,1% i stanowią 24,8% ogólnej sumy opadów (IV-IX). Podstawowy przychód wody przypadający na zwilżenie profilu glebowego pod roślinnością pochodzi z opadów o niskiej częstotliwości i dużym natężeniu. W rejonie bydgoskim występują często okresy posuszne bezopadowe i z opadami bardzo niskimi. Najczęściej zdarzają się one wiosną w kwietniu i maju oraz jesienią.

## 1. WSTĘP

Województwo bydgoskie leży w strefie niskich opadów atmosferycznych o dużej zmienności. Występują tu lata bardzo suche i lata mokre.

W produkcji rolnej ważna jest ilość opadów i ich rozkład w czasie. Długotrwałe okresy bezopadowe lub z bardzo małymi opadami są szkodliwe dla roślin, zwłaszcza gdy parowanie terenowe jest wysokie. W literaturze okresy takie nazywa się posuchami. Np. A. Schmuck (1969) wyróżnił posuchę według dni bezopadowych, i tak:

- posuchę (9 - 17 dni),
- umiarkowaną posuchę (18 - 28 dni),
- długotrwałą posuchę (ponad 28 dni).

Według W. Przedpełskiej (1970), A. Schmucka (1969), najbardziej narażony na posuchę jest pas środkowej, nizinnej części Polski, gdzie średnie roczne różnice między opadami i parowaniem wynoszą od 200 do 300 mm. Posuchy w rejonie środkowej Polski występują bardzo często w czasie wegetacji roślin, z tym, że ich większe nasilenie przypada na okres wiosenny i jesienny. Obserwuje się tu również długotrwałe okresy posuszne przedzielone niewielkimi opadami atmosferycznymi. Dobowy opad atmosferyczny, nawet wysoki, nie łagodzi na długo skutków okresu posusznego, ponieważ w warunkach wysokich temperatur i niskiej wilgotności względnej powietrza parowanie terenowe jest wysokie. Poza tym część takiego opadu przechodzi w spływ powierzchniowy i wglębny. Dni bezopadowe lub z bardzo małymi opadami są

szkodliwe dla rozwoju roślin, jeżeli w tym samym czasie występują warunki klimatyczne sprzyjające wysokiej ewapotranspiracji, a zapasy wody glebowej dostępnej dla roślin są małe lub bliskie wyczerpania. Jest to czas łącznego występowania suszy atmosferycznej i glebowej.

Celem badań było wykazanie, że w rejonie bydgoskim istnieją potrzeby nawodnień upraw rolniczych tak w latach suchych, jak i średnich pod względem opadów atmosferycznych. Występują tu niskie opady atmosferyczne o niekorzystnym rozkładzie, co prowadzi do utrzymywania się długotrwałych okresów posusznych. Posuchy prowadzą do wysokich obniżek plonów rolniczych. Np. posucha w 1951 roku według A. Kostrowickiego (1968) spowodowała obniżkę plonów ogółem w Polsce o 30%, a około 50% spadły plony drugiego pokosu siana i koniczyny (cytat za Cz. Radomskim - 1977).

## 2. METODYKA BADAŃ

Obliczono prawdopodobieństwo występowania opadów atmosferycznych w okresie I-XII, korzystając z notowań ze stacji IMUZ Bydgoszcz za lata 1861 - 1980.

Następnie, korzystając z pomiarów dobowych, wydzielono okresy posuszne (IV-IX) w latach 1950 - 1983 o następującej długości trwania:

- 1) 10 do 19 dni,
- 2) 20 do 30 dni,
- 3) ponad 30 dni.

W opracowaniu przyjęto za okres posuszny taki, w którym występują dni bez opadów atmosferycznych lub z opadami bardzo niskimi, nie przekraczającymi 0,5 mm na dobę okresu posusznego. Poza tym przyjęto, że opad dobowy równy 5 mm kończy okres posuszny, ponieważ zwilży rośliny i górną warstwę gleby oraz zmniejszy niedosyt wilgotności powietrza nad łanem roślinnym. W pełni wegetacji roślin średnie dobowe parowanie terenowe może przekraczać 5 mm, a więc przyjęto, że opad 5 mm wystarczy na jeden dzień parowania terenowego. Wiosną, mimo niższego parowania terenowego (2 - 3 mm), opad równy 5 mm/dobę zwilży górną warstwę gleby około 5 cm i nawodni kiełkujące lub ukorzeniające się młode rośliny.

## 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Średnie wieloletnie sumy roczne opadów atmosferycznych w Bydgoszczy wynoszą 518 mm. Zanotowano jednak opady najwyższe 809 mm w 1980 roku i najniższe 330 mm w 1981 roku i 322 mm w 1982 roku. Najniższe opady występują w miesiącach zimowych, a najwyższe w czerwcu i lipcu. W analizowanym okresie zdarzały się miesiące bez opadów atmosferycznych (październik 1951, listopad 1920) oraz o opadach maksymalnych 317 mm (czerwiec 1980) - - tabela 1.

Tabela 1

Table 1

Średnie oraz absolutne najwyższe i najniższe sumy miesięczne opadów atmosferycznych w Bydgoszczy w okresie 1861 - 1980 (mm)

Average and the absolutely highest and lowest monthly sums of precipitation in Bydgoszcz for the period 1861 - 1980 (mm)

Miesiąc Month	Opady w mm Precipitation in mm		
	średnie mean	najwyższe w latach maximum in the year	najniższe w latach minimum in the year
I	30	77 (1891)	5 (1933)
II	25	61 (1894)	1 (1890)
III	29	85 (1888)	6 (1950)
IV	35	96 (1867)	1 (1940)
V	51	155 (1929)	5 (1881, 1909)
VI	58	317 (1980)	18 (1896, 1977)
VII	72	216 (1954)	8 (1906)
VIII	62	160 (1866)	7 (1937, 1942, 1959)
IX	43	131 (1913)	5 (1951, 1959)
X	39	150 (1974)	0 (1951)
XI	37	102 (1869)	0 (1920)
XII	35	96 (1959)	3 (1972)
rok year	518	809 (1980)	322 (1982) 330 (1881)

Stwierdzono, że w okresie wegetacyjnym duże opady, powyżej 5 mm na dobę, występują z małą częstotliwością (17 - 30%), lecz stanowią one 75% sumy opadów (tab.2). Opady mniejsze od 5 mm na dobę zdarzają się często (74,1%), lecz dostarczają tylko 25% wody opadowej. Główny przychód wody opadowej za miesiąc lub wegetację pochodzi z opadów intensywnych, które mają często niewielki zasięg. Wobec tego miejscowości położone w pobliżu siebie mają bardzo różne opady dobowe, miesięczne i roczne. Taki rozkład opadów i ich lokalna zmienność sprzyja występowaniu długotrwałych okresów posusznych w naszym rejonie. Np. w 1951 roku w bydgoskim, od kwietnia do września, było pięć okresów posusznych:

opad za okres posuszny

- |                        |        |        |
|------------------------|--------|--------|
| 1) od 1.04. do 28.04.  | 28 dni | 2,3 mm |
| 2) od 1.05. do 19.05.  | 19 dni | 6,3 mm |
| 3) od 24.05. do 9.06.  | 17 dni | 2,2 mm |
| 4) od 26.07. do 8.08.  | 14 dni | 2,7 mm |
| 5) od 24.08. do 30.09. | 38 dni | 7,3 mm |

W latach średnich pod względem sumy opadów występują również długo-trwałe okresy posuszne, jak np.: w 1952 czy 1975 roku.

Tabela 2

Table 2

Częstość występowania oraz sumy opadów większych i mniejszych od 5 mm/dobę  
wyrażone w % w okresie IV - IX, z lat 1961 - 1980 w Bydgoszczy

Frequency of occurrence and precipitation totals greater and less  
than 5 mm/day in % in the IV-IX, in the year 1961 - 1980 in Bydgoszcz

Oznaczenia Remarks	Opad dobowy Daily pre- cipitation	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Średnia Mean IV - IX
Częstość występowania opadów w % Frequency of oc- currence in %	do 5 mm to 5 mm	82,4	72,1	70,0	72,0	71,5	76,4	74,1
	powyżej 5 mm greater than 5 mm	17,6	27,9	30,0	28,0	28,5	23,6	25,9
Miesięczna suma opadów w % Monthly sum of precipitation in %	do 5 mm to 5 mm	37,0	23,0	19,0	20,2	22,5	27,3	24,8
	powyżej 5 mm greater than 5 mm	63,0	77,0	81,0	79,8	77,5	72,7	75,2

W tabeli 3 zestawiono wielkość rocznych opadów atmosferycznych w Bydgoszczy przy różnym prawdopodobieństwie opadów.

Tabela 3

Table 3

Wielkość opadów od I - XII, w mm w Bydgoszczy,  
przy różnym prawdopodobieństwie w latach 1861 - 1980

Precipitation sums in the months I - XII in mm in Bydgoszcz  
for different probabilities in the years 1961 - 1980

Miesiąc Month	Prawdopodobieństwo % Probability %								
	1	5	10	20	50	80	90	95	99
I	77	56	50	40	28	17	13	11	5
II	61	51	46	34	21	13	7	6	1
III	85	71	51	41	25	14	9	8	6
IV	96	70	54	46	33	20	15	11	1
V	155	108	93	75	44	26	18	14	5
VI	317	119	97	77	47	34	28	25	18
VII	216	159	127	99	65	38	20	16	8
VIII	160	125	114	85	56	35	27	20	7
IX	131	92	79	60	38	22	15	11	5
X	150	81	68	56	38	17	8	3	1
XI	102	71	60	52	34	19	13	7	1
XII	96	70	59	50	32	18	11	7	3
Rok Year	780	674	637	589	505	444	400	372	330
(IV-IX)	495	435	413	386	317	261	225	208	159



Przeciętne opady roczne w Bydgoszczy (1861 - 1980) wynoszą 505 mm oraz 317 mm w okresie wegetacji. W latach suchych, o prawdopodobieństwie 80 %, opady roczne wynoszą tylko 444 mm i 261 mm w okresie wegetacji. Natomiast w latach bardzo suchych ( $p = 95\%$ ) - 372 mm za rok i 208 mm za okres letni. Zdarzają się i lata mokre, kiedy opady wystarczają dla rozwoju roślin lub są w nadmiarze.

W tabeli 4 zestawiono liczbę okresów posusznych, jakie wystąpiły od kwietnia do września w latach 1950 - 1983.

Tabela 4

Table 4

Liczba okresów posusznych w Bydgoszczy (IV-IX) w latach 1950-1983  
Number of semi-dry periods in Bydgoszcz (IV-IX) in the years 1950-1983

Lp. Number	Rok Year	10 - 19 dni 10 - 19 days	20 - 30 dni 20 - 30 days	Powyżej 30 dni More than 30 days
1	1950	2	1	-
2	1951	3	1	1
3	1952	2	-	1
4	1953	4	-	-
5	1954	1	3	-
6	1955	4	3	-
7	1956	1	-	1
8	1957	6	1	-
9	1958	3	1	-
10	1959	3	1	1
11	1960	6	-	-
12	1961	3	2	-
13	1962	2	2	-
14	1963	4	1	-
15	1964	2	1	1
16	1965	4	1	-
17	1966	5	1	-
18	1967	6	-	-
19	1968	3	2	-
20	1969	4	1	1
21	1970	4	-	-
22	1971	3	1	1
23	1972	5	-	1
24	1973	4	2	-
25	1974	2	2	-
26	1975	2	2	1
27	1976	5	1	1
28	1977	6	-	-
29	1978	3	-	1
30	1979	1	5	-
31	1980	4	2	-
32	1981	2	2	1
33	1982	3	1	1
34	1983	1	1	1
Suma Sum		113	41	14
Średnia roczna Annual average		3,3	1,2	0,4
Wahania od - do Extreme values		1 - 6	0 - 5	0 - 1

W 34 latach wystąpiły 113 okresy posuszne, trwające 10-19 dni. Okresy te były w każdym roku analizowanego wielolecia z częstotliwością pojawów od jednego do sześciu, okresy posuszne trwające 20-30 dni wystąpiły z częstotliwością od zera do pięciu w okresie letnim (średnio 1,2). Takie okresy zanotowano w 25 latach na 34, czyli zdarzyły się w 73 % lat. Okresy posuszne trwające powyżej 30 dni wystąpiły w 14 analizowanych latach (tj. w 41%), niemal co drugi rok.

W tabeli 5 zestawiono długotrwałe okresy posuszne.

Tabela 5

Table 5

Okresy posuszne trwające ponad 30 dni, występujące w latach 1950-1983 oraz suma opadów atmosferycznych w mm za okres posuszny

Semi-dry periods lasting more than 30 days in the years 1950-1983 and precipitations sums in mm in the semi-dry period

Lp. Number	Rok Year	Data wystąpień Period	Ilość dni Number of days	Opady za okres posuszny Precipitation in the semi-dry period mm
1	1951	24.08 - 30.09	38	7,3
2	1952	28.06 - 9.08	43	16,7
3	1956	21.04 - 10.06	51	18,4
4	1959	1.08 - 30.09	61	12,2
5	1964	15.05 - 19.06	36	8,4
6	1969	10.07 - 11.08	33	2,9
7	1971	6.08 - 8.09	34	14,4
8	1972	25.06 - 24.07	30	5,3
9	1975	16.08 - 26.09	41	4,3
10	1976	1.04 - 12.05	42	12,6
11	1978*	8.05 - 10.06	34	9,2
12	1981	30.08 - 30.09	32	16,0
13	1982	18.08 - 30.09	44	4,4
14	1983	15.06 - 15.07	31	7,7

\* Na glebach lekkich zasychały zboża jare i nie wydały ziarna.  
Spring corns dried on sandy soils.

Najdłuższy okres posuszny zdarzył się w 1959 roku i trwał 61 dni, w tym czasie opad sumaryczny wynosił 12,2 mm. Była to susza jesienna od 1 sierpnia do 30 września.

W roku 1956 posucha wiosenna trwała 51 dni (od 21 kwietnia do 10 czerwca), a opad sumaryczny wynosił 18,4 mm. Długotrwałe okresy posuszne, występujące w maju i czerwcu, obniżają plon, zwłaszcza zbóż jarych. Np. w 1978 roku posucha trwała od 8 maja do 10 czerwca, powodując na glebach

lekkich zasychanie zbóż jarych, które jeszcze nie wykształciły ziarna.

W tabeli 6 zestawiono okresy posuszne trwające ponad 10 dni w wybranych latach o różnym prawdopodobieństwie opadów letnich (IV - IX).

Tabela 6

Table 6

Okresy posuszne trwające ponad 10 dni w wybranych latach  
o różnych opadach w okresie wegetacji (IV - IX)  
(Stacja IMUZ Bydgoszcz)

Semi-dry periods lasting more than 10 days in the characteristic years  
with different precipitation sums in the growth season (IV-IX)  
(IMUZ Bydgoszcz)

Rok	Opad w mm	Okres posuszny	Ilość dni	Opad w mm w okresie posuszny
Year	Precipitation in mm	Semi-dry period	Number of days	Precipitation in the semi-dry period in mm
1985 bardzo suchy very dry	212	9.04 - 22.04	14	1,8
		24.04 - 15.05	22	5,7
		25.05 - 11.06	18	-
		13.06 - 26.06	14	7,1
		16.07 - 29.07	14	5,8
		16.08 - 13.09	29	9,3
		18.09 - 3.10	16	0,6
1975 średni average	315	16.04 - 4.05	19	1,1
		20.05 - 8.06	20	1,9
		24.06 - 18.07	25	7,0
		28.07 - 11.08	15	2,6
		16.08 - 26.09	41	4,3
1976 posuszny semi-dry	281	1.04 - 12.05	42	12,6
		15.05 - 23.05	9	0,8
		1.06 - 14.06	14	3,9
		21.06 - 7.07	17	2,7
		12.07 - 22.07	11	4,3
		25.07 - 17.08	24	8,4
		21.08 - 30.08	10	0,1
1.09 - 13.09	13	2,8		
1977 wilgotny wet	412	26.04 - 6.05	11	4,2
		22.05 - 31.05	10	0,2
		2.06 - 18.06	17	1,6
		21.06 - 2.07	12	1,2
		11.07 - 21.07	11	3,3
		20.08 - 3.09	15	1,0

Z tabeli 6 wynika, że okresy bezopadowe występują w rejonie bydgoskim w latach suchych, w latach zbliżonych do średniej wieloletniej oraz w latach wilgotnych. Niekorzystny wpływ na rozwój roślin mają wszystkie długotrwałe okresy posuszne. Najbardziej obniżające plonowanie roślin są posuchy w latach o niskich opadach atmosferycznych, w okresach o małych zapasach wody w glebie. Zdarza się również, że lata średnie lub zbliżone do średnich pod względem opadów atmosferycznych należą do lat suchych rolni-

czo, np. lata 1975 i 1976, kiedy suma opadów w półroczu letnim była bliska średniej wieloletniej (315 mm i 281 mm). Po suszy jesiennej 1975 r. trwającej 41 dni, wiosną 1976 roku wystąpiła długotrwała susza trwająca 42 dni. W rolnictwie była to susza atmosferyczna i glebowa, a przez cały czas wegetacji 1976 roku występowały długotrwałe okresy posuszne. Np. w lipcu spadło łącznie 60,5 mm, z tego połowa przypadła na opad dobowy w dniu 23 lipca 1976 roku (26,9 mm). Sierpień, po suchym lipcu, był upalny, bezchmurny i na sumę 51,6 mm opadu miesięcznego składały się w połowie dwa dni z wysokim opadem: 20 sierpnia 1976 roku - 20,0 mm i 31 sierpnia 1976 roku - 14,8 mm. Wrzesień 1976 roku, w odczuciu rolnictwa, był suchy, mimo wysokiej sumy miesięcznej opadów wynoszącej 95,2 mm. Zanotowano trzy dni z wysokim opadem, które dały 80 % normy miesięcznej: 15 września 1976 roku - 34,0 mm, 24 września 1976 roku - 21,8 mm i 27 września 1976 roku - 17,9 mm. W ciągu tych trzech dni spadło razem 73,7 mm wody.

#### 4. WNIOSKI

1. W rejonie bydgoskim rozkład opadów jest niekorzystny dla produkcji roślinnej, gdyż często występują lata o opadach letnich niższych od potrzeb wodnych roślin.

2. Opady powyżej 5 mm na dobę występują z małą częstotliwością (25,9 %) dając 75,2 % sumy opadów. Sprzyja to występowaniu długotrwałych okresów posusznych, obniżających plonowanie roślin.

3. Często występujące okresy posuszne stwarzają konieczność nawodnień roślin uprawianych na glebach lekkich o małej pojemności wodnej, w lata uważane za suche i średnie pod względem opadów atmosferycznych.

4. Najbardziej niekorzystne dla rolnictwa są lata posuszne występujące po roku suchym, z powodu głębokiego wyczerpania zapasów wody w profilu glebowym.

#### LITERATURA

- [1] Hohendorf E., 1966: Opady atmosferyczne w ostatnim stuleciu w Bydgoszczy. BTN, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych, Seria B, nr 5
- [2] Koźmiński Cz., 1966: Prawdopodobieństwo posuch atmosferycznych w Polsce na przykładzie wybranych stacji meteorologicznych. Przegląd Geofizyczny nr 2
- [3] Prończuk J., 1982: Podstawy ekologii rolniczej. PWN Warszawa
- [4] Przedpeńska W., 1970: Zagadnienia susz atmosferycznych w Polsce i metody ich określania. Prace PIHM Warszawa
- [5] Radomski Cz., 1977: Agrometeorologia. PWN Warszawa

- [6] Roguski W., 1978: Parowanie terenowe kilku roślin uprawnych na glebach wytworzonych z piasków gliniastych mocnych. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln., z. 205
- [7] Schmuck A., 1962: Posuchy i wysokie opady atmosferyczne w województwie wrocławskim w latach 1950-1959. Czas. Geogr.
- [8] Schmuck A., 1969: Meteorologia i Klimatologia dla WSR. Warszawa

FREQUENCY OF DRY PERIODS NEAR BYDGOSZCZ ON THE BASIS  
OF 120-YEAR PRECIPITATION MEASUREMENTS

Summary

The average precipitation sum in the growing season (April - September) in the Bydgoszcz Region amounted to 317 mm (1861 - 1980). In the 120-year period, there were years with very low precipitation sum (to 159 mm - 1921) and very high (to 650 mm - 1980).

It has been proved that daily precipitation < 5 mm occurred with the frequency of 74,1 %. It amounted to 24,8 % of all precipitation measured in the growing season. A low, frequent and high intensity precipitation coming to fields surfaces is the essential class of precipitation which makes the soil profile wet. In the Bydgoszcz Region, periods with very low precipitation and with no precipitation have been often observed. They have occurred most often in April and May as well as in autumn.

ЧАСТОТА ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРИОДОВ ЗАСУХИ В РАЙОНЕ БЫДГОЩИ  
НА ОСНОВАНИИ 120-ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Резюме

В районе Быдгощи суммы осадков в период вегетации с апреля по сентябрь составляют в среднем 317 мм /1961 - 1980/. В течение 120-летних наблюдений выступили очень малые осадки - 159 мм /1921/ и самые большие - 650 мм /1980/.

Отметили, что осадки ниже 5 мм в сутки выступают с частотой 74,1% и составляют 24,8% общей суммы осадков /IV - IX/. Основная прибыль воды, приходящаяся на увлажнение почвы под растительностью, происходит из осадков с низкой частотой и большим напряжением. В районе Быдгощи часто выступают периоды засухи без осадков и с очень малыми осадками. Чаще всего они бывают весной в апреле и мае, а также осенью /табл. 5 и 6/.



WYKŁADNICZO-WIELOMIANOWY MODEL PROGNOZOWANIA  
PLONÓW ROŚLIN UPRAWNYCH NA PRZYKŁADZIE PSZENICY JAREJ

Leszek Kuchar

Akademia Rolnicza  
50-357 Wrocław

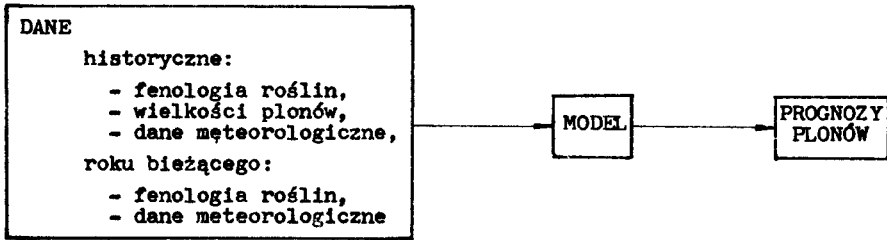
Autor prezentuje wielomianowo-wykładniczy model prognozowania plonów roślin uprawnych, na przykładzie pszenicy jarej. Powyższy model oparty jest na eksponencjalno-wielomianowym opisie zjawiska pogoda - plon oraz rozkładach prawdopodobieństw zmiennych losowych, determinujących plon. W tym przypadku jest to suma opadów i średnia temperatura w okresach przed i śródwegetacyjnym. Model zilustrowany jest przykładem prognoz roku 1977 o niskich plonach.

Problem prognoz plonów roślin uprawnych jest szczególnie ważny z punktu widzenia ekonomicznego. Z punktu widzenia rolniczego i modelowania matematycznego jest bardzo ciekawy, lecz trudny. Trudność ta polega na określeniu i opisaniu zjawisk determinujących plon w sensie matematycznym. Ten zaś etap jest dopiero punktem wyjścia tworzenia metody prognozowania plonów [1, 6, 7].

W literaturze krajowej oraz światowej istnieje wiele prac określających czynniki plonotwórcze i ich rolę w kształtowaniu plonu. Jest również wiele zależności ilustrujących wpływ pogody na plon roślin, a także metod prognozujących plon. Tworzone są one dla konkretnych roślin i obszarów geograficznych. Jednakże żadne z zależności pogoda - plon oraz żadne ze stosowanych metod prognozowania nie zdają egzaminu w regionalnych warunkach Polski. Duża zmienność klimatyczna, duże wahania pogodowe oraz zmiany plonów z roku na rok, czynią znane modele bezużytecznymi [4].

Wykładniczo-wielomianowy model prognozowania plonów roślin uprawnych stworzony został na potrzeby małych regionów rolniczych o dużych zmiennościach pogodowych, dla pszenicy jarej oraz ziemniaków [3, 4].

Schemat działania modelu jest następujący:



Poszczególne składowe schematu wyglądają następująco:

**DANE** :  $x_i$  - daty fenologiczne rośliny ( $i=1, \dots, n$ ); przykładowo dla pszenicy jarej (Obserwatorium AR Wrocław-Swojec):

- $x_1$  - pełne wschody,
- $x_2$  - krzewienie,
- $x_3$  - kłoszenie,
- $x_4$  - pełne kwitnienie,
- $x_5$  - dojrzałość mleczna,
- $x_6$  - dojrzałość woskowa,
- $x_7$  - dojrzałość pełna,

P - suma opadów w okresach:

- 1.12 -  $x_1$ ,
- $x_1$  -  $x_2$ ,
- .....
- $x_{n-1}$  -  $x_n$ ,

t - średnia temperatura w okresach:

- $x_1$  -  $x_2$ ,
- .....
- $x_{n-1}$  -  $x_n$ ,

Y - plon (masa w q/ha);

**PROGNOZY PLONÓW** : dla każdej daty  $x_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) oraz przed wegetacją, model określa prognozy plonów, jako prawdopodobieństwa przewyższenia plonu  $y_0$ , to jest  $P(Y > y_0)$  dla dowolnych wartości  $y_0$ , a także wielkość  $EY$  - oczekiwanego plonu;

**MODEL** : istota modelu tkwi w opisie zjawiska przy użyciu funkcji

$$Y(P, t) = a_0 \cdot (P - a_1) (t - a_2) \cdot e^{-a_3 P - a_4 t}$$

gdzie:

- Y(P, t) - aproksymowany plon;
- P - czynnik wodny w postaci sumy opadów od 1.12 do końca wegetacji (dojrzałość pełna lub zasychanie łądyg),



- $t$  - czynnik cieplny w postaci średniej temperatury w okresie wschody - koniec wegetacji (dojrzałość pełna lub zasychanie łądyg),  
 $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$  - współczynniki funkcji z klasy funkcji wielomianowo-wykładniczej:

$$f(P, t) = w_1(P, t) \cdot e^{-w_k(P, t)}$$

gdzie:

$w_1(P, t), w_k(P, t)$  - wielomiany dwu zmiennych stopnia  $l, k$ ;

oraz określeniu i wykorzystaniu rozkładów prawdopodobieństw zmiennych losowych determinujących plon [2, 5]. Zjawisko plonowania roślin opisano przy pomocy zmiennych meteorologicznych  $P, t$  - sumy opadów okresu poprzedzającego i w czasie wegetacji oraz średniej temperatury w czasie wegetacji. Tak określona zależność pogoda - plon, w myśl przyjętych w literaturze aproksymacji, dobrze odzwierciedla zjawisko. Określenie rozkładów prawdopodobieństw zmiennych losowych opadu i temperatur na tle fenologii roślin w okresie wegetacji, umożliwiło budowanie prognoz plonów. Wspomniane rozkłady prawdopodobieństw zmiennych losowych  $P, t$  są wielowymiarowymi rozkładami normalnymi [4]:

$$(p^{(n)}, p^{(1)}, t^{(n)}, t^{(1)}) \sim N(\mu, \Sigma) \quad \text{dla} \quad i = 2, \dots, n-1;$$

$$(p^{(n)}, p^{(1)}, t^{(n)}) \sim N(\mu, \Sigma)$$

gdzie:

- $p^{(1)}$  - suma opadów od 1.12 do daty  $x_1$  - pojawu fazy fenologicznej,  
 $t^{(1)}$  - średnia temperatura w okresie od wschodów, tj.  $x_1$ , do daty  $x_1$

Prognozy konstruuje się poprzez określenie prawdopodobieństw warunkowych:

$$P(Y > y_0) = \iint_S N(\mu, \Sigma) ds$$

gdzie:

- $s$  - obszar wartości meteorologicznych sprzyjających wytworzeniu plonu większego niż  $y_0$ , określony jako obszar ograniczony przez rozwiązanie równania

$$a_0(P - a_1)(t - a_2) \cdot e^{-a_3 P - a_4 t} = y_0$$

$N(\mu, \Sigma)$  - warunkowy rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia wartości opadu  $P$  i temperatury  $t$  w okresie całej wegetacji przy warunku, że do chwili obecnej, tj.  $x_1$ , zaobserwowano wielkości  $p^{(1)}, t^{(1)}$  [5].

Prognozy można konstruować na dowolną datę  $x_1$  i-tej fazy fenologicznej. Uzupełnieniem prognozy jest określenie plonu oczekiwanego jako wartości

$$EY = Y(P^{\mu}, t^{\mu})$$

gdzie:

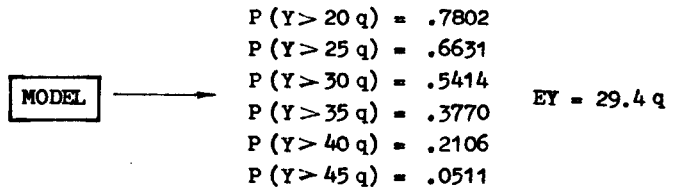
$P^{\mu}, t^{\mu}$  - parametry wektora  $\mu$ .

Model ten wstępnie przetestowano na danych uzyskanych z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologicznego Akademii Rolniczej we Wrocławiu, a następnie weryfikowano z pozytywnym rezultatem na danych Stacji Oceny Odmiel i sieci stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej na terenie Polski. W ramach rozszerzania stosowalności modelu wprowadzono standardowe dane meteorologiczne (SDM), kosztem niewielkiej utraty dokładności obliczeń. W świetle wyników przytaczanych w literaturze należy ocenić wyniki uzyskiwane przy pomocy modelu jako zadowalające [3, 4].

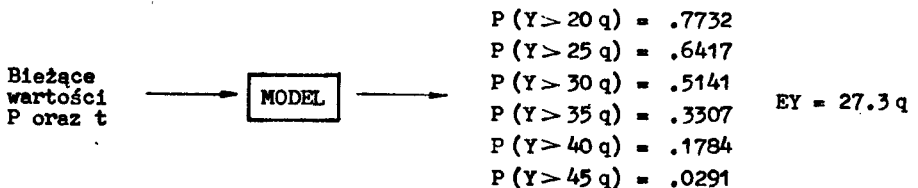
Przykład prognoz uzyskiwanych przy pomocy modelu wykładniczo - wielomianowego

Pszenica jara, Stacja AR Wrocław-Swojec, rok 1977 o bardzo niskich plonach

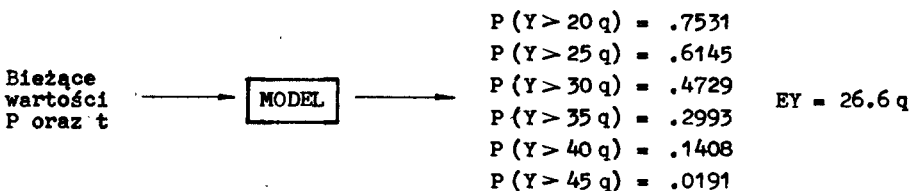
1. Prognoza plonów przed wegetacją „zerowa”



2. Prognoza w dniu „pełne wschody” po opadach zimowych - 28.04.1977



3. Prognoza plonów w dniu „krzewienie” - 11.05.1977



## 4. Prognoza plonów w dniu „strzelanie w źdźbło” - 23.05.1977

Bieżące wartości P oraz t	→	MODEL	→	$P(Y > 20 q) = .7603$	EY = 26.3 q
				$P(Y > 25 q) = .6142$	
				$P(Y > 30 q) = .4731$	
				$P(Y > 35 q) = .2834$	
				$P(Y > 40 q) = .1218$	
				$P(Y > 45 q) = .0140$	

## 5. Prognoza plonów w dniu „kłoszenie” - 19.06.1977

Bieżące wartości P oraz t	→	MODEL	→	$P(Y > 20 q) = .7828$	EY = 28.4 q
				$P(Y > 25 q) = .6481$	
				$P(Y > 30 q) = .5144$	
				$P(Y > 35 q) = .3106$	
				$P(Y > 40 q) = .1332$	
				$P(Y > 45 q) = .0215$	

## 6. Prognoza plonów w dniu „pełne kwitnienie” - 27.06.1977

Bieżące wartości P oraz t	→	MODEL	→	$P(Y > 20 q) = .7182$	EY = 25.9 q
				$P(Y > 25 q) = .5438$	
				$P(Y > 30 q) = .4094$	
				$P(Y > 35 q) = .2181$	
				$P(Y > 40 q) = .0616$	
				$P(Y > 45 q) = .0032$	

## 7. Prognoza plonów w dniu „dojrzałość mleczna” - 12.07.1977

Bieżące wartości P oraz t	→	MODEL	→	$P(Y > 20 q) = .6865$	EY = 24.6 q
				$P(Y > 25 q) = .4938$	
				$P(Y > 30 q) = .3661$	
				$P(Y > 35 q) = .1344$	
				$P(Y > 40 q) = .0334$	
				$P(Y > 45 q) = .0015$	

## 8. Prognoza plonów w dniu „dojrzłość woskowa” - 6.08.1977

Bieżące wartości P oraz t	→	MODEL	→	$P(Y > 20 q) = .7064$	EY = 24.7 q
				$P(Y > 25 q) = .5182$	
				$P(Y > 30 q) = .3742$	
				$P(Y > 35 q) = .1418$	
				$P(Y > 40 q) = .0523$	
				$P(Y > 45 q) = .0031$	

## 9. Prognoza plonów w dniu „dojrzałość pełna” - 12.08.1977

EY = 25.0 q

PLON RZECZYWISTY ROKU 1977

Y = 22.2 q

## LITERATURA

- [1] Baier W., 1977: Crop-wether models and their use in yield assessments. WMO Techn. Note 151, Geneva
- [2] Berezin I.S., Židkow N.B., 1962: Metody wycislenij. GIFML, Moskwa
- [3] Kuchar L., 1985: A method of prognosing corn crop. Bull. Appl. Math. 338, Budapest
- [4] Kuchar L., 1986: Matematyczny model prognozowania plonów roślin uprawnych na bazie danych meteorologicznych na przykładzie pszenicy jarej i ziemniaków. Praca doktorska, Akademia Rolnicza Wrocław
- [5] Rao C.R., 1973: Linear statistical inference and its applications. Wiley, New York
- [6] Robertson G.W., 1983: Weather-based mathematical models for estimating development and ripening of crops. WMO Techn. Note 620, Geneva
- [7] Starr Th., Kostrow P., 1978: The response of sprint wheat yield to anomalous climate sequences in the U.S.A. J. Appl. Meteorol. 17/8

## EXPONENTIAL-POLYNOMIAL MODEL OF FORECASTING YIELD OF PLANTS

## Summary

In this paper, the author presents a method of prognosing corn crop. Using the exponential-polynomial function, the author determines weather crop equations. Next, the probability distribution of meteorological variables (sum of rainfall, mean temperature) are presented and a possible corn crop calculated. The constructed conditional distributions give prognosis of corn crop with a given error. The method is illustrated by the prognosis made for the year 1977.

ПОКАЗАТЕЛЬНО-МНОГОЧЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА УРОЖАЯ  
КУЛЬТИВИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

## Резюме

В работе представлен метод прогноза урожая культивируемых растений на примере яровой пшеницы на базе водного и теплового факторов. Автор пользуется уравнением погода-урожай /многочленно-экспоненциальный класс функции/, которое хорошо изображает эту зависимость. Зная функцию дистрибуции метеорологических параметров во время вегетации /фенофазы: всходы - полная спелость/, автор поставляет прогнозы урожая яровой пшеницы, как вероятности выстушения разных урожаев. Метод иллюстрируется данными прогноза низкого урожая 1977 года.

WYBRANE ZAGADNIENIA Z KLIMATU WSCHODNIEJ CZĘŚCI POLSKICH KARPAT  
W ASPEKTCIE POTRZEB ROLNICTWA

Stanisław Paczos

Zakład Klimatologii, Instytut Nauk o Ziemi  
UMCS Lublin

W opracowaniu przedstawiono czasowe i przestrzenne zróżnicowanie temperatury powietrza oraz opadów atmosferycznych na obszarze wschodniej części polskich Karpat.

Materiał źródłowy stanowiły dobowe wartości wymienionych elementów meteorologicznych dla okresu 1956 - 75.

Analiza warunków termicznych i opadowych wykazała, że omawiany obszar jest pod tym względem zróżnicowany.

Przyjęcie izotermy rocznej 5°C, jako granicy korzystnych warunków klimatycznych dla rolnictwa, określa tę granicę na obszarze wschodniej części polskich Karpat na wysokości 700 m n.p.m.

## 1. WSTĘP

Aktywizacja gospodarcza terenów górskich Karpat zmierza do racjonalnego i efektywnego wykorzystania tych obszarów tak dla turystyki, rekreacji i wypoczynku, jak też do produkcji rolniczej i leśnej. Działalność gospodarcza człowieka odbywa się w określonym środowisku przyrodniczym, które najczęściej w mniejszym lub większym stopniu zostało przekształcone. Jednym z elementów tego środowiska jest klimat, oddziałujący pozytywnie, względnie negatywnie, na to środowisko i na konkretne zamierzenia człowieka. Wiele aspektów gospodarczej działalności człowieka, w tym szczególnie rolnictwo, pozostaje w bezpośredniej zależności z warunkami klimatycznymi.

Człowiek nie może w chwili obecnej zdecydowanie wpływać na zmianę, względnie modyfikację pogody, nie może kształtować jej pod kątem swoich potrzeb. Próby czynione w tym kierunku na świecie ograniczone są w zasadzie do skali lokalnej.

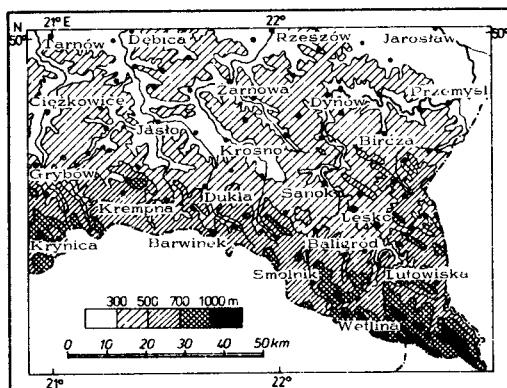
W literaturze klimatologicznej znajdujemy stosunkowo dużo opracowań odnoszących się do warunków klimatycznych polskich Karpat. Opracowania te najczęściej traktują o poszczególnych elementach meteorologicznych na obszarze polskich Karpat Zachodnich [3, 9] lub mniejszych jednostek fizyczno-geograficznych [1, 4, 5, 7, 8, 10].

W niniejszym opracowaniu szczególną uwagę zwrócono na te charakterystyki klimatu, które wydają się być najistotniejszymi dla potrzeb rolnictwa.

## 2. CEL, MATERIAŁ I METODA OPRACOWANIA

Celem opracowania było określenie zróżnicowania czasowego i przestrzennego temperatury powietrza i opadów atmosferycznych oraz ich pochodnych charakterystyk w aspekcie potrzeb rolnictwa, na obszarze wschodniej części polskich Karpat, od 21° długości geograficznej wschodniej po granicę państwową z ZSRR.

Podstawowym materiałem źródłowym były dane pomiarowe, odnoszące się do ekstremalnych i średnich dobowych wartości temperatury powietrza dla 23 stacji meteorologicznych oraz dobowych sum opadów atmosferycznych dla 81 stacji IMiGW, z okresu 1956 - 1975 (rys.1).



Rys.1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych na obszarze wschodniej części polskich Karpat

Fig.1. Distribution of the meteorological stations in the eastern part of Polish Carpathian Mts

Dla wybranych charakterystyk termicznych i opadowych obliczono wartości średnie, ekstremalne, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności, zakres zmienności oraz współczynniki korelacji cząstkowej i wielokrotnej między poszczególnymi parametrami meteorologicznymi a wysokością nad poziomem morza, szerokością i długością geograficzną.

Do oceny istotności statystycznej współczynników korelacji wykorzystano rozkład t-Studenta, obliczony wzorem R. A. Fishera [2]. Wartości t przy danym poziomie istotności  $\alpha$  i liczbie stopni swobody 18 oraz wartości krytyczne współczynników korelacji przedstawiają się następująco:

$\alpha$	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
t	1,734	2,101	2,522	2,878	3,922
$r_{xy}$	0,378	0,444	0,516	0,561	0,679

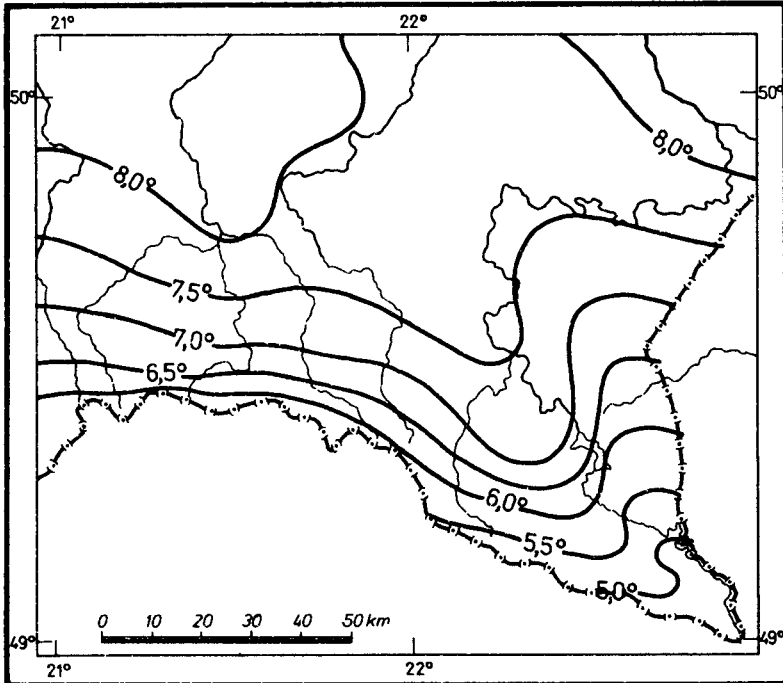
Obliczono również zależności funkcyjne, które pozwalają na określenie prawdopodobnych wartości poszczególnych elementów meteorologicznych dla obszarów wyniesionych powyżej 700 m n.p.m., na których brak stacji meteorologicznych.

## 3. ANALIZA MATERIAŁU

## 3.1. Temperatura powietrza

Stosunki termiczne wschodniej części polskich Karpat są typowe dla reżimu termicznego naszego kraju. Najwyższe średnie miesięczne temperatury powietrza przypadają na lipiec ( $14 - 18^{\circ}\text{C}$ ), a najniższe na styczeń (od poniżej  $-6^{\circ}\text{C}$  do około  $-3^{\circ}\text{C}$ ).

Średnie roczne temperatury powietrza zmieniały się od poniżej  $5^{\circ}\text{C}$  (Bieszczady, Beskid Niski) do ponad  $8^{\circ}\text{C}$  w okolicy Dębicy i Tarnowa (rys.2).



Rys.2. Średnia roczna temperatura powietrza (w  $^{\circ}\text{C}$ ) na obszarze wschodniej części polskich Karpat dla okresu 1956 - 1975

Fig.2. Mean yearly air temperature (in  $^{\circ}\text{C}$ ) in the eastern part of Polish Carpathian Mts. for the period 1956 - 1975

Zależność między średnią roczną temperaturą powietrza a wysokością n.p.m. oraz szerokością i długością geograficzną ujęto następującymi równaniami:

$$t = -0,007 h + 9,560, \quad r = -0,931, \quad r^2 = 86,7\%, \quad 2Sx = 0,7^{\circ}\text{C}$$

$$t = -0,007 h - 0,405 \varphi - 0,067 \lambda + 31,240$$

$$r_{t,h} = -0,931, \quad r_{t,\varphi} = 0,847, \quad r_{t,\lambda} = -0,099, \quad r_{t,h,\varphi,\lambda} = 0,933$$

gdzie:

- $t$  - średnia roczna temperatura powietrza w  $^{\circ}\text{C}$ ,  
 $h$  - wysokość nad poziomem morza w metrach,  
 $\varphi$  - szerokość geograficzna,  
 $\lambda$  - długość geograficzna,  
 $r$  - współczynnik korelacji,  
 $r^2$  - współczynnik determinacji w procentach,  
 $2Sx$  - granica przedziału ufności realizacji prawdopodobieństwa 95 %.

Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym (od kwietnia do października) -  $t_{o.w.}$  - wyniosła na omawianym obszarze od poniżej  $10^{\circ}\text{C}$  w Bieszczadach i Beskidzie Niskim, do prawie  $14^{\circ}\text{C}$  w okolicy Dębicy i Tarnowa. Zależność tej temperatury od wysokości bezwzględnej i współrzędnych geograficznych przedstawia się następująco:

$$t_{o.w.} = -0,006 h + 0,353 \varphi + 0,019 \lambda - 2,939$$

$$r_{t,h} = -0,947, \quad r_{t,\varphi} = 0,886, \quad r_{t,\lambda} = -0,075, \quad r_{t,h,\varphi,\lambda} = 0,947$$

Niekorzystną cechą klimatu wschodniej części polskich Karpat są występujące tu wczesną jesienią i późną wiosną dość „ostre” przymrozki [6]. Przeciętnie, pierwszy przymrozek jesienny notowany był między II dekadą września (Ustrzyki Górne 14.IX, Smolnik 17.IX, Brzegi Dolne 18.IX, Komarńcza 1 Wysowa 19.IX), a II dekadą października (Iwonicz Zdrój 17.X, Tarnów 16.X, Dębica i Jasło 15.X).

Zależność między średnią datą pierwszego przymrozku jesiennego ( $D_{p.j.}$ ) a wysokością n.p.m. oraz szerokością i długością geograficzną, ujęto następująco:

$$D_{p.j.} = -0,070 h + 300,652, \quad r = -0,781, \quad r^2 = 61,0\%, \quad 2Sx = 12,2$$

$$D_{p.j.} = -0,048 h + 5,701 \varphi - 2,680 \lambda + 68,572$$

$$r_{D,h} = -0,781, \quad r_{D,\varphi} = 0,764, \quad r_{D,\lambda} = -0,236, \quad r_{D,h,\varphi,\lambda} = 0,802$$

Ostatni przymrozek wiosenny notowano przeciętnie między początkiem III dekady kwietnia (Tarnów 21.IV, Jarosław 22.IV, Przemyśl 23.IV, Dębica 24.IV), a III dekadą maja (Wysowa 23.V) i początkiem I dekady czerwca (Ustrzyki Górne 3.VI).

Zależność między średnią datą ostatniego przymrozku wiosennego ( $D_{p.w.}$ ) a wysokością n.p.m. i współrzędnymi geograficznymi ujęto następującymi wzorami:

$$D_{p.w.} = 0,072 h + 101,894, \quad r = -0,848, \quad r^2 = 71,9\%, \quad 2Sx = 11,8 \text{ dni}$$

$$D_{p.w.} = 0,043 h - 16,611 \varphi + 0,563 \lambda + 924,118$$

$$r_{D,h} = 0,852, \quad r_{D,\varphi} = -0,848, \quad r_{D,\lambda} = 0,149, \quad r_{D,h,\varphi,\lambda} = 0,867$$



Skrajne daty pierwszych jesiennych i ostatnich wiosennych przymrozków, jakie zanotowano w okresie 1956 - 1975, znacznie odbiegały od wyżej wymienionych wartości średnich. Najwcześniej pierwszy przymrozek jesienny zanotowano 26 sierpnia w Ustrzykach Górnych i 30 sierpnia w Barwinku, Brzegach Dolnych, Komańczy, Smolniku oraz Wysowej. Najpóźniej ostatni przymrozek wiosenny wystąpił 30 czerwca w Ustrzykach Górnych. Na częstość i natężenie występowania przymrozków duży wpływ wywiera lokalne ukształtowanie terenu (spływ chłodnego powietrza w czasie pogodnych i bezwietrznych nocy do obniżen terenowych).

Okres wegetacyjny z temperaturą średnią dobową  $\geq 5,0^{\circ}\text{C}$  zmienił się od 195 dni w Ustrzykach Górnych do 227 dni w Dębicy i Tarnowie. Najwcześniej rozpoczynał się przeciętnie w Tarnowie (28.III) i Dębicy (29.III), Jaśle (30.III), Przemyśle (30.III) oraz Żarnowej i Ciężkowicach (31.III), najpóźniej zaś na terenie Bieszczadów (Ustrzyki Górne 14.IV) i Beskidzie Niskim (Wysowa 9.IV).

Koniec okresu wegetacyjnego przypadał na ostatnie dni października i pierwszą dekadę listopada. Najwcześniej kończył się w Bieszczadach i Beskidzie Niskim (Ustrzyki Górne i Wysowa 26.X, Smolnik 27.X), natomiast najpóźniej - w okolicy Dębicy i Tarnowa około 10.XI).

Długotrwałość okresu wegetacyjnego ( $D_{o.w.}$ ) w dniach, wyrażona w funkcji wysokości nad poziomem morza i współrzędnych geograficznych przedstawia się następująco:

$$D_{o.w.} = -0,070 h + 240,943, \quad r = -0,907, \quad r^2 = 82,3\%, \quad 2Sx = 8,3$$

$$D_{o.w.} = -0,096 h - 14,824 \varphi - 1,345 \lambda + 1015,009$$

$$r_{D,h} = -0,907, \quad r_{D,\varphi} = 0,786, \quad r_{D,\lambda} = -0,093, \quad r_{D,h,\varphi,\lambda} = 0,915$$

Różnice między rzeczywistymi wartościami poszczególnych charakterystyk termicznych a obliczonymi zaproponowanymi wzorami dla wybranych stacji meteorologicznych zestawiono w tabeli 1.

Sumy temperatur aktywnych ( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ), jako ważny wskaźnik klimatyczno-rolniczy, wykorzystywane są do przewidywania terminów poszczególnych faz rozwojowych roślin uprawnych. Na obszarze wschodniej części polskich Karpat sumy te zmieniały się od poniżej  $2000^{\circ}\text{C}$  w Bieszczadach i Beskidzie Niskim, do około  $2400^{\circ}\text{C}$  na obszarze Dołów Jasielsko-Sanockich i do ponad  $2600^{\circ}\text{C}$  w okolicy Dębicy i Tarnowa.

### 3.2. Opady atmosferyczne

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych dla omawianego obszaru wyniosła 810 mm, a więc okazała się o 210 mm wyższa od średniej dla Polski. W poszczególnych stacjach meteorologicznych suma ta zmieniała się od 609 mm w Rzeszowie do 1135 mm w Wetlinie (rys.3).

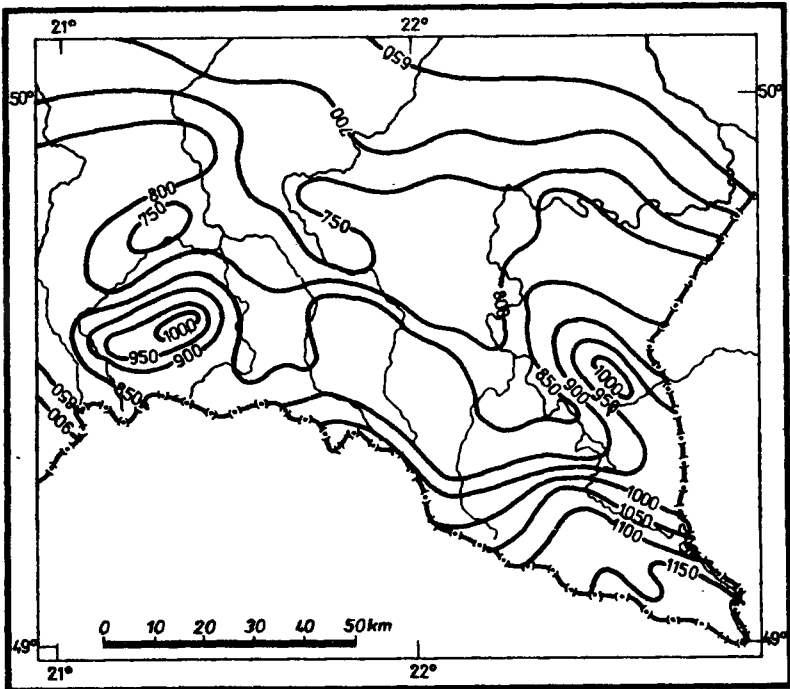
Tabela 1

Table 1

Porównanie wartości temperatury powietrza (a - obliczonej,  
b - rzeczywistej) dla wybranych stacji meteorologicznych

Comparison of air temperature (a - calculated,  
b - real) for selected meteorological stations

Stacja Station	h m n.p.m.	Średnia roczna temperatura powietrza w °C Year average tem- perature °C of air			Średnia temperatura okresu wegetacyjnego w °C Average temperature °C of the vegetation period		
		a	b	a-b	a	b	a-b
		Dębica	205	8,3	8,3	0,0	13,9
Biecz	260	7,9	7,7	0,2	13,5	13,1	0,4
Sanok	314	7,5	7,6	-0,1	13,1	13,1	0,0
Lesko	386	7,0	7,4	-0,4	12,6	12,8	-0,2
Iwonicz Zdrój	410	6,9	7,3	-0,4	12,5	12,8	-0,3
Smolnik	510	6,2	5,8	0,4	11,8	11,2	0,6
Krynica	585	5,7	5,9	-0,2	11,4	11,3	0,1
Ustrzyki Górne	650	5,3	5,3	0,0	10,9	10,6	0,3



Rys.3. Średnie roczne opady atmosferyczne (w mm) na obszarze wschodniej części polskich Karpat dla okresu 1956 - 1975

Fig.3. Mean yearly atmospheric precipitation (in mm) in the eastern part of Polish Carpathian Mts. for the period 1956 - 1975

Zależność między wysokością nad poziomem morza, szerokością i długością geograficzną a średnią roczną sumą opadów okazała się statystycznie istotna na poziomie  $\alpha = 0,001$ :

$$O = 0,402 h - 209,713 \varphi - 18,368 \lambda + 11\,491,516$$

$$r_{O,h} = 0,800, \quad r_{O,\varphi} = -0,792, \quad r_{O,\lambda} = 0,153, \quad r_{O,h,\varphi,\lambda} = 0,837$$

Z rolniczego punktu widzenia ważniejszą niż suma roczna, wydaje się być suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym (IV-X). Średnia suma opadów dla tego okresu, obliczona jako średnia arytmetyczna, wyniosła 583 mm, a w poszczególnych stacjach meteorologicznych zmieniała się od 440 mm w Rzeszowie do 777 mm w Wetlinie.

Zależność między średnią sumą opadów okresu wegetacyjnego ( $O_{o.w.}$ ) a wysokością n.p.m. i współrzędnymi geograficznymi ujęto następująco:

$$O_{o.w.} = 0,536 h + 400,132, \quad r = 0,786, \quad r^2 = 61,8\%, \quad 2 Sx = 94 \text{ mm}$$

$$O_{o.w.} = 0,205 h + 193,405 \varphi - 14,866 \lambda + 10\,446,342$$

$$r_{O,h} = 0,786, \quad r_{O,\varphi} = -0,819, \quad r_{O,\lambda} = 0,153, \quad r_{O,h,\varphi,\lambda} = 0,847$$

Różnice między rzeczywistymi sumami opadów atmosferycznych a obliczonymi wyżej wymienionymi wzorami dla wybranych stacji meteorologicznych zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2

Table 2

Porównanie opadów atmosferycznych (a - obliczone, b - rzeczywiste)  
dla wybranych stacji meteorologicznych  
Comparison of atmospheric precipitation (a - calculated, b - real)  
for selected meteorological stations

Stacja Station	h m n.p.m.	Średnia roczna suma opadów mm Year average sum of precipitation mm			Średnia suma opadów okresu wegetacyjnego mm Average sum of pre- cipitation mm in vegetation period		
		a	b	a-b	a	b	a-b
Dębica	205	684,7	697,6	-12,9	489,9	499,2	-9,3
Jedlicze	270	775,5	778,6	-3,1	563,2	561,8	1,4
Solina	330	856,2	863,9	-7,7	629,3	632,0	-2,7
Bezmiechowa D.	360	844,9	863,3	-18,4	613,6	615,7	-2,1
Brzegi Dolne	420	874,4	896,8	-22,4	631,3	659,8	-28,5
Berest	510	930,6	932,4	-1,8	664,6	674,7	-10,1
Lutowiska	615	993,4	960,0	33,4	708,5	723,9	-15,4
Wetline	700	1052,3	1134,5	-82,2	748,1	776,6	-28,5

W przebiegu rocznym zaznaczyła się zdecydowana przewaga opadów letnich (36 - 45 % sumy rocznej) nad zimowymi (14 - 19 % sumy rocznej). Dla celów rolniczych ważna jest nie tylko wielkość sumy opadów, lecz także ich częstość, która bywa wyrażana liczbą dni z opadem, względnie występowaniem okresów opadowych i bezopadowych. Na obszarze wschodniej części polskich Karpat notowano przeciętnie 162 dni z opadem  $\geq 0,1$  mm (Dębica 152 dni, Barwinek i Terka po 189 dni), 121 dni z opadem  $\geq 1,0$  mm (Rzeszów 101 dni, Terka i Wetlina po 144 dni) i 24 dni z opadem  $\geq 10,0$  mm (Rzeszów 15 dni, Wetlina 34 dni).

Ważnym zagadnieniem ze względu na możliwość prowadzenia prac polowych jest występowanie okresów opadowych i bezopadowych. Stwierdzono, że większą częstością opadów atmosferycznych cechuje się pierwsza część okresu wegetacyjnego (kwiecień - lipiec), a nie druga (sierpień - październik). Mniejszą częstość dni z opadem zaobserwowano: w II dekadzie kwietnia, na przełomie I i II dekady lipca, w I dekadzie sierpnia, pod koniec III dekady sierpnia i na początku września, w II dekadzie września oraz na przełomie I i II dekady października.

#### 4. UWAGI KOŃCOWE

Dokonana analiza warunków termicznych i opadowych wschodniej części polskich Karpat wykazała, że obszar ten jest pod tym względem znacznie zróżnicowany. Zróżnicowanie to wynika, przede wszystkim, z wysokości nad poziomem morza, lokalnego ukształtowania terenu i charakteru jego pokrycia (lasy), a także cyrkulacji atmosferycznej.

Niekorzystną cechą klimatu omawianego obszaru, z rolniczego punktu widzenia, jest ujemny wpływ niskiej temperatury na początku okresu wegetacyjnego (przymrozki wiosenne) i nadmiar opadów atmosferycznych. Szczególnie niekorzystną wydaje się być większa częstość dni z opadem pod koniec maja i w pierwszej połowie czerwca, kiedy bywa zbierany pierwszy pokos traw. Warto zastanowić się, czy przy takim układzie pogody nie będzie ekonomicznie uzasadniona budowa suszarni na terenach podgórskich i górskich, zwłaszcza, że nie grunty orne, a łąki i pastwiska to główne formy użytkowania obszarów wyniesionych wyżej nad poziomem morza. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych, obliczona jako średnia arytmetyczna z 81 stacji meteorologicznych, wyniosła 810 mm, a więc okazała się wyższa o około 210 mm od średniej dla Polski.

Przyjęcie izotermy rocznej  $5^{\circ}\text{C}$  jako granicy korzystnych warunków klimatycznych dla rolnictwa określa górną granicę upraw rolnych na wysokości nie przekraczającej 700 metrów nad poziomem morza.

Niezbędnie korzystna lokalizacja stacji meteorologicznych na obszarze wschodniej części polskich Karpat oraz brak tych stacji w szczytowych partiach Bieszczadów i Beskidu Niskiego wpływa ujemnie na całościowy doświadczeń naukowych, odnoszących się do zróżnicowania klimatycznego tych terenów. Niemniej, podjęte badania zdają się być uzasadnione i użyteczne w

aspekcie gospodarczej działalności człowieka na obszarach górskich, a zwłaszcza przy powiększaniu, w wyniku rekultywacji, powierzchni użytków rolnych w Bieszczadach.

#### LITERATURA

- [1] Adamczyk B., Gerlach T., 1983: Charakterystyka warunków przyrodniczych Beskidu Niskiego. Probl. Zagosp. Ziem Górskich 23, s. 49 - 68
- [2] Gregory S., 1970: Metody statystyki w geografii. PWN Warszawa
- [3] Hess M., 1965: Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. Pr. Geogr. UJ 11, s. 1 - 267
- [4] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkel B., 1977: Stosunki termiczne Beskidu Niskiego (metoda charakterystyki reżimu termicznego gór). Pr. Geogr. IG i PZ PAN 123, s. 1 - 88
- [5] Hess M., Niedźwiedź T., Obrębska-Starkel B., 1978: Ekstremalne zjawiska termiczne w Beskidzie Niskim i ich wpływ na vegetację roślin. Probl. Zagosp. Ziem Górskich 19, s. 113 - 133
- [6] Koźmiński C., Trzeciak S., 1971: Przestrzenny i czasowy rozkład przymrozków wiosenno-jesiennych na obszarze Polski. Przegl. Geogr. 43, s. 523 - 549
- [7] Machnik R., 1979: Klimatyczne podstawy rejonizacji upraw w obszarach górskich na przykładzie Polski południowo-wschodniej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 224, s. 81 - 92
- [8] Michna E., 1975: Z badań nad klimatem województwa rzeszowskiego w świetle potrzeb rolnictwa, turystyki i wypoczynku. Prawn. administr. i ekonom. studia w Rzeszowie, s. 215 - 234
- [9] Obrębska-Starkel B., 1983: Some problems of the regional phenoclimatic differentiation in the Polish Carpathian Mts. Pr. Geogr. UJ 57, s. 101 - 108
- [10] Zawora T., 1978: Porównanie warunków klimatycznych południowo-wschodniej Polski z produkcją rolniczą w świetle zmienności przestrzennej i w przekroju czasowym. Pr. Geogr. IG i PZ PAN 125, s. 81 - 92

#### SOME PROBLEMS OF CLIMATE IN EASTERN PART OF POLISH CARPATHIAN MOUNTAINS IN THE ASPECT OF AGRICULTURAL NEEDS

#### Summary

In the paper, there are presented temporal and spatial differentiations of air temperature and precipitation in the eastern part of the Polish

**Carpathian Mountains.**

The acceptance of the yearly isotherm  $5^{\circ}\text{C}$  as a limit of proper climatic conditions for agriculture defines this limit in the region under consideration on the altitude of 700 m above sea level.

ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ ПО КЛИМАТУ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПОЛЬСКИХ КАРПАТ  
В АСПЕКТЕ НУЖД СЕЛЬСКОГО УОЗЯЙСТВА

Резюме

В работе представлены временные и пространственные различия температуры воздуха и атмосферных осадков в восточной части польских Карпат.

Основными материалами были суточные величины упомянутых метеорологических элементов для времени 1956 - 1975.

WPLYW TERMINU SIEWU ORAZ WARUNKÓW TERMICZNYCH  
NA ROZWÓJ I PŁONOWANIE KUKURYDZY UPRAWIANEJ NA ZIARNO

Jerzy Peszek

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych  
Wydział Rolniczy ATR 85-029 Bydgoszcz

W latach 1980-1984 w RZD Mochełek koło Bydgoszczy, położonym poza granicami podstawowego rejonu uprawy kukurydzy na ziarno, przeprowadzono doświadczenie, którego celem było poznanie przebiegu rozwoju, plonowania oraz przydatności do uprawy na ziarno wczesnej (LG 5) i średnio wczesnej (Kb 270) odmiany kukurydzy w zależności od terminu siewu i warunków termicznych.

Doświadczenie wykazało, że dla osiągnięcia przez wybrane odmiany niezbędnej dojrzałości i plonów siew musi być wykonany w ostatniej pentadzie kwietnia lub pierwszej maja.

Z uwagi na wytrzymałość na susze oraz wilgotność ziarna w chwili sprzętu, najodpowiedniejszym mieszańcem do uprawy na ziarno w rejonie doświadczenia okazał się LG 5 (FAO 210-230).

## 1. CEL BADAŃ

Celem przeprowadzonego doświadczenia było poznanie przebiegu rozwoju, plonowania oraz przydatność do uprawy wczesnej i średnio wczesnej odmiany kukurydzy w zależności od terminu siewu i warunków termicznych południowo-wschodniej krawędzi Pojezierza Krajeńskiego, położonego poza granicami podstawowego rejonu uprawy kukurydzy na ziarno.

Warunki klimatyczne regionu, w którym zlokalizowano doświadczenie, nie są zbyt korzystne dla uprawy kukurydzy. Nieco niższe aniżeli w południowej i środkowej części kraju temperatury sezonu letniego, nieco dłuższy czas nasłonecznienia oraz nagłe zmiany pogody w poszczególnych fazach rozwojowych nie zawsze odpowiadają wymaganiom tej rośliny. Zalety ziarna kukurydzy, zwłaszcza jego wartość pastewna, większa o 15 % w stosunku do jęczmienia i ziemniaków przy podobnej strawności [14] zwiększają zainteresowanie uprawą tej rośliny w rejonie Bydgoszczy.

W sytuacji, gdy naturalne warunki nie sprzyjają rozwojowi kukurydzy, szczególnego znaczenia nabierają czynniki agrotechniczne, jak dobór odpowiednich odmian i terminów siewu [16], z uwzględnieniem współdziałania warunków termicznych od wczesnego lub opóźnionego siewu do chwili sprzętu.

Wielkość plonów kukurydzy jest ściśle skorelowana z przebiegiem zmian temperatury [11, 12], a optymalny termin dojrzałości - z osiągnięciem niezbędnej sumy temperatur efektywnych od siewu do sprzętu [2, 5, 6, 10]. Ja-

ko temperaturę efektywną przyjęto za Čirkovem [2] nadwyżki średniej dobowej temperatury powietrza powyżej 10°C, czyli przekraczające temperaturę wschodów kukurydzy [3, 7, 9, 13, 14].

## 2. METODA BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1980 - 1984, w RZD Mochełek, położonym 15 kilometrów na północny-zachód od Bydgoszczy. Pod doświadczenie użyto gleby IVa klasy bonitacyjnej, kompleksu żytniego dobrego. Ze względu na małą zmienność glebową i ograniczoną przyczynami natury organizacyjnej powierzchnią pola pod uprawę, doświadczenie zakładano metodą bloków w dwóch powtórzeniach. Poletka wyznaczone do uprawy i zbioru miały powierzchnię 15 m<sup>2</sup> (5 x 3 m). Rozstawa rzędów wynosiła 60 cm, a odległość roślin w rzędzie 20 cm. Dawało to 24 rośliny w rzędzie, co przy pięciu rzędach wynosiło 120 roślin na poletku (80 000 roślin · ha<sup>-1</sup>).

Przedmiotem doświadczenia były mieszańce kukurydzy: wczesny LG 5 (FAO 210-230) i średnio wczesny Kb 270 (FAO 270). W uprawie stosowano nawożenie mineralne (w kg · ha<sup>-1</sup>): N - 80 (saletra amonowa 34%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 160 (superfosfat 18%), K<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 180 (sól potasowa 60%).

Wyniki dotychczasowych badań wskazują na zasadniczy wpływ terminu siewu na plonowanie mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno. Dlatego siew wykonywano w siedmiu zagęszczonych, pentadowych terminach:

- I - 16.IV.-20.IV.
- II - 21.IV.-25.IV.
- III - 26.IV.-30.IV.
- IV - 1.V.-5.V.
- V - 6.V.-10.V.
- VI - 11.V.-15.V.
- VII - 16.V.-20.V.

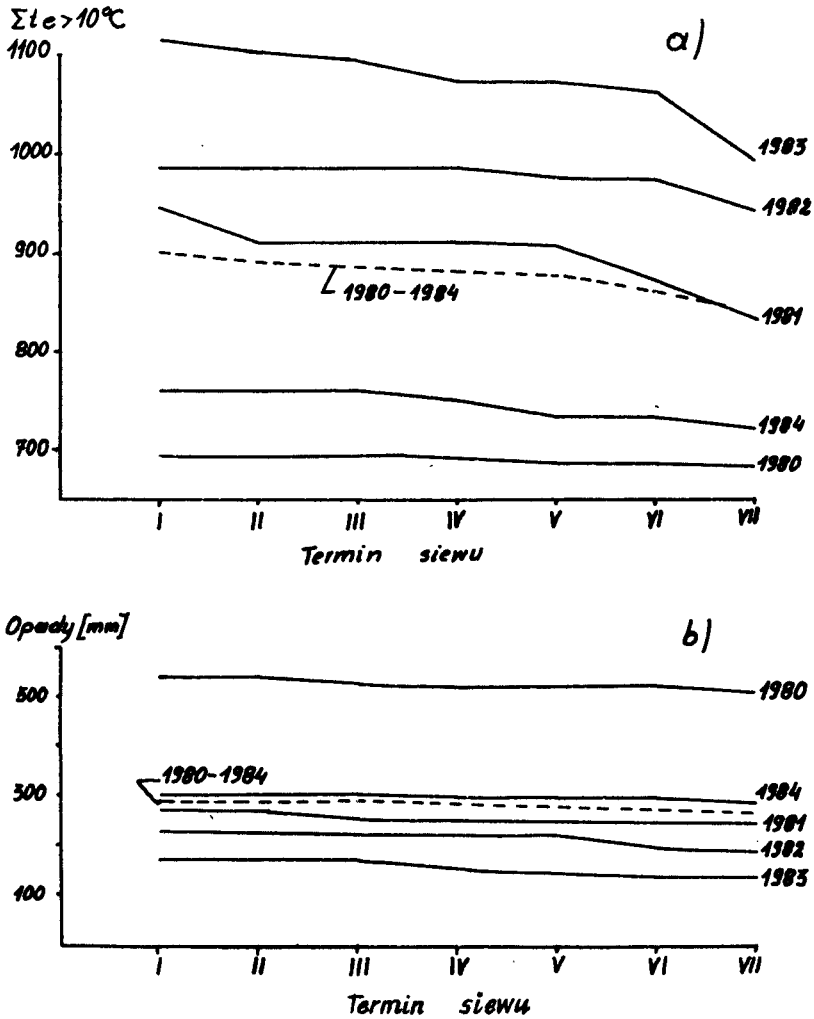
W czasie wzrostu kukurydzy notowano daty siewu, wschodów, pojawiania się znamion, sprzętu oraz długości okresu wegetacji. Obserwowano temperaturę powietrza i opady atmosferyczne od siewu do sprzętu rośliny. W opracowaniu wyników uwzględniono temperaturę efektywną powietrza. Po zbiorze określano liczbę roślin na poletku, wysokość plonu ziarna, jego wilgotność oraz masę 1000 ziarn. Zastosowana metodyka doświadczeń była podstawą przyjęcia określonych metod statystycznych.

Podstawowym założeniem metodycznym przeprowadzonego eksperymentu było określenie związku między terminami siewu, warunkami termicznymi a wzrostem, rozwojem i plonowaniem dwóch odmian kukurydzy, w regionie leżącym nieco na północ, poza granicami uprawy kukurydzy na ziarno. Dlatego w opracowaniu przedstawiono szereg przykładów zależności między poszczególnymi fazami rozwojowymi a warunkami termicznymi okresu wegetacji.



## 3. OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

W pięciu kolejnych latach doświadczenia sumy temperatur efektywnych sezonu wegetacyjnego były bardzo zróżnicowane (rys.1).



Rys.1. Sumy temperatur efektywnych (a) liczonych od  $10^\circ\text{C}$  i opadów atmosferycznych (b) w czasie wegetacji kukurydzy

Fig.1. Sums of effective temperatures (a) counted from  $10^\circ\text{C}$  and sums of rainfall (b) from sowing to harvest of maize

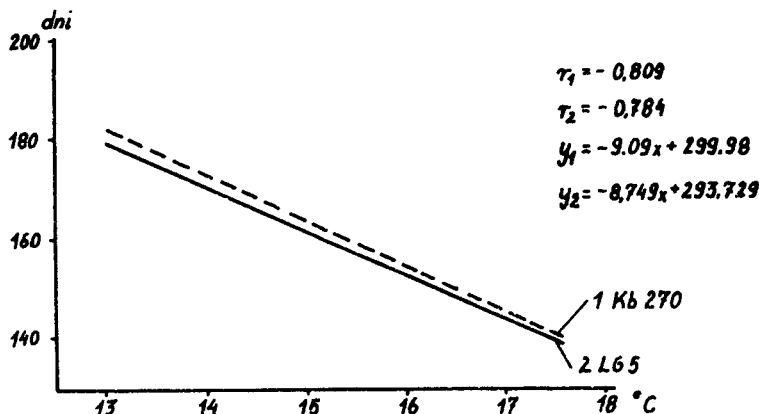
Korzystne dla rozwoju i dojrzewania kukurydzy sumy temperatur efektywnych wystąpiły w latach: 1981, 1982 i 1983, natomiast niekorzystne to lata 1980 i 1984.

Sumy opadów atmosferycznych od siewu do sprzętu kształtowały się od 542 mm w 1980 roku do 220 mm w 1982 roku i 134 mm w 1983 roku. Natomiast w latach 1981 i 1984 opady atmosferyczne utrzymywały się w granicach wartości średnich wieloletnich.

Przebieg vegetacji i uzyskane plony ziarna z ustalonych terminów siewu, we współdziałaniu z warunkami termicznymi od siewu do sprzętu, są wskaźnikami pozwalającymi określić przydatność rejonu dla uprawy wybranych mieszańców kukurydzy na ziarno.

Wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie zależności między:

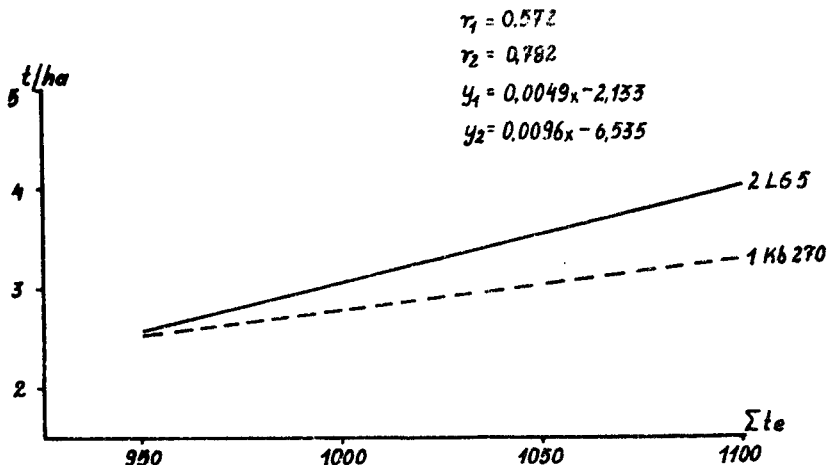
- długością w dniach okresu siew-wschody a średnią temperaturą powietrza od siewu do wschodów (LG 5 :  $r = -0,764$ , Kb 270 :  $r = -0,721$ ),
- obsadą roślin a średnią temperaturą powietrza okresu siew-wschody (LG 5 :  $r = 0,735$ , Kb 270 :  $r = 0,703$ ),
- długością w dniach okresu siew-pojawianie się znamion a średnią temperaturą powietrza od siewu do pojawienia się znamion, (LG 5 :  $r = -0,633$ , Kb 270 :  $r = -0,648$ ),
- długością w dniach okresu siew-sprzęt a średnią temperaturą powietrza od siewu do sprzętu (rys.2),
- wysokością plonu ziarna a sumami temperatur efektywnych okresu vegetacji  $\geq 930^{\circ}\text{C}$ , przy średniej temperaturze w okresie vegetacji  $\geq 15^{\circ}\text{C}$  (rys.3).



Rys.2. Czas trwania okresu vegetacyjnego od siewu do sprzętu kukurydzy (y) w zależności od średniej temperatury powietrza (x)

Fig.2. Duration of vegetation period from sowing to harvest of maize (y) as affected by the mean air temperature (x)

Plony ziarna kukurydzy z lat doświadczeń i terminów siewu przedstawiono w tabeli 1. Uzyskane wyniki potwierdzają, że przyspieszenie siewu przed terminem optymalnym - IV - powodowało u mieszańca Kb 270 obniżkę plonów od 2 do 20%, zaś opóźnienie dawało obniżkę plonów w granicach od 3,7 do 24,8%. U mieszańca LG 5 przyspieszenie siewu przed terminem optymalnym - III - pociągało za sobą obniżkę plonu od 6,1 do 12,6%, podczas gdy opóźnienie zmniejszało plon ziarna od 1 do 24,7%.



Rys.3. Zależność między plonem ziarna (y) a sumami temperatur efektywnych  $\geq 930^{\circ}\text{C}$  liczonych od  $10^{\circ}\text{C}$  (x) /przy średniej temperaturze okresu wegetacji  $\geq 15^{\circ}\text{C}$ /

Fig.3. Dependence of seed yield (y) on sums effective temperature  $\geq 930^{\circ}\text{C}$  counted from  $10^{\circ}\text{C}$  (x) /at the mean temperature of the vegetation season  $\geq 15^{\circ}\text{C}$ /

Przeprowadzone badania przez Dorywalskiego [3], Jeśmanowicza i Ruszkowskiego [7], Listowskiego [10] i Machuła wraz z Małysiakiem [13] dowodzą również, że przyspieszony lub opóźniony termin siewu kukurydzy ma duży wpływ na wysokość plonu ziarna.

Bardzo wysokie plony mieszańca LG 5 w 1983 roku i równocześnie bardzo niskie w tym samym roku Kb 270 (tab. 1) należy interpretować cechami fizjologicznymi i morfologicznymi obydwu odmian. Mieszaniec LG 5 jest dość wytrzymały na suszę [4], podczas gdy podobnych cech nie przypisuje się mieszańcowi Kb 270.

Zawartość wody w ziarnie, w chwili sprzętu, jest jednym z zasadniczych kryteriów służących do oceny wczesności mieszańca i jego przydatności do uprawy w danym regionie [14]. Wraz z opóźnianiem terminu siewu i zmniejszaniem się sumy temperatur efektywnych okresu od siewu do zbioru wzrastała zawartość wody w ziarnie (rys.4a). Ziarno mieszańca LG 5 zawsze odznaczało się mniejszą zawartością wody, aniżeli ziarno Kb 270.

Z przeprowadzonego doświadczenia wynika, że termin siewu wywiera również wpływ na dojrzewanie ziarna. Istotnym problemem w warunkach klimatycznych Polski i rejonu badań jest uzyskanie ziarna o odpowiedniej wilgotności, ponieważ w latach nie sprzyjających wegetacji kukurydzy ziarno w większości regionów nie dojrzewa. Wilgotność ziarna powyżej 40 % wyklucza zastosowanie zbioru mechanicznego. Uzyskane wyniki są zgodne z wcześniejszymi Dorywalskiego [3], Jeśmanowicza i Ruszkowskiego [7] oraz Machuła wraz z Małysiakiem [13].

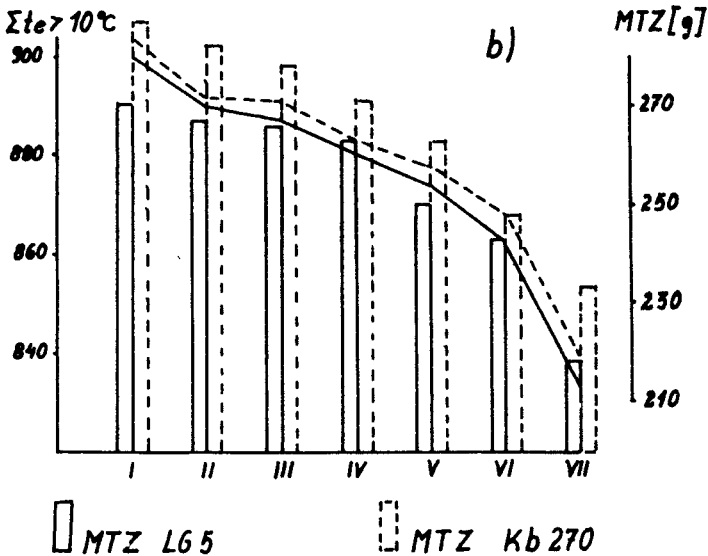
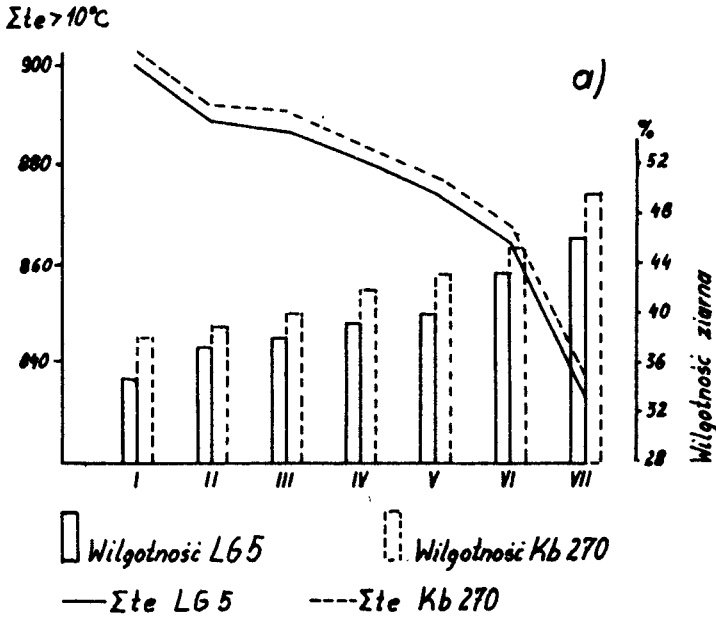
Termin siewu i obniżanie się sumy temperatur efektywnych kolejno opóźnianego czasu siew - zbiór powodowało obniżanie się masy 1000 ziarn (rys.4b). Mieszaniec Kb 270 charakteryzował się większą ich masą w sto-

Tabela 1  
Table 1

Najwyższe, średnie i najniższe plony kukurydzy w zależności od lat badań i terminów siewu  
The highest, medium and the lowest crops of maize in relation to specified years and seed time

Termin siewu Seed time	Plon ziarna w t/ha przy 15,5 % (a) i długość wegetacji w dniach (b) Seed crop (t/ha) at moisture 15,5 % (a), and duration of vegetation (b)											
	LG - 5						Kb - 270					
	Najwyższe Highest (1983)		Średnie Mean (1980 - 84)		Najniższe Lowest (1980)		Najwyższe Highest (1981)		Średnie Mean (1980 - 84)		Najniższe Lowest (1983)	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
I	4,45	162	2,99	174	2,51	193	3,08	181	3,01	175	3,65	163
II	4,01	158	3,21	168	2,61	189	3,22	174	3,21	170	3,53	159
III	3,85	155	3,42	164	2,63	186	4,69	168	3,70	165	3,40	156
IV	3,60	148	3,39	159	2,91	179	4,21	165	3,77	160	2,79	149
V	3,56	144	3,37	154	2,40	173	3,75	160	3,63	155	2,76	145
VI	3,50	140	2,98	149	2,32	169	3,62	155	3,12	150	2,55	141
VII	2,55	132	2,59	143	2,29	165	3,38	149	2,70	144	2,00	153
średnio mean	3,65	148	3,14	159	2,52	179	3,71	165	3,30	160	2,95	149

sunku do LG 5. Identyczne wyniki dla innych odmian kukurydzy uzyskano w środkowej części Polski [7, 13].



Rys.4. Wilgotność ziarna kukurydzy (a) i masa tysiąca ziarn (b) w zależności od terminu siewu i sum temperatur efektywnych w okresie wegetacyjnym od siewu do sprzętu

Fig.4. Maize seed moisture profile (a) and the mass of thousand seeds (b) as influenced by seed time and effective temperatures sums during vegetation period from sowing to harvest

## 4. WNIOSKI

1. Duży wpływ na fazy rozwojowe, plon ziarna i jego wilgotność oraz masę 1000 ziarn wywierają terminy siewu, we współdziałaniu z warunkami termicznymi w okresie wegetacyjnym.

2. Bardzo wczesny i wczesny siew wydłuża okres siew-wschody, zmniejsza wilgotność ziarna, zwiększa masę 1000 ziarn, ale jednocześnie zmniejsza obsadę roślin i plon ziarna.

3. Późny i bardzo późny siew skraca okres siew-wschody, utrzymuje w normie obsadę roślin, lecz zwiększa wilgotność ziarna.

4. Mieszaniec LG 5 najlepiej plonował w III terminie siewu, przy średniej wilgotności ziarna 37,7%. Mieszaniec Kb 270 najlepiej plonował w IV terminie siewu, przy średniej wilgotności ziarna 39,9%.

5. Najodpowiedniejszym mieszańcem do uprawy na ziarno w rejonie doświadczenia okazał się LG 5 (FAO 210-230), ze względu na większą wytrzymałość na suszę i przeciętnie mniejszą wilgotność ziarna w chwili sprzętu.

## LITERATURA

- [1] Borowiecki J., 1983: Wpływ terminu siewu na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy kiszonkowej. Pam. Puł., z. 81
- [2] Čirkov Ju., 1969: Agrometeorologičeskije uslovija i produktivnost kukuruzy. Gidromelzdat Leningrad
- [3] Dorywałski J., 1960: Wpływ pory siewu kukurydzy na wczesność dojrzewania i na plony ziarna. Rocz. WSR Poznań, t. IX
- [4] Dubas A., 1980: Kukurydza. PWRiL Warszawa
- [5] Górski T., Jakubczak Z., 1965: W sprawie metody sum temperatur w agrometeorologii. Rocz. Nauk Roln., t. 90, ser. A
- [6] Górski T., Jakačka M., 1979: Warunki agroklimatyczne uprawy kukurydzy w 1978 roku. Nowe Roln., nr 8
- [7] Jeśmanowicz A., Ruszkowski M., 1984: Wpływ terminu siewu i gęstości siewu na produktywność kilku mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno. Pam. Puł., z. 75
- [8] Leska K., Potyma M., 1963: Terminy siewu kukurydzy na glebie lekkiej. Pam. Puł., z. 10
- [9] Listowski A., 1964: Notatki z uprawy szczegółowej. Kilka uwag o uprawie kukurydzy. Post. Nauk Roln., nr 3/87
- [10] Listowski A., Wirowski Z., 1969: Próba określenia dojrzewania kukurydzy pastwnej na podstawie sum temperatur efektywnych. Pam. Puł., z. 36

- [11] Listowski A., 1970: O rozwoju Psólin. PWRiL Warszawa
- [12] Listowski A., 1979: Agrofizyczne podstawy produktywności roślin. PWN Warszawa
- [13] Machul M., Małysiak B., 1983: Wpływ terminu siewu i głębokości siewu na wzrost kukurydzy i plon ziarna. Pam. Puł., z. 81
- [14] Martyniak L., 1980: Podstawy rejonizacji uprawy kukurydzy w Polsce. Biul. Oceny Odmian, t. VIII, z. 1 (12)
- [15] Pieślak Z., Przedpeńska W., 1966: Sumy temperatur jako wskaźnik klimatologiczny. Prace PIHM, z. 90
- [16] Rudnicki F., Fudala K., 1978: Wpływ terminów siewu na plonowanie kukurydzy w warunkach Pomorza Zachodniego. Nowe Roln., nr 11

EFFECT OF SEED TIME AND THERMAL CONDITIONS ON DEVELOPMENT  
AND YIELD OF MAIZE GROWN FOR SEED

Summary

An evaluation of two maize varieties: early (LG 5) and middle early (Kb 270) for cultivation for seed and an examination of their development as affected by seed time and thermal conditions were the aims of an experiment conducted during the years 1980 - 1984 at the Agricultural Experimental Station Mochełek, near Bydgoszcz, on the area located outside the main region of maize cultivated for seed.

The results of the experiment proved that sowing conducted during the first pentad of April or the first pentad of May had the most benevolent effect on reaching necessary maturity and yield of maize.

When draught resistance and seed moisture at the time of harvest were considered, the LG 5 (FAO 210-230) was chosen as better for cultivation for seed in the experiment region.

ВЛИЯНИЕ СРОКА ПОСЕВА И ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙ  
КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА ЗЕРНО

Резюме

В 1980 - 1984 гг. в опытном центре по сельскому хозяйству Можеłek возле Быдгощи, расположенном за пределами основного района выращивания кукурузы на зерно, были проведены исследования, целью которых было изу-

чение хода развития, урожая и пригодности для выращивания на зерно ранних /ЛГ 5/ и среднеранних /Кб 270/ сортов кукурузы в зависимости от срока посева и термических условий.

Опыт обнаружил, что для достижения избранными сортами необходимой спелости и урожая зерна, посев необходимо произвести в последнюю пентаду апреля или же первую мая.

Принимая во внимание устойчивость на засуху и влажность зерна во время уборки, наиболее подходящим для выращивания на зерно гибридом в районе опыта оказался ЛГ 5 /ФАО 210 - 230/.



WPLYW PŁONU Z POSZCZEGÓLNYCH ODROSTÓW  
NA WIELKOŚĆ SEZONOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW ROŚLINNYCH K,  
STOSOWANYCH DO OBLICZANIA EWAPOTRANSPIRACJI RZECZYWISTEJ ŁĄKI

Wacław Roguski, Leszek Łabędzki

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych  
Oddział w Bydgoszczy

W pracy przedstawiono wyniki badań lizymetrycznych, które przeprowadzono w latach 1981-1984, w różnych rejonach kraju i w kilku siedliskach glebowo-wodnych. Stwierdzono możliwości obliczania ewapotranspiracji roślin -  $E_{Tr}$ , według wzoru:

$$E_{Tr} = K \cdot E_{Tp}$$

gdzie:

K - sezonowy współczynnik roślinny,

$E_{Tp}$  - wskaźnik klimatyczny parowania.

Dla warunków Polski przydatny okazał się wskaźnik  $E_{Tp}$  obliczany wzorem Penmana.

Współczynniki roślinne K, w warunkach dobrego uwilgotnienia lub na terenach nawadnianych, są zależne od plonu siana z poszczególnych odrostów, co podano w tabelach 1 i 2.

## 1. WSTĘP

Dla ustalenia potrzeb wodnych użytków zielonych konieczne jest poznanie bilansu wodnego siedliska. Najważniejszą pozycję w rozchodach stanowi ewapotranspiracja. Jest ona trudna do ustalenia, gdyż zależy od czynników klimatycznych, uwilgotnienia gleby, fazy rozwojowej i czynnej powierzchni transpiracyjnej roślin [1, 2, 3, 4].

W badaniach ustalono, że ewapotranspirację można obliczać na podstawie wzoru:

$$E_{Tr} = K \cdot E_{Tp} \quad (1)$$

gdzie:

K - sezonowy współczynnik roślinny,

$E_{Tp}$  - wskaźnik klimatyczny parowania,

$E_{Tr}$  - ewapotranspiracja rzeczywista.

Obliczenia takie wykonuje się w okresach krótkich, najczęściej dekadowych.

Wskaźnik klimatyczny parowania oblicza się na podstawie pomiarów meteorologicznych. Stwierdzono, że jednym z lepszych jest tzw. ewapotranspiracja potencjalna, obliczana wzorem Penmana [4], gdyż pozwala na wykorzystanie obserwacji meteorologicznych ze stacji pozadolinowych, również do

siedlisk w dolinie. Inne wskaźniki, jak np. niedosyty wilgotności powietrza, są bardzo zmienne w różnych siedliskach i wymagałyby redukcji przy korzystaniu z obserwacji spoza doliny.

Współczynniki roślinne K zostały wyznaczone empirycznie na stacjach lizymetrycznych. Stwierdzono, że na użytkach zielonych zależą one od uwilgotnienia gleby i masy nadziemnej roślin [3]. Dla projektowania nawodnień można założyć, że wilgotności gleby będą utrzymywane w granicach wody łatwo dostępnej. W związku z tym można pominąć uwilgotnienie gleby, lecz współczynniki K muszą być wyznaczone w okresach dobrego uwilgotnienia gleby, warunkującego uzyskanie wysokich odrostów masy roślinnej.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań zależności tych współczynników od plomu z poszczególnych odrostów.

## 2. METODYKA BADAŃ

Pomiary ewapotranspiracji były wykonywane w lizymetrach ważonych o powierzchni 2000 cm<sup>2</sup> i głębokości 120 cm (w tym monolit glebowy 110 cm). Poziom wody gruntowej regulowano przez dolewanie i odlewanie wody przez rurkę do zbiornika, znajdującego się na dnie. Część lizymetrów miała stałą poziom wody równy 60 cm. Pozostałe lizymetry utrzymywały poziom wody taki, jak był w siedlisku otaczającym. W okresach posusznych stosowano nawodnienia. Opady mierzono deszczomierzem Hellman'a i przyziemnym o powierzchni 2000 cm<sup>2</sup>.

Na podstawie obserwacji meteorologicznych obliczano wskaźniki klimatyczne parowania według wzorów: Penmana w modyfikacji francuskiej, Penmana-FAO, Turc'a, Matula i Baca. Z pomiarów lizymetrycznych obliczano ewapotranspirację rzeczywistą w okresach dekadowych, a następnie obliczano współczynniki roślinne K według wzoru:

$$K = \frac{E_{Tr}}{E_{Tp}} \quad (2)$$

Oznaczenia jak we wzorze (1).

Na podstawie kilkuletnich pomiarów ustalono uśrednione wielkości K w różnych dekadach odrostu traw dla łąk trzykośnych. Następnie obliczano ewapotranspirację (stosując uśrednione współczynniki i różne wskaźniki parowania). Na materiale empirycznym zależnym badano, który ze wskaźników klimatycznych daje najmniejsze błędy ewapotranspiracji obliczonej w stosunku do pomierzonej.

Błędy oszacowania  $E_{Tr}$  obliczano według wzoru:

$$EV = S_{ow} \left( \frac{N+2}{N-2} \right)^{0,5} \quad (3)$$

gdzie:

$$S_{ow} = S_o \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (ETr_i - K \cdot ETp_i)^2 \right)^{0,5} \quad (4)$$

$$S_o = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (ETr_i - ETr_{\bar{sr}})^2 \right)^{0,5} \quad (5)$$

Oznaczenia:

$S_{ow}$  - średnie odchylenie warunkowe wartości ETr,

$S_o$  - średnie odchylenie pomierzonych ETr,

$N$  - ilość lat obserwacji.

Za obiektywną cenę wskaźnika ETp przyjęto wartość  $\frac{EV}{S_o}$ :

$\frac{EV}{S_c} < 0,87$  ( $r^2 > 0,5$ ) - wskaźnik ETp możliwy do stosowania,

$\frac{EV}{S_o} < 0,55$  ( $r^2 > 0,8$ ) - wskaźnik ETp bardzo dobry.

Po wybraniu najbardziej przydatnego wskaźnika ETp obliczano zależność empirycznych wskaźników roślinnych  $K$ , obliczonych według wzoru (2) od plonów z poszczególnych odrostów:

$$K = \frac{ETr}{ETp \text{ Penmana}} = a + b \cdot q \quad (6)$$

Dla ustalenia wielkości  $K$  wykorzystano obliczenia średnich z 4 powtórzeń z lizymetrów ze stałym poziomem wody gruntowej na głębokości 60 cm i z regulowanych do stanu naturalnego, lecz nawadnianych w okresach posusznych. Pominięto pomiary z wazonów bez nawodnień, w których wilgotność okresowo spadała poniżej krytycznej, a roślinność korzystała z wody trudno dostępnej i obniżała plony.

Uogólnione współczynniki dla warunków Polski uzyskano z pomiarów prowadzonych w latach 1981 - 1984 w następujących stacjach:

- 1) Grabowo (mady średnie) - dolina dolnej Wisły,
- 2) Frydrychowo (gleba torfowo-murszowa) - dolina Noteci,
- 3) Prądki (gleba mineralno-murszowa) - dolina Noteci,
- 4) Biebrza (gleba torfowo-murszowa) - Kuwasy,
- 5) Sosnowica (gleba torfowo-murszowa) - kanał Wieprz-Krzna,
- 6) Falenty (czarne ziemie) - rejon Warszawy,
- 7) Jaworki (gleba brunatna właściwa) - rejon górski.

### 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badania wskaźników parowania (ETp) wykazały, że zastosowanie ich daje duże błędy w obliczeniach ewapotranspiracji rzeczywistej. Jest to spowodowane zmiennością współczynników empirycznych w różnych latach, nawet przy

osiąganiu zbliżonych plonów. Żaden ze wskaźników nie odpowiada w pełni warunkom parowania. Nawet parowanie wody, pomierzone w ewaporometrze w lokalnych warunkach, daje w wieloleciu duże błędy. Największe błędy są w okresie wiosennym, lecz wtedy zwykle nie ma jeszcze dużych niedoborów wodnych. Natomiast w okresie letnim wskaźniki klimatyczne stosowane w obliczeniach są już dość dobre i możliwe do stosowania w praktyce. Najlepsze okazały się wskaźniki Penmana i Turc'a (pozostałe zaś dają zbyt duże błędy). Z tych też względów pracownicy IMUZ zastosowali do projektowania wzór Penmana w modyfikacji francuskiej. Natomiast do eksploatacji można przyjąć prosty wzór Baca lub pomiar parowania wody w ewaporometrze. Współczynniki roślinne K, dla tych wzorów muszą być ustalone, gdyż różnią się one wielkością i przebiegiem w czasie.

Badania zależności współczynników K od plonów wykazały, że istnieje ich duża i ścisła zależność w poszczególnych latach. Natomiast mniej ścisła jest zależność w wieloleciu, zwłaszcza w okresach dekadowych. Oznacza to, że wskaźniki klimatyczne ETp nie odpowiadają w pełni warunkom rzeczywistej zdolności ewaporacyjnej w danym siedlisku. Dobre są zależności średnich współczynników za cały okres odrostu poszczególnych pokosów. Dla przykładu, podajemy wzory dla Bydgoszczy i Grabowa:

Bydgoszcz - lizymetry duże, Mt III bb

I	-	$K = 0,403 + 0,01 \cdot q$	$r = 0,832$
II	-	$K = 0,544 + 0,073 \cdot q$	$r = 0,786$
III	-	$K = 0,522 + 0,0093 \cdot q$	$r = 0,667$

Grabowo - mada średnia

I	-	$K = 0,31095 + 0,0089 \cdot q$	$r = 0,843$
II	-	$K = 0,1299 + 0,016 \cdot q$	$r = 0,749$
III	-	$K = 0,808 + 0,0038 \cdot q$	$r = 0,506$

Na podstawie 4-letnich badań w 7 różnych siedliskach glebowo-wodnych i klimatycznych obliczono dekadowe współczynniki i ich zależności od plonów. Zbiorcze zestawienie współczynników empirycznych a i b dla zależności (6) podano w tabeli 1.

Na podstawie tych wzorów obliczono uogólnione współczynniki K zależne od plonów, które podano w tabeli 2. Przy przewidywanych plonach 40 dt/ha siana z I pokosu współczynniki K wynoszą od 0,41 do 0,98, w II pokosie przy plonie 30 dt/ha od 0,46 do 1,14, a w III pokosie przy 30 dt/ha od 0,72 do 1,21.

Plony 100 dt/ha siana można obecnie łatwo uzyskać w siedliskach o dobrym uwilgotnieniu. W perspektywie, w siedliskach bardzo żyznych (intensywnie nawożonych), można planować 160 dt siana z 1 ha. Przy wysokich plonach zużycie wody będzie również duże.

W roku 1985 sprawdzono obliczenia ewapotranspiracji łąk i niedoborów wodnych w dolinie rzeki Omulwi w woj. ostrołęckim. Wykazały one przydatność uogólnionych współczynników K do obliczenia ewapotranspiracji łąk. Na podstawie obserwacji terenowych uzyskanych ze ścisłych doświadczeń łąk-

karskich IMUZ, prowadzonych w tym terenie, przyjęto aktualne szacunkowe plony. Duże niedobory wodne badanego terenu wystąpiły tam w roku 1983. W siedliskach gleb mineralno-murszowych, bez zasilania wód gruntowych, niedobory wyniosły dla plonu 70 dt/ha (łąka dwukośna) 211 mm, a przy plonach 120 dt/ha - 253 mm. Takie niedobory mogą wystąpić raz na 20 lat. Natomiast niedobory miarodajne, o prawdopodobieństwie 20%, wynoszą dla łąki nisko wydajnej (70 dt/ha) 67 mm, a dla wysoko wydajnej (120 dt/ha) 162 mm.

Tabela 1

Table 1

Zestawienie współczynników empirycznych  $a$  i  $b$   
oraz współczynników korelacji  $r$  dla zależności

$$K = a + b \cdot q$$

Regression and correlation coefficients for the equation

$$K = a + b \cdot q$$

Pokos Cut	Dekada Decade	Współczynniki Coefficients			Ilość obserwacji Number of observations  n
		a	b	r	
I	1	0,211	0,005	0,621*	56
	2	0,533	0,002	0,205	80
	3	0,551	0,005	0,294*	82
	4	0,290	0,01	0,722*	94
	5	0,687	0,006	0,449*	100
	6	0,595	0,01	0,625*	94
II	1	0,254	0,007	0,392*	90
	2	0,226	0,01	0,497*	90
	3	0,346	0,01	0,369*	100
	4	0,143	0,019	0,615*	100
	5	0,701	0,009	0,316*	100
	6	0,907	0,008	0,204*	100
III	1	0,495	0,007	0,357*	86
	2	0,865	0,005	0,148	88
	3	0,819	0,013	0,438*	88
	4	0,840	0,009	0,236*	88
	5	0,624	0,015	0,363*	88
	6	1,046	0,004	0,085	88

Uwaga: \* - współczynnik korelacji istotny  
n - ilość średnich z 4 powtórzeń

Remark: \* - correlation coefficient is significant  
n - number of mean values of 4 combinations

Tabela 2

Table 2

Uogólnione współczynniki  $K = \frac{ETR}{ETp \text{ Penmana}}$   
 dla łąk trzykośnych w Polsce, w zależności od plonów siana

Coefficients  $K = \frac{ETR}{ETp \text{ Penman}}$   
 for 3-cut meadows in Poland depended of hay yields

Pokos Cut	Miesiąc Month	Dekada Decade	Przewidywany plon z jednego pokosu w dt/ha Planned yield of one cut in dt/ha				
			20	30	40	50	60
I	IV	1	0,31	0,36	0,41	0,47	0,52
		2	0,57	0,56	0,61	0,63	0,65
		3	0,65	0,78	0,75	0,80	0,85
	V	4	0,49	0,59	0,69	0,79	0,89
		5	0,80	0,86	0,92	0,97	1,03
		6	0,79	0,88	0,98	1,08	1,17
II	VI	1	0,39	0,46	0,53	0,80	
		2	0,43	0,53	0,63	0,73	
		3	0,54	0,64	0,74	0,84	
	VII	4	0,52	0,71	0,90	1,09	
		5	0,89	0,98	1,08	1,17	
		6	1,06	1,14	1,22	1,30	
III	VIII	1	0,64	0,72	0,79	0,87	
		2	0,96	1,01	1,05	1,10	
		3	1,08	1,21	1,34	1,47	
	IX	4	1,02	1,11	1,20	1,29	
		5	0,92	1,07	1,22	1,37	
		6	1,12	1,16	1,20	1,24	

Natomiast w siedliskach gleb torfowo-murszowych, zasilanych przez wody gruntowe, obliczone niedobory są znacznie niższe. W suchym roku wynoszą one 98 mm przy plonie 70 dt/ha i 140 mm przy plonie 120 dt/ha, natomiast niedobory miarodajne - odpowiednio 37 i 62 mm. Obserwacje w okresie suchym, w lipcu 1986 roku wykazały, że na łąkach, na glebach murszowo-mineralnych, nastąpiło zahamowanie odrostu II pokosu, a w siedliskach gleb torfowo-murszowych, zasilanych przez wody gruntowe, roślinność rosła nadal. Plony zależały więc od nawożenia i składu botanicznego łąki.

#### 4. WNIOSKI

Na podstawie badań lizymetrycznych prowadzonych przez Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, w różnych siedliskach glebowo-wodnych, wyciąg-

nięto następujące wnioski:

1. Ewapotranspirację roślin uprawnych ( $E_{Tr}$ ) można obliczać wzorem uproszczonym:  $E_{Tr} = K \cdot E_{Tp}$ , w którym  $E_{Tp}$  jest wskaźnikiem klimatycznym parowania potencjalnego, a  $K$  sezonowym współczynnikiem roślinnym.

2. Do obliczeń ewapotranspiracji łąk i pastwisk proponuje się stosować wskaźnik klimatyczny parowania potencjalnego według formuły Penmana. Obliczenia według tego wzoru, na podstawie danych meteorologicznych ze stacji pozadolinowych, są zbliżone do obliczeń uzyskanych z danych z siedlisk dolinowych. Inne wzory dają znacznie większe różnice i dlatego do nich należałoby stosować współczynniki redukcyjne, których niestety nie posiadamy.

3. Wskaźniki roślinne  $K = \frac{E_{Tr}}{E_{Tp}}$  w warunkach dostatecznego uwilgotnienia, są zależne od masy nadziemnej roślin. Można je uzależnić od przewidywanych plonów siana, co przedstawiono w tabelach 1 i 2.

#### LITERATURA

- [1] Doorenbos J., Kassan A.M., 1979: Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 31. Rome
- [2] Roguski W., 1985: Metodyka obliczania niedoborów wodnych roślin uprawnych dla celów projektowania i eksploatacji urządzeń nawadniających. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln., z. 294
- [3] Roguski W., Gabrych K., Łabędzki L., 1986: Zależność zużycia wody od czynników klimatycznych i plonowania łąk i pastwisk. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln., z. 284
- [4] Sarnacka S., 1983: Wyznaczanie ewapotranspiracji rzeczywistej na podstawie ewapotranspiracji potencjalnej. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln., z. 277

#### INFLUENCE OF HAY YIELD OF EACH CUT ON SEASONAL K COEFFICIENT VALUES FOR CALCULATION OF ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION OF MEADOWS

##### Summary

The results of lysimeter measurements made in the years 1981 - 1984 are presented in the paper. Lysimetric stations were situated in some regions in Poland on sites of different soil - water characteristics. It has been proved that the actual evapotranspiration of meadows  $E_{Tr}$  can be calculated by means of the formula:

$$E_{Tr} = K \cdot E_{Tp}$$

where:  $K$  - seasonal coefficient,  
 $E_{Tp}$  - climatic index of evapotranspiration.

The Penman formula proved to be the most useful for Polish climatic conditions.

The coefficient K under conditions of sufficient soil water supplies or irrigated fields depends on hay yield of each cut. The results are presented in Tables 1 and 2.

ЗАВИСИМОСТЬ СЕЗОННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ K ДЛЯ РАСЧЁТА  
ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ ЛУГОВ ОТ ВЕЛИЧИНЫ  
УРОЖАЯ В ОТДЕЛЬНЫХ УКОСАХ

Резюме

В настоящем труде рассматриваются результаты лизиметрических измерений, проведенных в период 1981 - 1984 гг. в разных районах Польши и в разных условиях водного режима почв.

Установлено, что действительная эвапотранспирация лугов  $E_{Tr}$  может быть исчислена по формуле:

$$E_{Tr} = K \cdot E_{Tp}$$

где - K - сезонный коэффициент

$E_{Tp}$  - климатический показатель эвапотранспирации

В Польше самым лучшим климатическим показателем оказалась формула Пенмана.

Коэффициент K в условиях достаточного увлажнения почвы или на орошаемых полях зависит от величины урожая отрогов отдельных укосов, что представлено в табл. 1 и 2.



WPLYW PRZEBIEGU TEMPERATURY I OPADÓW  
NA PLON ODMIAN SŁONECZNIKA PASTEWNEGO  
PRZY ZRÓŻNICOWANYM TERMINIE SIEWU  
W POPLONIE ŚCIERNISKOWYM

Jerzy Sypniewski, Zbigniew Skinder

Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin  
Wydział Rolniczy ATR 85-029 Bydgoszcz

Na podstawie wyników doświadczenia wykonanego w latach 1974-1977 w RZD Mochełek wykazano wpływ przebiegu temperatury powietrza i opadów na plony zielonej i suchej masy, krajowej i zagranicznej odmiany słonecznika, wysianych w dwóch terminach. Plony zielonej masy słonecznika zasianego w III dekadzie lipca były wyższe o 21% i suchej masy o 36%, w porównaniu z zasiewami z I dekady sierpnia. Wykazano przydatność do uprawy w poplonie ścierniskowym następujących odmian: polskiej - Wielkopolski, radzieckiej - WNIJMK i Armawirskij, rumuńskiej - Rekord i węgierskiej - Iregi osikos.

## 1. WSTĘP

Wprowadzenie do uprawy intensywnych odmian zbóż o długim okresie wegetacji, stosowanie wysokiego poziomu nawożenia azotowego oraz kombajnowego zbioru powoduje opóźnienie zbioru zbóż. Skraca się przez to okres, który może być przeznaczony do uprawy poplonów ścierniskowych. W tych warunkach możliwości i perspektywy powodzenia uprawy poplonów w głównej mierze zależą od ilości i rozkładu opadów oraz temperatury w okresie sierpień - październik, a także od doboru roślin poplonowych, głównie o krótkim okresie wegetacji. Jak wynika z dotychczasowych badań, do uprawy w poplonie ścierniskowym nadaje się przede wszystkim słonecznik pastewny. W Polsce nie produkujemy jednak dostatecznej ilości materiału siewnego słonecznika i dlatego nasiona pochodzą z importu. Wykazanie więc różnic odmianowych słonecznika importowanego w porównaniu z odmianą krajową Wielkopolski, na tle przebiegu temperatur i opadów, umożliwi sprawdzenie ich przydatności do uprawy w poplonie ścierniskowym w rejonie środkowo-zachodnim.

## 2. MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1974-1977, w RZD-ATR Mochełek k. Bydgoszczy, na glebie płowej właściwej, wytworzonej z piasku gliniaste-

go mocnego, kompleksu żytniego dobrego, w rejonie o małej sumie opadów rocznych (średnia roczna wieloletnia 432 mm, w sezonie wegetacyjnym - 277 mm). Doświadczenia założono metodą podbloków losowanych, jako dwuczynnikowe w czterech powtórzeniach. Porównywano plonowanie odmiany polskiej Wielkopolski z odmianami radzieckimi Armawirskij, WNIJMK, rumuńską Rekord i węgierską Iregi osikos, wysianych w dwóch terminach siewu: wczesnym (27-28.07) i opóźnionym (5-8.08). Przedplonem było żyto ozime, które zbierano dla wczesnego terminu siewu w fazie dojrzałości pełnej i opóźnionego terminu siewu w fazie dojrzałości pełnej. Dawki nawozów mineralnych zastosowane pod słonecznik były następujące: 90 kg N, 72 kg  $P_2O_5$ , 80 kg  $K_2O$  na 1 ha. Ilość wysiewu nasion wynosiła 30 kg na ha, rozstawa 20 cm. Zależnie od warunków pogodowych terminy zbioru odmian słonecznika były następujące: w roku 1974 - 14 października, w roku 1975 - 11 października, w roku 1976 - 13 października i w roku 1977 - 28 września.

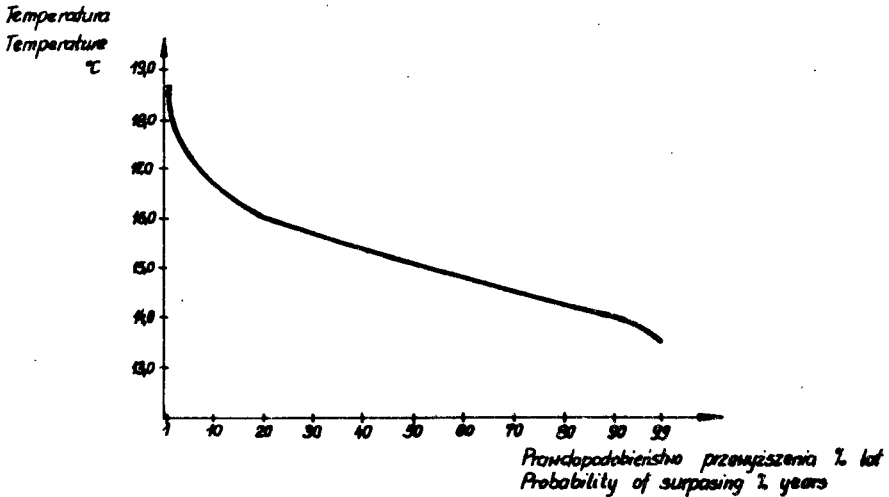
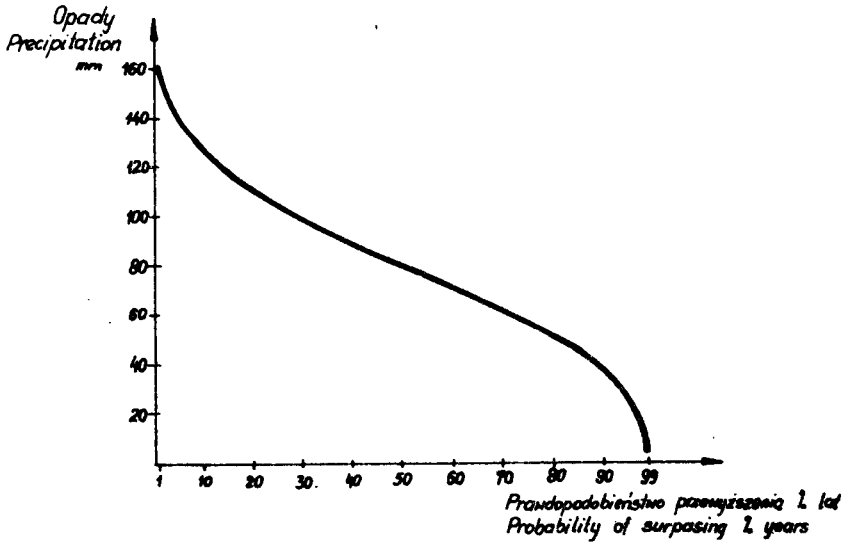
### 3. WYNIKI BADAŃ

Najkorzystniejsze warunki pogodowe dla uprawy słonecznika w poplonie ścierniskowym wystąpiły w okresie wegetacyjnym 1974 i 1976 roku, natomiast zdecydowanie niekorzystne w 1975 i 1977 roku.

Wpływ opadów na plon słonecznika powinien być rozpatrywany w zależności od długości okresu wegetacji. Jak podaje Bochniarz [1], dla wczesnych terminów siewu poplonu ścierniskowego 150 mm opadu może być ilością zbyt małą, a przy wysiewie opóźnionym 100 mm może okazać się ilością optymalną. Według Miczyńskiego i Siwickiego [6] suma opadów przekraczająca 140 mm stanowi warunek udania się poplonów.

Wyniki badań własnych wskazują, że dla słonecznika opady 100-130 mm, przy korzystnym rozkładzie, nawet dla wczesnych terminów siewu, umożliwiają w rejonie badań uzyskanie zadowalających plonów. Jednak taka lub wyższa suma opadów zdarza się w punkcie doświadczalnym (Mochełek) tylko w 9% lat (rys.1), co może być czynnikiem ograniczającym uprawę poplonów ścierniskowych w tym rejonie [2, 8].

W analizie wpływu temperatury powietrza na plonowanie roślin poplonowych przyjmuje się jako podstawowy wskaźnik sumę lub średnie temperatur. W zależności od długości okresu wegetacji, dla poplonów odpowiednia suma temperatur efektywnych (ponad  $5^{\circ}C$ ) wynosi od 290 do  $900^{\circ}C$  [3], a średnia temperatura powietrza od  $13$  do  $14^{\circ}C$  [6, 7]. W Mochełku średnie temperatury tej wysokości lub temperatury niższe są notowane tylko w 10% lat (rys.1). Według Miczyńskiego i Siwickiego [6, 7], wyższa temperatura, nawet przy dostatecznej ilości opadów, działa na poplony ujemnie. W okresie badawczym, tylko w sezonie wegetacyjnym 1976 roku, temperatura powietrza była zbliżona do optymalnej dla poplonu. Ponadto, w odniesieniu do słonecznika, koniec okresu wegetacji wyznaczają pierwsze przymrozki, które z reguły powodują uszkodzenia roślin [4].



Rys.1. Krzywe prawdopodobieństwa wystąpienia określonej liczby opadów i temperatur powietrza wraz z wyższymi, w okresie wegetacji poplonu ścierniskowego w Mochełku (na podstawie danych z lat 1949 - 1985)

Fig.1. Curves of determined air temperatures and precipitation appearance probability together with the ones during vegetation of stubble aftercrop at Mochełek (based on data from 1949-1985)

Z podanego poniżej zestawienia częstotliwości występowania intensywności przymrozków wynika, że w Mochełku pierwsze przymrozki zaczynają się

w drugiej dekadzie września (w 12% lat). Ich częstotliwość występowania rośnie do 50% lat w pierwszej dekadzie października.

Wysokość nad gruntem mm	Intensywność przymrozków °C	Sierpień	Wrzesień			Październik
		dekada 3	dekada 1	dekada 2	dekada 3	dekada 1
200	< 0	0	0	0	8	32
	≤ -2	0	0	0	3	22
	≤ -4	0	0	0	3	8
5	< 0	3	0	12	28	50
	≤ -2	0	0	6	9	31
	≤ -4	0	0	0	6	9

W doświadczeniu własnym dokonano także próby oceny wpływu opadów na plony słończnika w okresie przed i posiewnym. Badania Malickiego [5] wykazały wpływ sumy opadów w okresie wegetacji i miesiącu poprzedzającym, na plonowanie roślin uprawianych w poplonie ścierniskowym. W świetle wyników badań własnych potwierdzenie tej zależności w odniesieniu do słończnika jest utrudnione ze względu na bardzo zmienny w latach badań rozkład opadów (np. w latach 1975 i 1977 duża ilość opadów w fazie wschodów nie zrekompensowała ich niedostatku w późniejszych fazach rozwojowych roślin słończnika).

Zmienność warunków atmosferycznych w trakcie prowadzonych badań wpłynęła na zróżnicowanie plonów zielonej i suchej masy słończnika. Dość znaczne różnice w plonach otrzymanych w sezonach wegetacyjnych lat 1974 i 1976, w porównaniu z sezonami lat 1975 i 1977, wymagają ich oddzielnej analizy. W 1974 roku plony zielonej masy słończnika wysianego we wczesnym terminie oraz w latach 1975 i 1977 plony suchej masy były wyższe, w porównaniu z zasiewami opóźnionymi. W 1975 roku opóźnienie terminu siewu wpłynęło na wzrost plonów zielonej masy i ich zdecydowane obniżenie w 1977 roku. Natomiast w plonach suchej masy tylko w 1977 roku zanotowano wzrost plonu wskutek wcześniejszego zasiewu słończnika. Analiza wyników z czterech lat badań wykazała, że średnie plony zielonej masy słończnika zasianego w końcu trzeciej dekady lipca były wyższe o 21% i suchej masy o 36%, w porównaniu z zasiewami w pierwszej dekadzie sierpnia. Wyniki badań potwierdziły więc konieczność przestrzegania zasady, możliwie jak najwcześniejszych siewów słończnika.

Korzystne warunki pogodowe w latach 1974 i 1976 wpłynęły także na uzyskanie wysokich plonów badanych odmian słończnika. Porównując w tych latach plony można stwierdzić, że w 1974 roku polska odmiana słończnika Wielkopolski charakteryzowała się plonami zielonej masy niższymi tylko od odmiany WNIJMK i w 1976 roku - analogicznie od odmiany Rekord. W latach 1975 i 1977, charakteryzujących się w sezonie wegetacji poplonów niedoborami opadów, plony odmian słończnika były bardzo niskie. W 1975 roku, w porównaniu z odmianą polską, wyższe plony zielonej masy otrzymano z odmian Rekord i Iregi. W 1977 roku, w plonie zielonej masy odmian nie stwierdzono istotnych różnic.

Z porównania średnich plonów zielonej masy wynika, że w okresie badawczym, polska odmiana oleista Wielkopolski plonowała na poziomie odmiany Armawirskij. W plonach zielonej masy wszystkich odmian zagranicznych nie stwierdzono istotnych różnic.

Analiza statystyczna nie wykazała także istotnych różnic pomiędzy plonami absolutnie suchej masy, wszystkich badanych odmian.

#### 4. WNIOSKI

1. Przebieg temperatur powietrza oraz rozkład i sumy opadów w okresie późniejszym wykazały przydatność słonecznika pastewnego do uprawy w poplonie ścierniskowym, w warunkach punktu badawczego.

2. Średnie plony zielonej masy słonecznika zasianego w końcu trzeciej dekady lipca były wyższe o 21% i suchej masy o 36%, w porównaniu z zasiewami w pierwszej dekadzie sierpnia.

3. Krajowa odmiana Wielkopolski, w warunkach okresu wegetacji o większej ilości opadów, wykazała plon zielonej masy niższy od odmian WNIJMK i Rekord, natomiast w latach o mniejszej ilości opadów od odmian Rekord oraz Iregi. Nie stwierdzono istotnych różnic w średnich plonach suchej masy porównywanych odmian słonecznika.

#### LITERATURA

- [1] Bochniarz J., 1977: Warunki i możliwości uprawy poplonów ścierniskowych w Polsce. IUNG Puławy, 3/10
- [2] Dębski K., 1970: Hydrologia. Arkady Warszawa, s. 15 - 38
- [3] Filimonow P.N., 1974: Rozszerzanie posiewy promieźutocznych kultur. Biul. WN Rost im. N. Wawilowa, nr 44 - 45, s. 162 - 169
- [4] Jelinowska A., Jelinowski S., Sypniewski J., 1972: Uprawa i użytkowanie poplonów. PWRIL Warszawa
- [5] Malicki L., 1967: Niektóre czynniki wpływające na wynik uprawy poplonu ścierniskowego. Post. Nauk Roln. nr 3/105, s. 57 - 67
- [6] Micozyński J., Siwicki S., 1954: Międzyplony nawozowe w uprawie buraka cukrowego. Cz. I. Roczn. Nauk Roln., t. 70, seria A, nr 2, s. 251 - 281
- [7] Micozyński J., Siwicki S., 1962: Międzyplony nawozowe w uprawie buraka cukrowego. Cz. III. Roczn. Nauk Roln., t. 87, seria A, nr 1, s. 63 - 91
- [8] Żarski J., Peszek J., Urbanowski S.: Charakterystyka warunków termicznych i opadowych Mochejka. Praca oddana do druku w Zeszytach Naukowych ATR Bydgoszcz

Tabela 1

Table 1

Warunki pogodowe w okresie wegetacji poplonu ścierniskowego w Mochełku  
Weather conditions during vegetation of stubble aftercrop in Mochełek

Wyszczególnienie Specification		1974		1975		1976		1977	
		I	II	I	II	I	II	I	II
Liczba dni wegetacji Number of days vegetation		80	70	76	64	78	68	63	51
Suma średnich dobowych temperatur powietrza ( 5°C) Mean twenty-four hours temperatures sum (>5°C)		743	627	909	742	766	573	625	451
Suma opadów Precipitation sum		133	101	21	19	128	123	76	54
Suma opadów: Precipitation sum:									
- 10 dni przed siewem - ten days before sowing		74	32	60	2	86	4	56	19
- 10 dni po siewie - ten days after sowing		34	10	2	5	1	0	19	28
I - termin siewu wczesny I - time of sowing, early				II - termin siewu opóźniony II - time of sowing, late					
Dane meteorologiczne Meteorological data	Lata Years	Miesiące Months							$\bar{x}$
		VIII			IX		X		
		Dekady Decades							$\Sigma$
		1	2	3	1	2	3	1	
Średnie temperatury Mean temperatures °C	1974	16,8	18,5	18,1	16,6	13,9	10,4	7,9	15,9
	1975	21,0	17,8	19,2	17,3	17,8	15,4	11,1	17,1
	1976	14,9	16,5	17,9	13,8	13,7	11,0	10,5	14,5
	1977	17,6	15,4	16,6	16,0	10,1	8,3	-	15,3
Sumy opadów Precipitation sum mm	1974	26,7	3,0	19,2	5,3	14,6	1,5	35,8	106,1
	1975	1,0	4,8	.	1,4	0,5	6,9	5,8	20,2
	1976	1,3	20,8	14,0	0,5	31,4	31,7	22,7	122,4
	1977	30,6	16,7	.	8,4	8,1	11,7	-	75,5

Tabela 2  
Table 2

Plon zielonej masy ( $t \cdot ha^{-1}$ ) odmian słonecznika zależnie od terminu siewu  
Green mass yield ( $t \cdot ha^{-1}$ ) of sunflower varieties as dependent on time of sowing

Odmiana Variety	1974			1975			1976			1977			1974-1977					
	Termin siewu									Time of sowing								
	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$			
Wielkopolski	38,0	27,2	32,6	7,0	8,3	7,6	32,4	24,8	28,6	10,6	4,3	7,5	22,0	16,1	19,0			
Armawirski	41,3	33,6	37,4	7,5	8,5	8,0	33,3	31,0	32,2	10,0	4,0	7,0	23,0	19,3	21,1			
WNJMK	44,9	37,1	41,0	7,9	8,3	8,1	34,8	29,1	31,9	10,5	4,1	7,3	24,5	19,7	22,1			
Rekord	47,5	31,0	39,4	8,7	9,2	9,0	38,8	36,4	37,6	10,0	3,3	6,7	26,3	20,0	23,1			
Iregi	46,0	35,1	40,5	8,2	9,4	8,8	32,2	29,6	30,9	11,1	4,6	7,8	24,4	19,7	22,0			
$\bar{x}$	43,6	33,0	38,3	7,9	8,7	8,3	34,3	30,2	32,2	10,5	4,1	7,3	24,0	18,9	21,4			
MUR (P=95%) dla: LSD for:																		
- terminów (I) dates	4,88			0,86			n.u.				0,52		1,27					
- odmian (II) varieties	7,96			1,14			6,26				n.u.		2,41					
- interakcji: for interaction:																		
II/I	n.u.			n.u.			n.u.				n.u.		n.u.					
I/II	n.u.			n.u.			n.u.				n.u.		n.u.					
late/I years/I	-			-			-				-		-					
late/II years/II	-			-			-				-		-					
late/I/II	-			-			-				-		-					
years/I/II	-			-			-				-		-					

n.u. - różnice nie udowodnione  
non significant differences

MM - różnica udowodniona  
confident interval  
(P=99%)

Tabela 3  
Table 3

Plon suchej masy ( $t \cdot ha^{-1}$ ) odmian słonecznika zależnie od terminu siewu  
 Dry matter yield ( $t \cdot ha^{-1}$ ) of sunflower varieties as dependent on time of sowing

Odmiana Variety	1974			1975			1976			1977			1974 - 1977		
	Termin siewu						Time of sowing								
	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$	wczesny early	opóź- niony late	$\bar{x}$
Wielkopolski	4,03	2,04	3,03	1,48	1,29	1,38	3,06	1,96	2,51	1,51	0,61	1,06	2,52	1,47	1,99
Armswirski	3,84	2,32	3,08	1,35	1,21	1,28	2,70	2,12	2,41	1,49	0,55	1,02	2,34	1,55	1,94
WNJMK	4,22	2,56	3,39	1,57	1,31	1,44	2,90	2,02	2,46	1,55	0,57	1,06	2,56	1,61	2,08
Rokord	3,97	1,99	2,98	1,54	1,32	1,43	2,74	2,77	2,75	1,42	0,44	0,33	2,41	1,63	2,02
Iregi	4,28	2,81	3,54	1,51	1,38	1,44	2,73	2,13	2,43	1,61	0,66	1,13	2,53	1,74	2,13
$\bar{x}$	4,07	2,34	3,20	1,49	1,30	1,39	2,83	2,20	2,51	1,52	0,57	1,04	2,47	1,60	2,03
NUR (P = 95%) dla: LSD for:	0,282			n.u.			0,559			0,193			0,123		
- terminów (I) dates	n.u.			n.u.			n.u.			0,180			n.u.		
- odmian (II) varieties	n.u.			n.u.			n.u.			n.u.			n.u.		
- interakcji: for interaction:	n.u.			n.u.			n.u.			n.u.			n.u.		
II/I	n.u.			n.u.			n.u.			n.u.			n.u.		
I/II	n.u.			n.u.			n.u.			n.u.			n.u.		
late/I years/I	-			-			-			-			-		
late/II years/II	-			-			-			-			-		
late/I/II	-			-			-			-			-		
years/I/II	-			-			-			-			-		

n.u. - różnice nie udowodnione  
 non significant differences

$\bar{x}$  - różnica udowodniona  
 confident interval  
 (P = 99%)



## EFFECT OF TEMPERATURE CHANGES AND PRECIPITATION ON YIELD OF SUNFLOWER CULTIVARS AT DIFFERENTIATED TIME OF SOWING IN STUBBLE AFTERCROP

## Summary

On the basis of the results of experiments conducted in the years 1974 - 1977 at the Mochelek Agricultural Experimental Station near Bydgoszcz, an influence of air temperature changes and precipitation on the yield of green and dry matter of domestic and foreign sunflower varieties sown in two different dates was shown.

A green matter crop of sunflower sown in the third decade of July was higher by 21 % and that of dry matter was higher by 36 % when compared with sunflower sown in the first decade of August.

The usefulness of the following varieties for stubble aftercrop cultivation was proved: the Polish variety - Wielkopolski, the Soviet ones - WNIJMK and Armaswirskij, the Roumanian one - Rekord and the Hungarian one - Iregi osikos.

## ВЛИЯНИЕ ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА УРОЖАЙ СОРТОВ КОРМОВОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ СРОКЕ ПОСЕВА В ПОЖНИВНОЙ КУЛЬТУРЕ ЖИВЬЯ

## Резюме

На основании результатов исследования, полученных в течение 1974 - 1977 гг. в опытном центре по сельскому хозяйству Мохалек, было отмечено влияние хода температуры воздуха и осадков на урожай зеленой и сухой массы отечественного и зарубежных сортов подсолнечника, высеянных в два срока. Урожай зеленой массы подсолнечника, засеянного в III декаде июля, был выше на 21% и сухой массы на 36% по сравнению с засеянным в I декаде августа.

Была доказана пригодность к выращиванию в пожнивной культуре живья следующих сортов: польского - Великопольский, советских - ВНИИМК и Армавирский, румынского - Рекорд и венгерского - Игери осекос.



OCENA AGROKLIMATYCZNA WARUNKÓW WYMARZANIA RZEPAKU OZIMEGO  
NA OBSZARZE POLSKI

Teresa Tomaszewska

Zakład Agrometeorologii  
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej 01-673 Warszawa

Celem pracy było zbadanie przydatności wskaźnika Liczikaki do oceny przewidywanych strat mrozowych w rzepaku ozimym w Polsce. Na podstawie trzynastoletniego materiału sprawdzono dla warunków Polski słuszność wartości granicznej omawianego wskaźnika dla rzepaku ozimego ( $K > 0,45$ ). Przeprowadzono rachunek statystyczny, ustalając związek pomiędzy procentem zaoranych powierzchni rzepaku wiosną (według GUS) a liczbą dekad, w których omawiany wskaźnik przybierał wartości istotne dla wymarzania ( $r = 0,72$ ) oraz związek pomiędzy liczbą ocen posterunków ROLMET o wymarznieniu plantacji rzepaku wiosną, z liczbą dekad ze znaczącymi wartościami tego wskaźnika ( $r = 0,52$ ).

## 1. WSTĘP

W warunkach klimatycznych Polski, rośliny ozime narażone są na działanie różnego rodzaju niekorzystnych czynników, powodujących często trwałe uszkodzenia, a nawet całkowite ich zniszczenie. W pierwszym przypadku pociąga to za sobą słabszy wzrost i rozwój roślin wiosną, a co za tym idzie obniżony plon, w drugim - przerzedzenie zasiewów, co w sytuacjach skrajnych zmusza do zaorania upraw i powtórnego obsiewania pól. Możliwości przeciwdziałania szkodom zimowym w zakresie oddziaływania na pogodę są znikome. Jedyną skuteczną bronią pozostają nadal zabiegi agrotechniczne. Pewną pomocą w pracy służby rolnej oraz w podejmowaniu różnych przedsięwzięć gospodarczych mogą być bieżące informacje agrometeorologiczne o warunkach zimowania roślin oraz prognozy rozmiarów ewentualnych strat w zasiewach. Dlatego analizy tego typu wchodzi w zakres bieżącej agrometeorologicznej obsługi rolnictwa, prowadzonej przez Zakład Agrometeorologii IMGW.

Brak specjalnych badań doświadczalnych, których wyniki mogłyby być wykorzystywane w osłonie rolnictwa, zmusił Zakład do przyjęcia wskaźników stosowanych za granicą. Tak więc, od kilkunastu lat dokonywane są oceny agrometeorologicznych warunków zimowania i przewidywanych strat w zasiewach żyta, pszenicy ozimej, rzepaku ozimego i jęczmienia ozimego. Wykorzystuje się w tym celu klimatyczny wskaźnik wymarzania, ustalony przez Liczikaki dla warunków Ukrainy. Wskaźnik ten stosowany jest z powodzeniem

w agrometeorologicznej służbie ZSRR [2].

Celem pracy jest analiza wyników, uzyskiwanych przy zastosowaniu tego wskaźnika, na tle informacji Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) o zora-nych wiosną powierzchniach rzepaku ozimego (materiały niepublikowane) oraz na tle informacji obserwatorów rolniczo-meteorologicznych (ROLMET) o wy-marznięciu rzepaku.

## 2. MATERIAŁ I METODA

Niebezpieczeństwo wymarzania ozimin, według Liczikaki [2], ocenia się za pomocą wskaźnika obliczanego jako stosunek absolutnego minimum tempera-tury gleby, na głębokości węzła krzewienia w badanych dekadach ( $t$ ), do tzw. temperatury krytycznej ( $T_k$ ). Temperatura krytyczna zależy od rodzaju roś-liny oraz przebiegu warunków termicznych powietrza i gleby, w okresie od jesiennego ustalenia się temperatury poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , do końca marca. Klima-tyczny wskaźnik wymarzania wyraża się wzorem:

$$K = \frac{t}{T_k}$$

Z uwagi na to, że przy dużych wahaniami temperatury powietrza i gleby, rośliny tracą odporność na niską temperaturę (rozhartowują się), wartość temperatury krytycznej, uwzględnianej w obliczeniach wskaźnika  $K$ , zmienia się w zależności od przebiegu temperatury i co dekadę jest od nowa wyzna-czana.

W oparciu o wyniki doświadczeń autor metody ustalił zależności, które pozwalają na określanie temperatury krytycznej roślin na podstawie prze-biegu warunków termicznych. Zależność ta dla rzepaku i jęczmienia ozimego ma następującą postać:

$$T_k = -9,25 + 3,263t + 0,488t^2 \quad \eta = 0,853$$

gdzie:

$T_k$  - temperatura krytyczna,

$t$  - średnia z minimalnych temperatur gleby na głębokości węzła krze-wienia, za okres od daty jej przejścia przez  $0^{\circ}\text{C}$  jesienią do daty (dekady) określania temperatury krytycznej.

Ponadto, przy ociepleniach w drugiej połowie zimy, gdy średnia dekadowa maksymalna temperatura powietrza jest wyższa od  $0^{\circ}\text{C}$ , obserwuje się ob-niżenie odporności roślin na mróz, wywołane wznowieniem procesów wzrostu. Dlatego w takich przypadkach, w lutym i marcu wnoszona jest poprawka do temperatury krytycznej. Stąd wytrzymałość roślin na mróz jest tym mniej-sza, im wyższa jest średnia minimalna temperatura gleby okresu ubiegłego oraz im silniejsze są odwilże w lutym i marcu.

W służbie agrometeorologicznej IMGW, obliczania wskaźnika wymarzania roślin ( $K$ ) prowadzone są co dekadę, w okresie od wystąpienia średniej de-kadowej temperatury górnej warstwy gleby, wyliczonej z minimalnych wartoś-ci terminowych (na głębokości 5 cm) poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  do końca marca.

W analizie wykorzystano wyniki obliczeń klimatycznego wskaźnika wymarzenia z okresu trzynastolecia (1973/74 - 1985/86), dla około 50 stacji synoptycznych (meteorologicznych). Wyniki te porównano z ocenami około 260 posterunków ROLMET o wymarzeniu rzepaku ozimego wiosną, a wyniki z jedenastolecia (1975/76 - 1985/86) porównano także z danymi GUS, o zaoranych faktycznie powierzchniach plantacji rzepaku w poszczególnych województwach.

Wychodząc z założenia, że efekt warunków szkodliwych zimą nawarstwia się w czasie, przy ocenie poszczególnych zim (w niniejszym opracowaniu) posługiwano się sumą dekad, w których występowały warunki szkodliwe dla rzepaku.

W celu sprawdzenia, dla warunków Polski, słuszności wartości granicznej wskaźnika K, przyjętej przez Liczikiaki dla Ukrainy, wyznaczono współczynniki korelacji (r) pomiędzy różnymi wartościami klimatycznego wskaźnika wymarzenia (y), a procentową wielkością zaoranych powierzchni plantacji rzepaku ( $x_1$ ) oraz pomiędzy wartościami tego wskaźnika, a liczbą ocen obserwatorów ROLMET o wymarzeniu rzepaku ( $x_2$ ). Przy obliczeniach przyjęto do porównań następujące wartości współczynnika K:  $\geq 0,40$ ,  $\geq 0,45$ ,  $\geq 0,50$ ,  $\geq 0,55$ ,  $\geq 0,69$ .

### 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzone obliczenia w pełni potwierdzają słuszność przyjętej przez autora metody wartości granicznej, tj.  $K \geq 0,45$ . Przy wskaźniku tej wielkości oraz przy  $K \geq 0,50$  uzyskano dla warunków Polski najwyższe współczynniki korelacji (tab.1).

Operując materiałem z jedenastolecia porównano kartogramy średniego wojewódzkiego procentu powierzchni zaoranych plantacji rzepaku wiosną z liczbą dekad, w których notowano wskaźnik  $K \geq 0,45$ , czyli o wartościach istotnych dla wymarzenia rzepaku (rys.1a,b). Rozkład tego zjawiska wykazał dużą zgodność terytorialną. Najbardziej narażone na wymarzenie są zasiewy rzepaku ozimego w województwach środkowo-wschodnich (chełmskie, zamojskie, lubelskie) oraz w Polsce środkowej (płockie, ciechanowskie, warszawskie, skierniewickie, radomskie). Na obszarach tych, w analizowanym dziesięcioleciu, liczba dekad z potencjalnymi warunkami wymarzenia przekraczała 16 dochodząc do 26 dekad w województwie zamojskim i do 24 dekad w województwie chełmskim. Odpowiada to 30 - 40 procentom (przeciętnie w wieloleciu) zaoranych plantacji rzepaku. Tereny, gdzie często występuje groźba wymarzenia, sięgają na zachód aż po województwo poznańskie. Najmniej narażone na wymarzenie są zasiewy w województwach południowo-zachodnich, południowych, nadmorskich, przeważającej części rejonów zachodnich oraz na skrawku północno-wschodniej części kraju. Tam, w omawianym wieloleciu, notowano poniżej 10 dekad z warunkami wymarzenia i przeciętnie zaorywano 7 - 8 % powierzchni rzepaku. Podobne wyniki rozkładu przestrzennego zagrożenia wy-

marzaniem rzepaku ozimego uzyskała Przedpeńska [3], przy ocenie warunków wymarzania w latach 1951 - 1965.

Tabela 1

Table 1

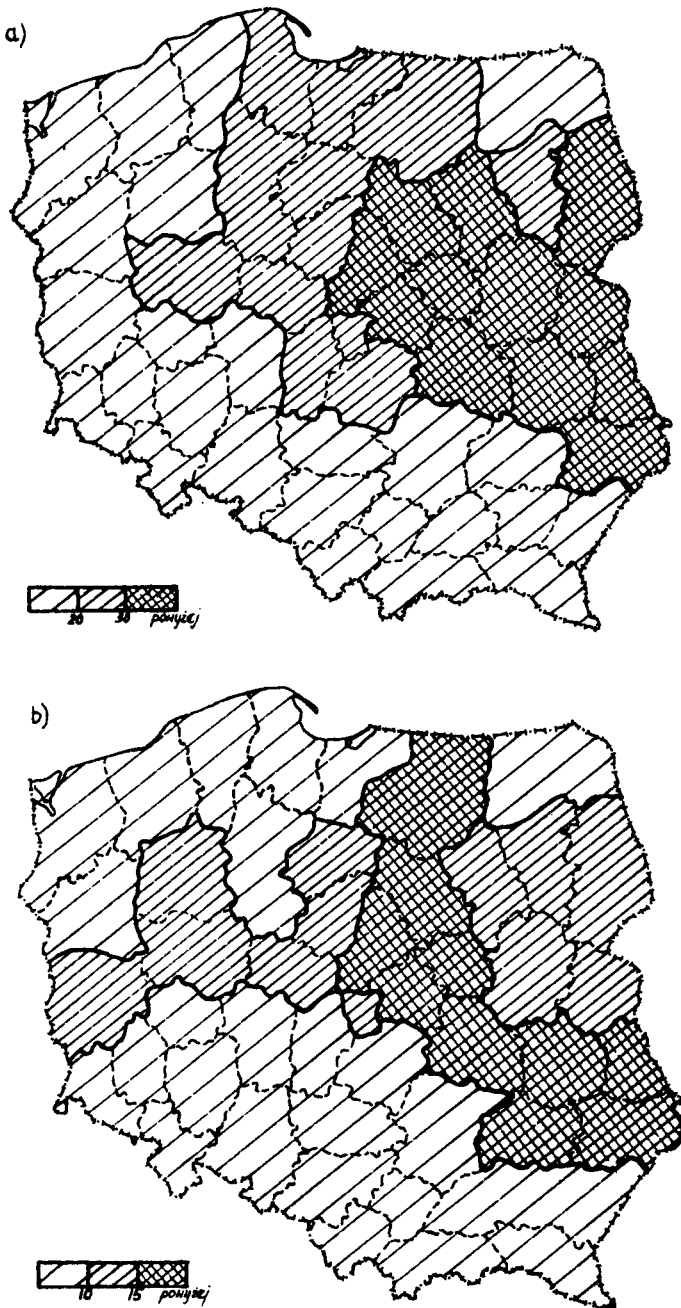
Współczynniki korelacji ( $r$ ) przy ocenie związku pomiędzy liczbą dekad z klimatycznym wskaźnikiem wymarzania ( $y$ ) a procentem zaoranych powierzchni rzepaku ( $x_1$ ) oraz liczbą meldunków o wymarznitym rzepaku ( $x_2$ )

Correlation coefficients ( $r$ ) at the appraisal of relationship between the number of decades with the climatic index of freezing ( $y$ ), and ploughed area (per cent) of rape ( $x_1$ ), and the number of reports on the frozen rape ( $x_2$ )

Wartość klimatycznego wskaźnika wymarzania K Climatix index for freezing K $y$	Współczynniki korelacji ( $r$ ) Correlation coefficients ( $r$ )	
	Procent powierzchni zaoranych wg GUS  Per cent of ploughed area according to GUS  $r_{yx_1}$	Liczba meldunków o wymarznieniu rzepaku wg posterunków ROLMET  Number of reports for frozen rape according to ROLMET station  $r_{yx_2}$
$\geq 0,40$	0,44	0,36
$\geq 0,45$	0,72	0,52
$\geq 0,50$	0,73	0,53
$\geq 0,55$	0,70	0,51
$\geq 0,69$	0,69	0,47

Dla lepszego zilustrowania słuszności ocen za pomocą wskaźnika K porównano, na przestrzeni trzynastolecia, przeciętną dla kraju liczbę dekad z potencjalnymi warunkami wymarzania z procentem meldunków o wymarznieniu rzepaku (rys.2). Dużą zgodność w tendencji stwierdzono w większości analizowanych lat. Największe straty spowodowane przez wymarzanie, obserwowano w latach: 1975/76, 1981/82, 1983/84, natomiast niewielkie podczas zima: 1974/75, 1976/77 i 1982/83.

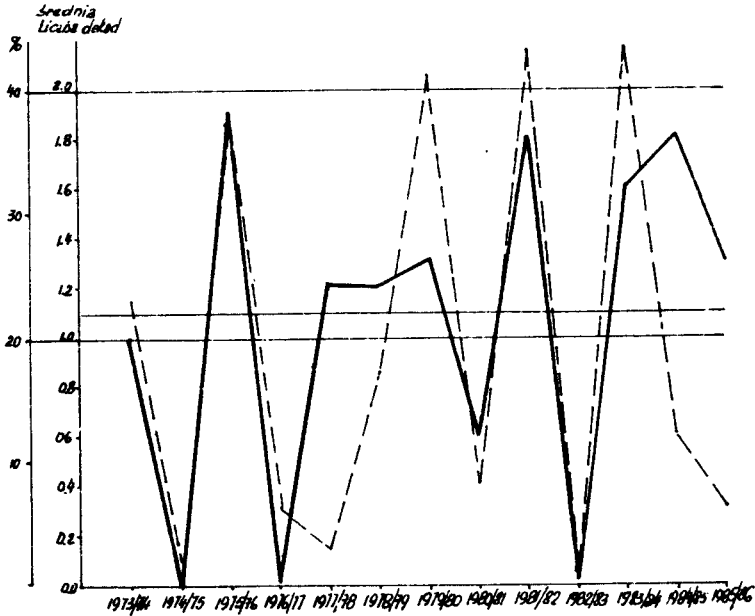
Pewne niezgodności, jakie stwierdzono przy porównaniu klimatycznego wskaźnika wymarzania z procentem powierzchni zaoranych (rys.1a,b), jak też z procentem meldunków o wymarznieniu rzepaku (rys.2), można tłumaczyć różnymi przyczynami. Między innymi tym, że wskaźnik wymarzania K obliczany jest wyłącznie na podstawie elementów meteorologicznych, bez uwzględnienia stanu faktycznego roślin. Przy ocenie zakłada się, że rośliny w momencie rozpoczęcia zimowej przerwy wegetacji są dobrze rozwinięte i rozkrzewione, co w praktyce często nie jest zgodne z rzeczywistością. Na przezimowanie



Rys.1. Średni procent zaoranych powierzchni rzepaku ozimego (a) oraz liczba dekad z wskaźnikiem  $K \geq 0,45$  (b) w wieloletniu 1975/76 - 1985/86

Fig.1. Means of ploughed areas with winter rape (per cent) (a) and the number of decades with index  $K \geq 0,45$  (b) in the many year period 1975/76 - 1985/86

rzepaku, poza wymarzeniem, mają wpływ inne czynniki, jak: zły stan roślin w jesieni oraz wymakanie, wyprzenie, wysmalanie, uduszenie, przymrozki wiosenne, a także szkodniki, które ujawniają się wiosną. Niemniej klimatyczny wskaźnik wymarzenia, jako obiektywna i prosta metoda oceny, oddaje praktyczne usługi w osłonie, stwarzając szansę wczesnego sygnalizowania ewentualnych strat.

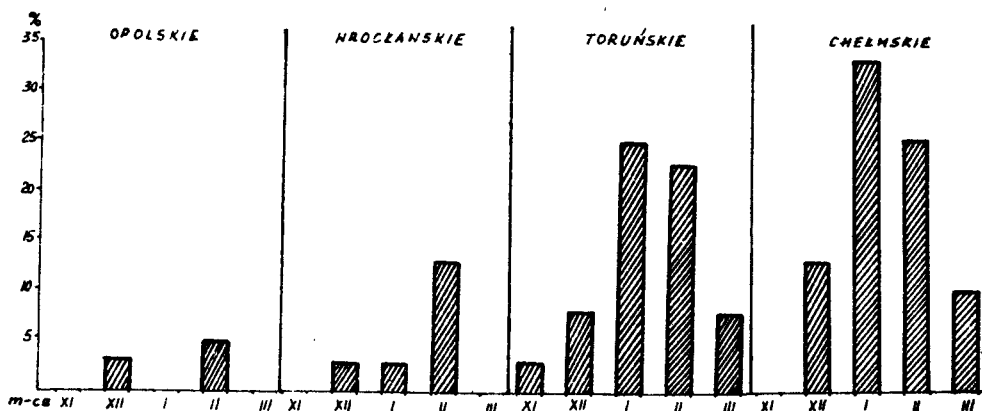


Rys. 2. Warunki wymarzenia rzepaku ozimego w Polsce w wieloletniu 1973/74 - 1985/86  
 (—) liczba dekad z wskaźnikiem  $K \geq 0,45$   
 (---) procent meldunków o wymarzeniu rzepaku według posterunków ROLMET

Fig. 2. Conditions of winter rape freezing in Poland in many-year period 1973/74 - 1985/86  
 (—) number of decades with index  $K \geq 0,45$   
 (---) reports on rape freezing communicated by ROLMET posts (per cent)

Dla zobrazowania różnic pomiędzy dzielnicami kraju w stanie zagrożenia roślin wymarzeniem, wyznaczono przykładowo dla kilku województw empiryczne prawdopodobieństwo występowania potencjalnych warunków wymarzenia w poszczególnych miesiącach (rys. 3). Z analizy wynika, że w województwie opolskim i wrocławskim warunki meteorologiczne, powodujące wymarzenie rzepaku, występują bardzo rzadko (8 - 13 % lat). W Polsce centralnej (toruńskie) natomiast w styczniu i lutym warunki powodujące wymarzenie zdarzają się w ponad 20 % lat, a w środkowo-wschodniej części kraju (chełmskie) w styczniu raz na trzy lata, a w lutym raz na cztery lata.

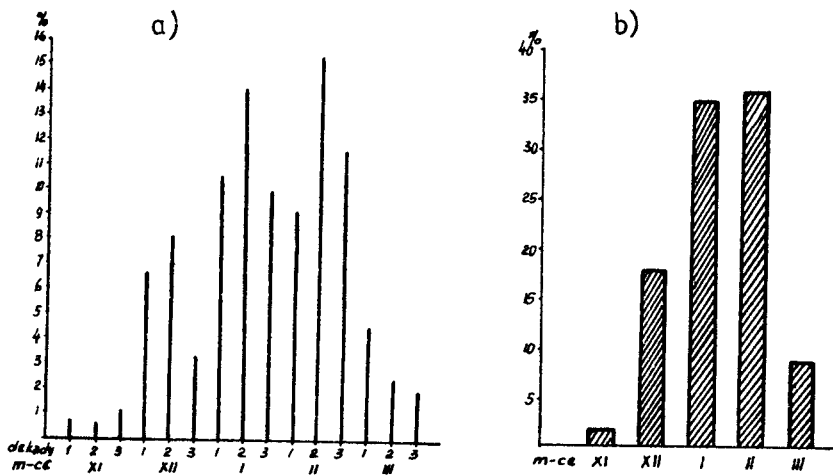




Rys. 3. Empiryczne prawdopodobieństwo występowania warunków wymarzenia w wieloletniu

Fig. 3. Empirical probability of freezing conditions occurrence in many year period

Dla zobrazowania rozkładu występowania potencjalnych warunków wymarzenia rzepaku w ciągu zimy w Polsce, przedstawiono procentowy udział przypadków ze wskaźnikiem  $K > 0,45$  w poszczególnych dekadach i miesiącach (rys. 4a, b).



Rys. 4. Procentowy udział dekad (a) i miesięcy (b) z potencjalnymi warunkami wymarzenia rzepaku ozimego w ciągu zimy w Polsce

Fig. 4. Participation (per cent) of decades (a) and of months (b) with winter rape potential freezing conditions during the winter time in Poland

Przeciętnie dla kraju warunki powodujące wymarzenie rzepaku najczęściej występują w styczniu i lutym - 35 i 36 % przypadków, następnie w grudniu (18 %) i marcu (9 %), a minimalnie w listopadzie.

## 4. WNIOSKI

- Przeprowadzona analiza pozwoliła na następujące ustalenia:
- do oceny potencjalnych warunków wymarzenia rzepaku ozimego w Polsce można stosować klimatyczny wskaźnik wymarzenia ustalony przez Liczikaki, przyjmując jako dolną wartość graniczną  $K = 0,45$ ,
  - największe prawdopodobieństwo występowania warunków agrometeorologicznych, sprzyjających wymarzeniu rzepaku ozimego obserwowane jest w styczniu i lutym,
  - najbardziej narażone na wymarzenie są zasiewy rzepaku w województwach śródkowo-wschodnich i w Polsce centralnej, najmniej w województwach południowo-zachodnich oraz na skrawku północno-wschodniej części kraju.

## LITERATURA

- [1] Dembiński F., 1962: Uprawa roślin oleistych. PWRiL Warszawa, s. 6-13
- [2] Ličikaki V.M., 1971: Metodičeskiye ukazanija po ocenke vlijanija nizkich temperatur i ledjanoj korki na perezimovku ozimych zernovyh kultur i ledjanoj korki na perezimovku ozimych zernovyh kultur. Izdat. „Kołos” Moskva, s. 40
- [3] Przedpeńska W., 1971: Ocena wpływu warunków meteorologicznych na zimowanie roślin. Maszynopis PIHM, s. 34

AGROCLIMATOLOGICAL ESTIMATION OF WINTER RAPE FREEZING  
ON THE AREA OF POLAND

Summary

The aim of the work was to study the usefulness of Liczikaki index for an estimation of anticipated freeze losses in winter rape in Poland. On the basis of the thirteen-year material for the conditions of Poland, the boundary value of the discussed winter rape ( $K \geq 0,45$ ) was checked. A statistical calculus was made by establishing relationships between ploughed areas of winter rape in spring time and the number of decades in which the discussed index adopted values essential for freezing ( $r = 0,72$ ) and relationships between the number of ROLMET posts estimations of winter rape plantation freezing in spring and the number of decades with more significant values of this index ( $r = 0,52$ ).

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ВЫМЕРЗАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА  
НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

## Резюме

Целью работы было исследование пригодности показателя Личкаки для оценки предусматриваемых морозных потерь озимого рапса в Польше.

На основе тринадцатилетнего материала проверялась для условий Польши правильность граничного значения описываемого показателя для озимого рапса  $/K \geq 0,45/$ . Проводились статистические расчеты с определением связи между процентом вспаханных весной полей рапса /по данным ГУС/ и числом декад, в которые описываемый показатель получал значения существенные для вымерзания  $/r = 0,72/$ , а также связи между числом оценок постов РОИМЕТ о вымерзании полей рапса с числом декад со значимыми величинами этого показателя  $/r = 0,52/$ .



KLIMATOLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA OKRESU WEGETACYJNEGO I GOSPODARCZEGO  
W BYDGOSZCZY, W LATACH 1931-1980

Gabriel Wójcik, Kazimierz Marciniak

Zakład Klimatologii  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Opracowanie zostało wykonane na podstawie średnich miesięcznych temperatur z poszczególnych lat 1931-1980, ze stacji Bydgoszcz-Lotnisko. Z wykresów rocznych przebiegów temperatury wyliczono daty początku i końca, czas trwania oraz średnią temperaturę okresu wegetacyjnego ( $t_1 \geq 5^{\circ}\text{C}$ ) i gospodarczego ( $t_1 \geq 2,5^{\circ}\text{C}$ ).

Wyniki obliczeń (tabela 1 i 2, rysunki 1, 2 i 3) świadczą o dużej zmienności analizowanych wskaźników. Suma temperatur w okresie 1931-1980 wykazywała tendencję malejącą.

## 1. WSTĘP

Stosunki termiczne, będące wypadkową czynnika solarnego i cyrkulacji atmosferycznej, określają obok opadów atmosferycznych, klimatyczne warunki produkcji rolniczej. Charakterystykę stosunków termicznych dla celów rolniczych przeprowadza się w świetle rozmaitych wskaźników, ważnych z punktu widzenia faz rozwoju i produktywności roślin, a także zabiegów agrotechnicznych.

Do ważniejszych wskaźników agroklimatycznych należą: czas trwania i temperatura wybranych okresów, istotnych dla przebiegu wegetacji. W niniejszym opracowaniu przedstawiono charakterystykę okresu wegetacyjnego i gospodarczego, z których pierwszy ważniejszy jest dla przebiegu wegetacji, drugi zaś - dla organizacji prac agrotechnicznych. W odniesieniu dla całej Polski omawiane są one między innymi w pracach Romera (1949), Warszawskiego (1971), Wiszniewskiego i Chełchowskiego (1975).

Celem niniejszego opracowania jest zbadanie zmienności w czasie podstawowych wskaźników charakteryzujących okres wegetacyjny i gospodarczy na przykładzie Bydgoszczy.

## 2. MATERIAŁ I METODA

Opracowanie zostało wykonane na podstawie średnich miesięcznych temperatur z poszczególnych lat okresu 1931-1980, ze stacji meteorologicznej Bydgoszcz-Lotnisko ( $\varphi = 53^{\circ}07' \text{N}$ ,  $\lambda = 17^{\circ}58' \text{E}$ ,  $H = 60 \text{ m n.p.m.}$ ).

Z wykresów rocznych przebiegów temperatury wyliczono daty początku i końca, czas trwania w dniach oraz średnią temperaturę okresu wegetacyjnego (średnia dobową temperaturę  $t_1 \geq 5^\circ\text{C}$ ) i gospodarczego ( $t_1 \geq 2,5^\circ\text{C}$ ). Średnie i ekstremalne wartości wymienionych wskaźników, wraz z latami ich wystąpienia, przedstawiono w tabeli 1, a ich przebieg z roku na rok na rysunkach 1, 2 i 3. Zbadano zmienność wskaźników (wyrażoną odchyleniem standardowym) oraz trend zmian poprzez wyznaczenie współczynników równań regresji typu  $y = ax + b$  ( $x$  - czas, tj. kolejne lata okresu 1931-1980) dla czterech charakterystyk okresu wegetacyjnego i gospodarczego (tab. 2).

### 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Daty początku okresu wegetacyjnego w Bydgoszczy wahają się od 12.03 do 18.04 - przy średniej dacie 3.04, natomiast daty końca tego okresu wahają się od 15.10 do 24.11 - przy średniej dacie 4.11 (tab. 1). Długość okresu wegetacyjnego waha się od 192 do 247 dni, przy średniej 216 dni (tab. 1). Liczby te oraz wykresy wieloletnich przebiegów (rys. 1 i 2) świadczą o dość żywej zmienności tych wskaźników z roku na rok (tab. 2), przy braku statystycznie istotnych trendów zmian w analizowanym 50-leciu. Tak np. daty początku i końca okresu wegetacyjnego opóźniły się zaledwie o 2,5 dnia w ciągu 50 lat (stąd też i długość okresu nie wykazywała określonej tendencji).

Początek okresu gospodarczego waha się od 12.02 do 6.04 - przy średniej dacie 18.03, a koniec waha się od 31.10 do 20.01 - przy średniej dacie 21.11 (tab. 1). Długość okresu gospodarczego waha się od 214 do 335 dni, przy średniej długości wynoszącej 249 dni. Podobnie jak przy okresie wegetacyjnym, występuje tutaj duża zmienność z roku na rok (rys. 1 i 2) i brak statystycznie istotnych trendów zmian. Ujemny współczynnik kierunkowy w równaniu regresji (tab. 2), dotyczący dat początku okresu gospodarczego, wskazuje na ich przyspieszanie, które jednak w okresie 50 lat wyniosło w sumie zaledwie 3,15 dnia. Z kolei dodatni, prawie dwukrotnie większy współczynnik kierunkowy dotyczący dat końca tegoż okresu, wskazuje na ich opóźnianie, które w sumie wyniosło 6,05 dnia. Omówione tendencję dat początku i końca dają w efekcie wydłużenie czasu trwania okresu gospodarczego o 9,2 dnia w okresie 50 lat. Zauważmy jednak, że na tę wartość wpłynął wyjątkowo długi czas trwania tego okresu w roku 1974 (tab. 1, rys. 2). Zmiany dat i czasu trwania okresu gospodarczego w ciągu rozpatrywanych 50 lat są statystycznie większe niż w odniesieniu do okresu wegetacyjnego, jednakże są one nieistotne.

Średnie temperatury okresu wegetacyjnego mieszczą się w przedziale od  $11,8^\circ\text{C}$  do  $14,8^\circ\text{C}$  - przy średniej  $13,2^\circ\text{C}$ , zaś okresu gospodarczego mieszczą się w przedziale od  $10,4^\circ\text{C}$  do  $13,4^\circ\text{C}$  - przy średniej z 50 lat wynoszącej  $11,9^\circ\text{C}$ . Przebieg wieloletni średnich temperatur obu okresów wykazuje statystycznie istotny trend spadkowy ( $p > 0,001$ ). Obniżenie się w ciągu 50 lat temperatury okresu wegetacyjnego wyniosło  $1,2^\circ\text{C}$  zaś gospodarczego  $1,3^\circ\text{C}$ .



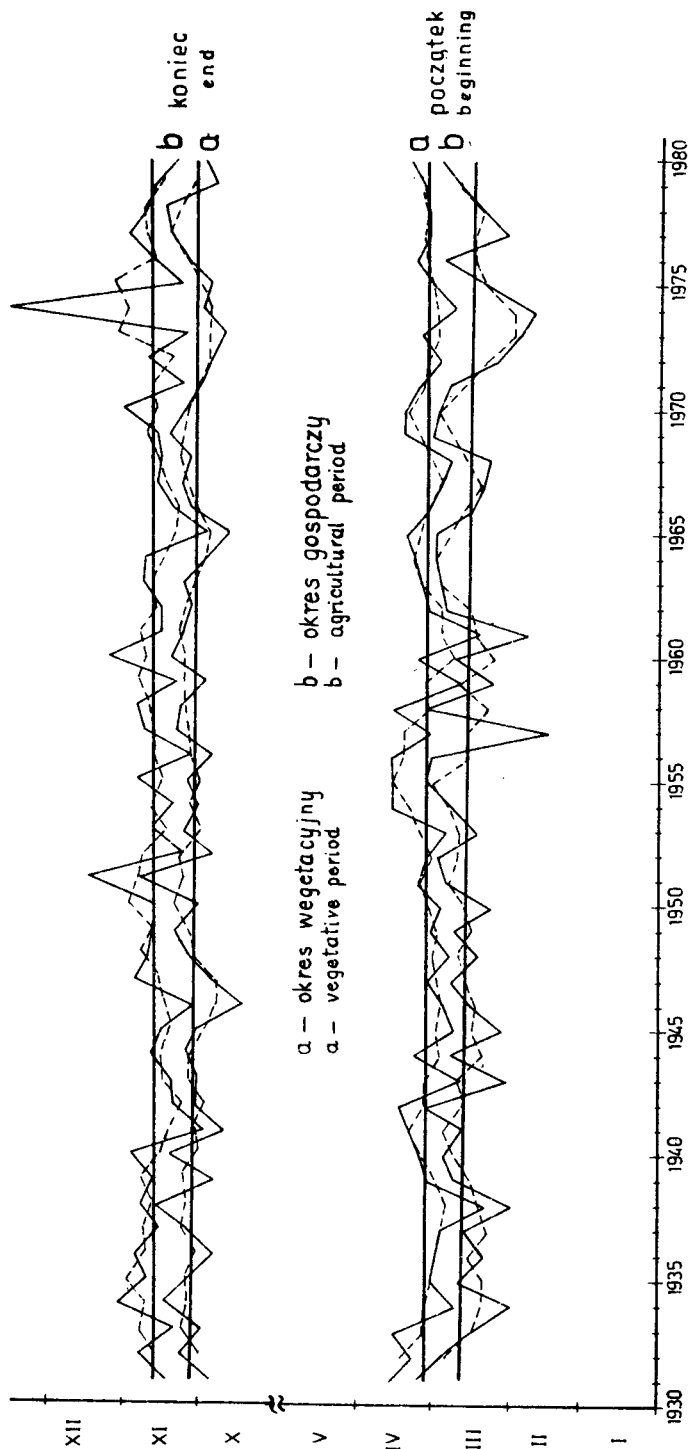
Tabela 2  
Table 2

Odchylenia standardowe i współczynniki równań regresji charakterystyk  
okresu wegetacyjnego i gospodarczego w Bydgoszczy z lat 1931 - 1980

Standard deviations and coefficients of regression equations of the characteristics  
of the vegetative and agricultural periods in Bydgoszcz in the years 1931 - 1980

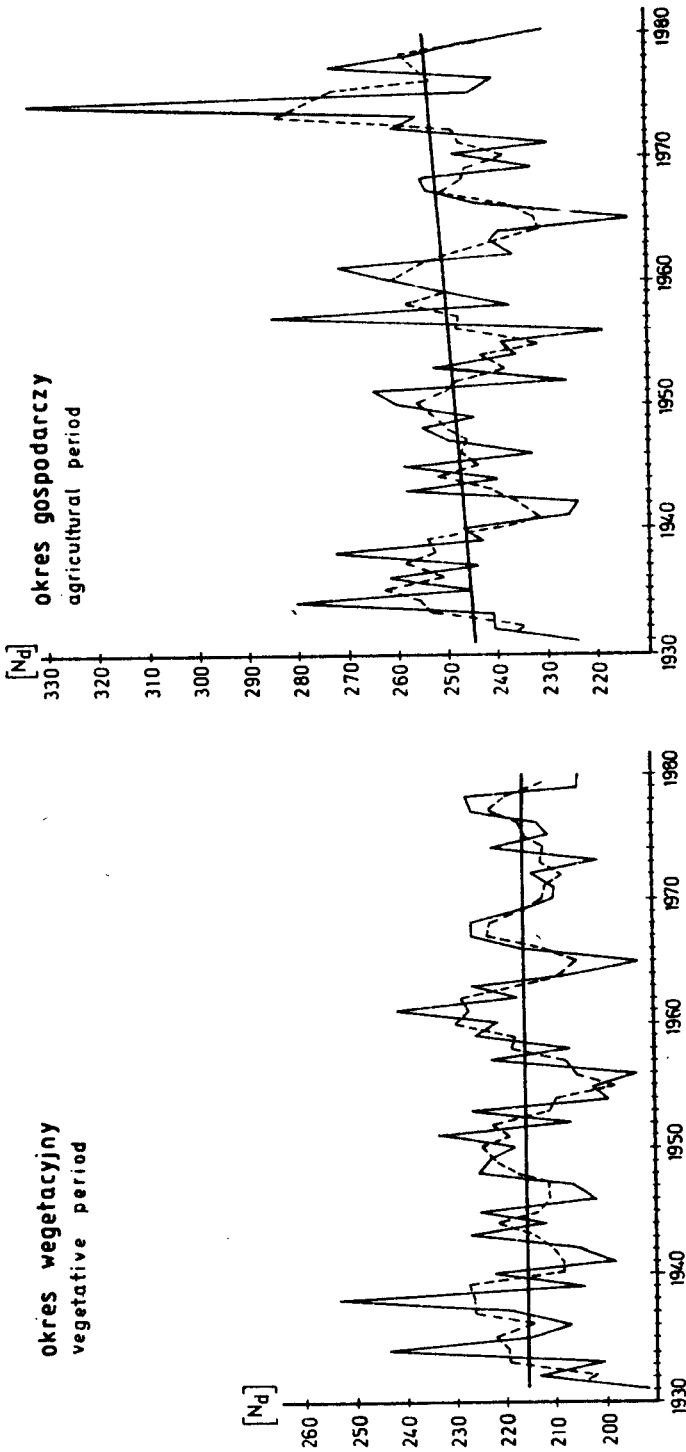
Charakterystyka Characteristic	Okres Period					
	wegetacyjny vegetative			gospodarczy agricultural		
	odchylenie standardowe standard deviation	współczynniki równania equation coefficients		odchylenie standardowe standard deviation	współczynniki równania equation coefficients	
		a	b		a	b
data początku (dni) date of beginning (days)	8,61	0,050	-5,0	12,93	-0,063	200,1
data końca (dni) date of end (days)	8,12	0,050	210,5	12,56	0,121	88,9
czas trwania (dni) duration (days)	12,80	-0,008	231,7	19,83	0,182	-106,7
temperatura (°C) temperature (°C)	0,70	-0,024	61,0	0,81	-0,026	62,6





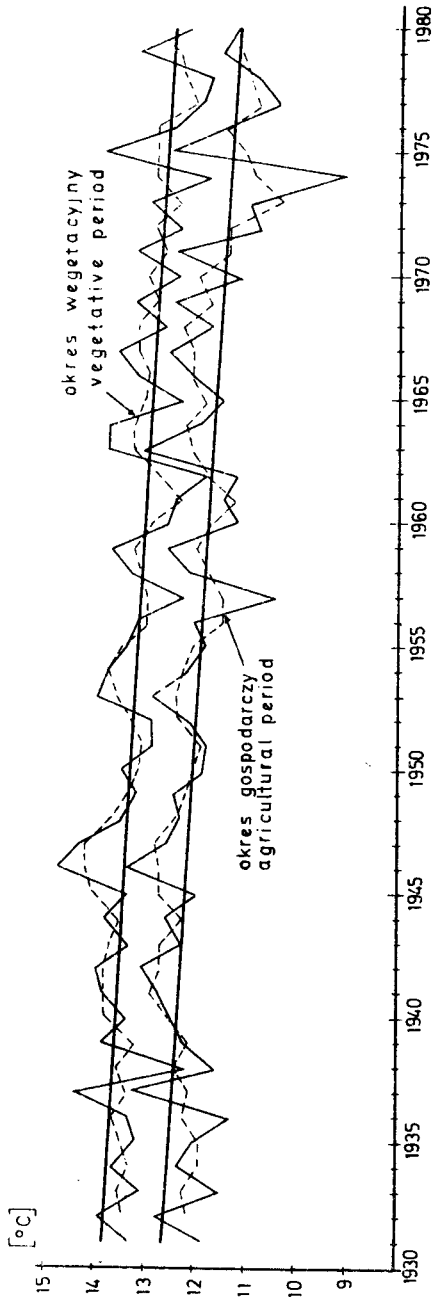
Rys.1. Daty początku i końca okresu wegetacyjnego (a) i gospodarczego (b) w Bydgoszczy w latach 1931-80:

- linia ciągła łamana - przebieg wielkości z poszczególnych lat
  - linia przerywana - przebieg średnich konsekwentnych 3-letnich
  - linia ciągła prosta - linie trendu
- Fig.1. The dates of the beginning and end of the vegetative and agricultural periods in Bydgoszcz in the years 1931-80:
- solid broken line - year-to-year course of the observed values
  - dashed curve - year-to-year course of the overlapping 3-years values
  - solid line - least-square linear trend



Rys.2. Czas trwania w dniach ( $N_d$ ) okresu wegetacyjnego i gospodarczego w Bydgoszczy w latach 1931-80 (oznaczenia linii jak na rys.1)

Fig.2. Duration in days ( $N_d$ ) of the vegetative and agricultural periods in Bydgoszcz in the years 1931-80 (for markings of lines of Fig.1)



Rys.3. Średnie temperatury ( $t_1$ ) okresu wegetacyjnego i gospodarczego w Bydgoszczy w latach 1931-80 (oznaczenia linii jak na rys.1)

Fig.3. Mean temperature ( $t_1$ ) of the vegetative and agricultural periods in Bydgoszcz in the years 1931-80 (for markings of lines of Fig.1)

Na tle ogólnej tendencji spadkowej (rys. 3) występują przemiennie kilkuletnie okresy z temperaturami wyższymi lub niższymi w stosunku do linii trendu. Można także wyróżnić, w ciągu omawianych 50 lat, dłuższe okresy z przewagą lat o wyższych temperaturach (1939 - 1955 i 1962 - 1972).

#### 4. WNIOSKI

1. Wszystkie wskaźniki okresu wegetacyjnego i gospodarczego uwzględnione w opracowaniu (daty początku i końca, czas trwania i średnia temperatura) wykazują dużą zmienność z roku na rok - stosownie do zmiennych warunków cyrkulacyjnych, charakterystycznych dla obszaru Polski.

2. Średnie temperatury obu okresów wykazują wyraźny trend malejący, natomiast daty początku i końca oraz czas trwania okresów nie wykazują, w omawianym 50-leciu, statystycznie istotnych tendencji.

3. Termiczne warunki obu okresów - ważnych z punktu widzenia produkcji rolniczej - ulegały stopniowemu pogorszeniu. Jednakże pełna ich ocena wymaga dodatkowo uwzględnienia opadów atmosferycznych.

4. Sądzymy, że uzyskane na przykładzie Bydgoszczy wyniki są reprezentatywne co najmniej dla regionu kujawsko-pomorskiego.

#### LITERATURA

- [1] Romer E., 1949: Okresy gospodarcze w Polsce. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, ser. B, nr 20
- [2] Warszawski W., 1971: Termiczne pory roku w Polsce. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego, z. 43, s. 105 - 137
- [3] Wiszniewski W., Chełchowski W., 1975: Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatologiczna Polski. WKiŁ Warszawa

#### CLIMATOLOGICAL CHARACTERIZATION OF VEGETATIVE AND AGRICULTURAL PERIODS IN BYDGOSZCZ OVER THE YEARS 1931 - 1980

##### Summary

The paper was prepared on the basis of mean monthly temperatures in the years 1931-1980 at the Bydgoszcz-Airport Station. From annual temperature curves, the dates of the beginning and end, duration and mean temperatures of vegetative ( $t_1 \geq 5,0^\circ\text{C}$ ) and agricultural ( $t_1 \geq 2,5^\circ\text{C}$ ) periods were counted.

The results of the calculations (Tables 1,2 and Fig. 1,2,3) indicate a great change ability of the analysed coefficients.

The sum of the temperatures in the period 1931-1980 showed a decreasing trend.

## КЛИМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕГЕТАЦИОННОГО И ХОЗЯЙСТВЕННОГО ПЕРИОДОВ В БЫДГОМЕ В 1931 - 1980 ГОДЫ

## Резюме

Работа была составлена на основе средних месячных температур за отдельные годы, полученных со станции Быдгош-Аэродром.

По графикам годичных изменений температуры определялись дата начала и конца, время продолжения и средняя температура вегетационного  $/t_i \geq 5^{\circ}\text{C}/$  и сельскохозяйственного  $/t_i \geq 2,5^{\circ}\text{C}/$  периодов.

Результаты вычислений /табл. 1 и 2, рис. 1, 2 и 3/ свидетельствуют о большой изменчивости анализируемых показателей.



NIEDOSTATECZNE I NADMIERNE OPADY ATMOSFERYCZNE NA OBSZARZE POLSKI

Tadeusz Zawora

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej  
Wydział Melioracji Wodnych AR 30-059 Kraków

W 20-leciu 1956-75, na obszarze byłych 17 województw, porównano w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego sumy opadów atmosferycznych z opisami warunków meteorologicznych wegetacji ważniejszych roślin uprawnych. Określono przedziały opadów optymalnych, a tym samym wartości graniczne, poniżej których zaczyna się niedobór opadów i powyżej których rozpoczyna się ich nadmiar. Wyznaczone wartości wyrażono w procentach opadu średniego wieloletniego. Ogólnie dla Polski można przyjąć, że opady optymalne zawierają się w granicach od 64 do 140 % opadu przeciętnego.

## 1. WSTĘP

Zmienność przestrzenna i czasowa opadów atmosferycznych na terenie Polski jest bardzo duża. Obszary o najniższych opadach, obejmujące środkową część kraju, otrzymują poniżej 500 mm opadu rocznie. Natomiast na górnej granicy piętra umiarkowanie ciepłego w Karpatach zachodnich należy się spodziewać opadów w granicach 1000 mm, zaś na górnej granicy piętra umiarkowanie chłodnego, będącego granicą użytkowania rolniczego, 1400 mm [3]. Stosunek opadów najwyższych do najniższych, na przykładzie Warszawy, może wahać się w granicach 150 - 60 % normy średniej wieloletniej dla roku, 250 - 27 % dla pór roku, zaś dla października nawet 505 - 5 % [5]. W okresie letnim maksymalne sumy dobowe mogą przekraczać średnie wieloletnie sumy miesięczne. Tak duża zmienność opadów, przy jednoczesnej zmienności innych elementów meteorologicznych, powoduje zróżnicowanie warunków wegetacji roślin uprawnych. T. Górski w opracowaniu zbiorowym [8] stwierdza, że „większość roślin uprawnych (w Polsce) cierpi równie często z powodu nadmiarów, jak i niedoborów opadów”.

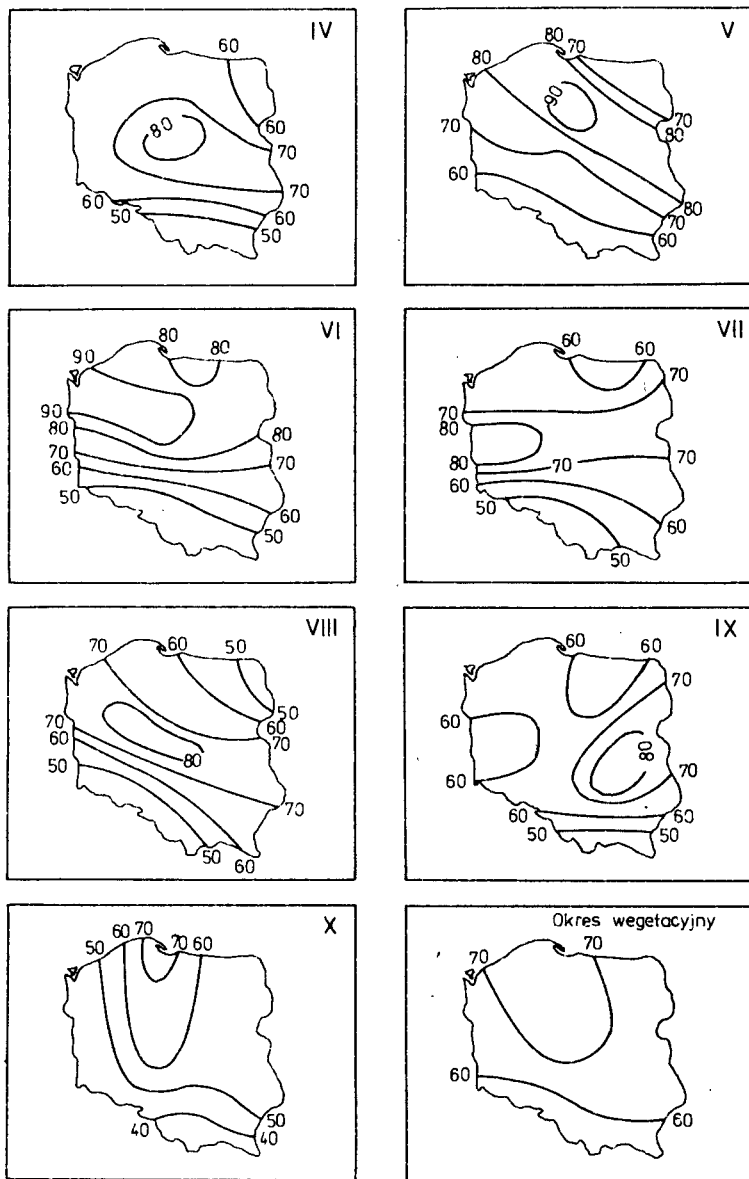
Poglądy co do wartości opadów od jakich rozpoczyna się posucha oraz ich nadmiar, jak również na temat klasyfikacji wymienionych zjawisk, są bardzo zróżnicowane. Według Z. Kaczorowskiej [5] - rok lub pora roku przeciętna to takie, w których suma opadów mieści się w granicach 90 - 110 % opadu normalnego. Poniżej tej wartości rozpoczyna się posucha, powyżej - nadmiar opadów. A. Schmuck [10] uważa za miesiąc suchy taki /na obszarze województwa wrocławskiego/, w którym suma opadów wynosi poniżej 75 % normy. Opady wysokie, według tego autora, słabo mieszczą się w już i tak sze-

rokich granicach od 100 do 200 % normy. Cz. Koźmiński [7] natomiast dla okresu miesięcznego przyjmuje wartość opadu przeciętnego od 76 do 125 % normy. Wymienieni autorzy wyróżniają jeszcze po trzy stopnie posuchy i trzy stopnie nasilenia nadmiernych opadów, których granice nie pokrywają się ze sobą. E. Hohendorf [4] przyjmuje za miesiąc suchy taki, w którym suma opadów w kwietniu i październiku wynosi poniżej 40 mm, a w miesiącach od maja do września poniżej 50 mm.

## 2. MATERIAŁ I METODA

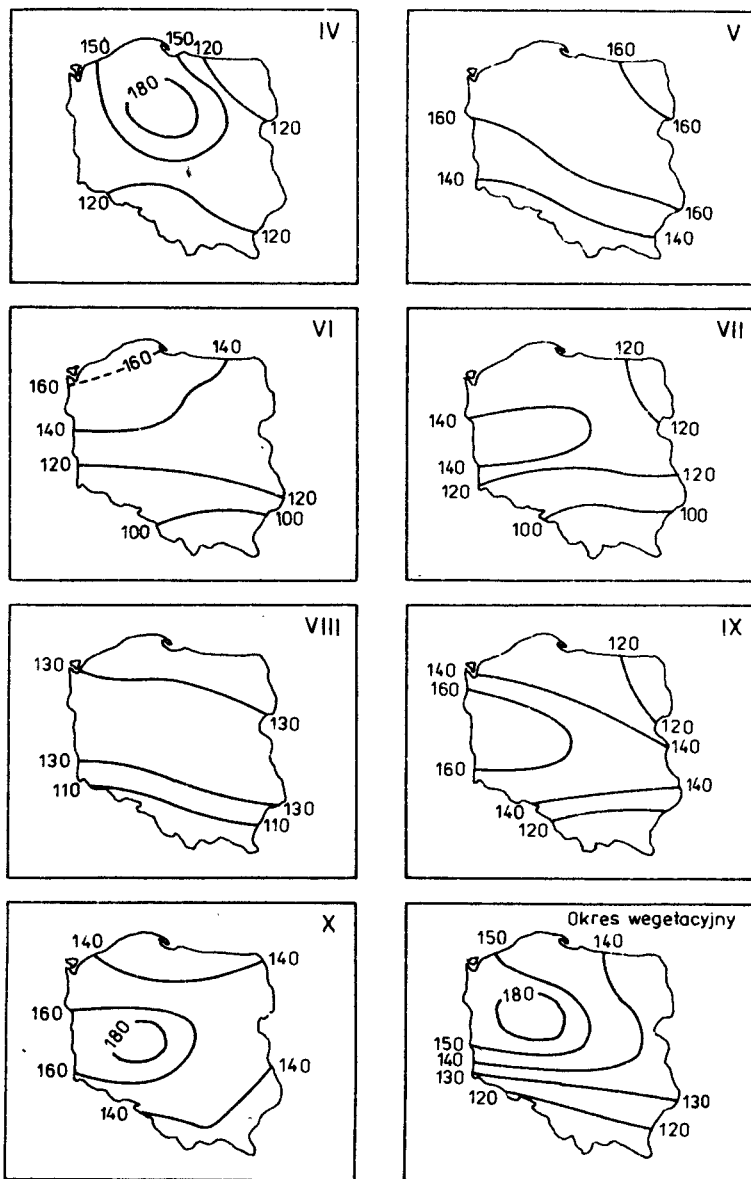
W niniejszym opracowaniu podjęto próbę określenia przedziału opadów dostatecznych z punktu widzenia wymagań wodnych głównych roślin uprawnych, aby w dalszej kolejności na tej podstawie określić, poniżej jakiej wartości wyrażonej w % opadu średniego wieloletniego rozpoczynają się opady niedostateczne, czyli początek posuchy i powyżej jakiej wartości - opady nadmierne. W tym celu przeanalizowano teksty opisu warunków meteorologicznych vegetacji trzech grup roślin uprawnych, a mianowicie: zbóż ozimych, zbóż jarych, roślin okopowych, jak również roślinności trwałych użytków zielonych, (w 17 byłych województwach). Posłużyły temu teksty zawarte głównie w Biuletynach Doświadczalnictwa Terenowego IUNG i Miesięcznych Przeglądach Agrometeorologicznych IMGW. Okres badań obejmował 20-letnie 1956-1975. Jednocześnie, dla każdego ze wspomnianych województw, obliczono średnie wartości sum opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach okresu vegetacyjnego, na podstawie danych z 8-10 stacji meteorologicznych z Roczników Opadów Atmosferycznych. Przeprowadzone porównanie wykazało, że tak obliczone średnie nie różnią się istotnie od średnich obliczonych na podstawie danych z kilkudziesięciu stacji. Każdą z tak obliczonych wartości opadów w każdym województwie i w danym miesiącu zakwalifikowano zgodnie z tekstem opisu warunków meteorologicznych vegetacji, jako niedostateczną, dostateczną lub nadmierną. Oznaczenie poszczególnych kategorii opadów na osi liczbowej odrębnymi sygnaturami pozwoliło, po naniesieniu 20 lat obserwacji, na wyznaczenie granicy pomiędzy opadami dostatecznymi i niedostatecznymi (początek posuchy) i pomiędzy dostatecznymi a nadmiernymi (początek nadmiaru opadów). Na podstawie zebranych materiałów podjęto próbę przedstawienia zróżnicowania przestrzennego analizowanego zjawiska posuchy i początku nadmiaru opadów atmosferycznych na załączonych mapach (rys. 1, 2), zdając sobie sprawę, że jest to obraz przybliżony i dość uproszczony. Sumy opadów miesięcznych, którymi posługiwano się w opracowaniu, nie zawsze są miarodajne dla oceny potrzeb wodnych roślin uprawnych. Ważny jest również rozkład opadów w czasie. Opracowanie dotyczy więc lat o względnie równomiernym rozkładzie opadów atmosferycznych. Również wspomniane sumy miesięczne nie zawsze są miarodajne dla oceny posuszności poszczególnych okresów, zwłaszcza na glebach lekkich, ze względu na występujące często intensywne opady burzowe.





Rys.1. Wartości początkowe niedoborów opadów atmosferycznych w % opadu średniego wieloletniego 1956 - 1975

Fig.1. Beginning of insufficient precipitation in % of the mean many years precipitation 1956 - 1975



Rys.2. Wartości początkowe nadmiarów opadów atmosferycznych w % opadu średniego wieloletniego 1956 - 1975

Fig.2. Beginning of excessive precipitation in % of the mean many years precipitation 1956 - 1975

### 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Nie analizując szczegółowo przedstawionych na mapach wartości można poczynić następujące uwagi, odnośnie przestrzennego zróżnicowania badanych zjawisk: duża zmienność opadów atmosferycznych, przy względnej stałości wymagań wodnych roślin uprawnych powoduje, że spotykane w literaturze przedziały opadów optymalnych, wyrażone w % opadu średniego wieloletniego, mogą mieć tylko regionalne znaczenie. Na obszarze gdzie opad jest najniższy, tj. w Polsce środkowej i środkowo-zachodniej, opady zbliżone do przeciętnych zwłaszcza w maju i w czerwcu są już za niskie. Natomiast w regionach o opadach najwyższych, czyli w obszarach górskich, dopiero obniżenie opadu do wartości rzędu 50 % średniej wieloletniej, zaznacza się jako niedobór opadów. Odnosi się to szczególnie do miesiąca kwietnia oraz od czerwca do września. Jedynie w maju wartość ta jest nieco wyższa i już obniżenie sumy opadów do wartości 60 % średniej wieloletniej rozpoczyna okres posuszny.

Odnośnie opadów nadmiernych można zauważyć, że w Karpatach (szczególnie w czerwcu i w lipcu) opad przeciętny jest już za wysoki. Jest to spowodowane ujemnym oddziaływaniem wysokich opadów zwłaszcza na zboża, w końcowym okresie ich wegetacji i początku żniw, jak również, największymi bezwzględными sumami opadów w tych miesiącach. I odwrotnie, na obszarach o najniższych sumach opadów w byłym województwie poznańskim i bydgoskim, dopiero przy przekroczeniu opadów przeciętnych prawie dwukrotnie rozpoczyna się ich nadmiar. Dotyczy to szczególnie miesiąca kwietnia.

Z analizy przebiegu czasowego badanych zjawisk wynika, że największe zapotrzebowanie na wodę przez rośliny uprawne występuje w maju, kiedy to przeciętne dla Polski opady, niższe zaledwie o 27 % od normy, odczuwane już będą jako niedostateczne, a dopiero ich przekroczenie o 60 % w stosunku do wartości średniej wieloletniej odczuwane będzie jako nadmiar. Najbardziej wyraźny nadmiar opadów w Polsce zaznacza się w lipcu, gdzie już 120 % opadu średniego wieloletniego będzie początkiem nadmiaru opadów atmosferycznych.

### 4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników badań można przedstawić następujące wnioski:

1. Zastosowana metoda pozwala na ilościową ocenę jednego z ważniejszych elementów klimatu Polski jakim są opady atmosferyczne, z punktu widzenia wymagań wodnych ważniejszych roślin uprawnych łącznie.

2. Cytowane w literaturze normy opadów, poniżej których rozpoczyna się ich niedobór, a powyżej których nadmiar, nie mogą odnosić się do obszaru całej Polski, lecz mają tylko ściśle regionalne znaczenie.

3. Najbardziej narażona na suszę jest środkowa i środkowo-zachodnia część Polski. Obniżenie w tych regionach opadów o kilka procent w stosunku do wartości średniej wieloletniej, zwłaszcza w maju i w czerwcu, jest już początkiem posuchy.

4. Na Pogórzu Karpackim i Sudeckim niedostatek opadów zaznacza się dopiero przy ich sumie równej połowie wartości średniej wieloletniej. Jednocześnie w tychże regionach opady przeciętne stanowią granicę pomiędzy opadami wystarczającymi a nadmiernymi.

5. Ogólnie w Polsce zaznacza się nieznaczna przewaga niedoborów opadów nad ich nadmierami. Początek posuchy występuje przy obniżeniu opadu o wartość rzędu 36 %, a ich nadmiar przy przekroczeniu o 40 % wartości średniej wieloletniej.

#### LITERATURA

- [1] Biuletyn Agrometeorologiczny IMGW, 1974 - 1975
- [2] Biuletyn Doświadczalnictwa Terenowego IUNG, 1956 - 1973
- [3] Hess M., 1965: Piętra klimatyczne w polskich Karpatach zachodnich. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. 18, s. 258
- [4] Hohendorf E., 1948: Niedobory i nadmiary opadów w Polsce. Gospodarka Wodna 10, s. 276 - 287
- [5] Kaczorowska Z., 1962: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Prace Geogr., IG PAN, 33, s. 112
- [6] Kaczorowska Z., 1977: Pogoda i klimat, s. 310
- [7] Koźmiński Cz., Czarnecka M., Górka W., 1982: Opady atmosferyczne na terenie województwa szczecińskiego, s. 52
- [8] Listowski A., 1983: Agroekologiczne podstawy uprawy roślin. PWN Warszawa, s. 320
- [9] Roczniki Opadów Atmosferycznych IMGW, 1956 - 1975
- [10] Schmuck A., 1962: Posuchy i wysokie opady atmosferyczne w województwie wrocławskim w latach 1950 - 1959. Czasop. Geogr. 4, s. 411 - 440

#### INSUFFICIENT AND EXCESSIVE PRECIPITATION ON THE AREA OF POLAND

##### Summary

In the period of twenty years, 1956-1975, there were made a comparison (months of the vegetative period) of the total precipitation and a description of meteorological conditions of vegetation of more important agri-

cultural plants on the area of 17 former voivodships.

Values below which the shortage of precipitation began and above which the excess started were counted. The values are expressed in % of the mean many-year precipitation. It may be generally accepted that an optimum precipitation for Poland ranges between 64% and 140% of the mean precipitation.

## НЕДОСТАТОЧНЫЕ И ЧРЕЗМЕРНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

### Резюме

В течение 20 лет /с 1956 по 1975 год/ на территории бывших 17 воеводств сравнивалась сумма атмосферных осадков в отдельные месяцы вегетационного периода с описаниями метеорологических условий вегетации важнейших сельскохозяйственных культур. Были определены величины, ниже которых начинается недостаток осадков, и величины, повышение которых считается чрезмерным. Определенные в ходе измерений величины выражаются в процентах по отношению к средним многолетним осадкам.

В общем для Польши можно принять, что оптимальные величины осадков колеблются в границах от 64 до 140% средних осадков.



AGROMETEOROLOGICZNA OCENA WARUNKÓW SIANOKOSÓW W POLSCE

Jacek Żarski

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych  
Wydział Rolniczy ATR 85-029 Bydgoszcz

Na podstawie wartości trzech wskaźników charakteryzujących warunki pogodowe w okresach zbioru roślinności łąkowej na siano stwierdzono, że w Polsce wiąże się on z ryzykiem dużych strat z powodu możliwości wystąpienia opadów atmosferycznych. Ryzyko to zmniejsza się wydatnie przy zbiorze traw na sianokiszoncek.

W okresie sprzętu I pokosu najkorzystniejsze warunki pogodowe do przeprowadzenia sianokosów istnieją w regionie klimatu bałtyckiego, nieco gorsze w warunkach klimatu pojeziernego i Krainy Wielkich Dolin, a najmniej korzystne na południu kraju. W okresie zbioru II pokosu warunki te są podobne na terenie całego kraju, z wyjątkiem klimatu podgórskiego i górskiego.

I pokos traw powinien być zbierany na terenie Polski do 10 czerwca, zaś II - w terminie od 1 do 15 sierpnia.

## 1. WSTĘP

Produkcja siana w Polsce napotyka na szereg trudności. W poradach dla praktyki rolniczej, zacierających do zmniejszenia strat i pełnego wykorzystania potencjału produkcyjnego użytków zielonych, główną uwagę zwraca się na terminowe rozpoczęcie sianokosów, gdy wartość pokarmowa traw jest największa [1, 3]. Ponadto zaleca się skracanie okresu suszenia poprzez zastosowanie nowych technologii z wykorzystaniem urządzeń dosuszających, a nawet ograniczenie produkcji siana na rzecz kiszzonek i sianokiszzonek [4, 5, 7].

W gospodarstwach indywidualnych nie dysponujących odpowiednim parkiem maszynowym, nadal zdecydowanie przeważa model suszenia siana bezpośrednio na łące. Czynnikiem decydującym o jakości siana są wówczas warunki pogodowe. Opady deszczu przedłużają proces jego suszenia, zwiększając straty na skutek oddychania dłuższej wędnącej zielonki, powodują wyługowywanie składników pokarmowych i nasilenie procesów fermentacyjnych. Ponadto znacznie podwyższają pracochłonność i koszty sprzętu. Łączne straty przy suszeniu siana w warunkach naturalnych (podczas niekorzystnej pogody) wzrastają przeszło dwukrotnie, wynosząc od 50% białka strawnego i 56% jednostek ow-sianych aż do utraty całkowitej wartości [7].

W Polsce problem oceny warunków pogodowych w czasie sianokosów rozpatrywany był dotąd w skali regionalnej. Badania pozwoliły na wybór naj-

lepszyc terminów przeprowadzania tego zabiegu w okolicach Wrocławia [11], na terenie województwa szczecińskiego [8] i Pojezierza Mazurskiego [6].

W pracy podjęto próbę dokonania oceny przebiegu warunków pogodowych w okresach sianokosów i możliwości uzyskania dobrego siana dla całego kraju. Głównym jej celem było ustalenie najkorzystniejszych terminów przeprowadzania zbioru traw na siano, w poszczególnych regionach klimatycznych Polski.

## 2. MATERIAŁ I METODY

Określenie warunków pogodowych w przyjętych okresach zbioru I (21.05-30.06) i II (21.07-31.08) pokosu traw dokonano przy pomocy następujących wskaźników:

- częstotliwości występowania opadów atmosferycznych  $\leq 10$  i  $> 30$  mm w poszczególnych dekadach przyjętych terminów sianokosów,
- prawdopodobnych długości trwania najdłuższego ciągu bezopadowego.

Wskaźniki te obliczono w sposób jednolity dla 54 stacji i posterunków IMGW, na podstawie wyników pomiarów wysokości opadów atmosferycznych, wykonanych w latach 1954-1978. W obliczeniach wykorzystano metodę decylów Dębskiego [2] i definicję ciągu bezopadowego Schmucka [10]. Wartości wymienionych wskaźników dla poszczególnych regionów klimatycznych, według podziału Romera [9], obliczono z kolei jako średnie z 3-9 stacji lub posterunków, w zależności od powierzchni regionu.

## 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z liczb zestawionych w tabelach 1 i 2 wynika, że w warunkach klimatycznych Polski zbiór traw na siano wiąże się z ryzykiem dużych strat, spowodowanych możliwością wystąpienia niekorzystnej pogody. Częstotliwość występowania opadów atmosferycznych nie przekraczających 10 mm w kolejnych dekadach wykazuje na obszarze kraju duże zróżnicowanie terytorialne i wynosi w czasie I pokosu od 17 do 54%, a w czasie II pokosu od 13 do 44% lat (tab.1). Wskaźnik ten obrazuje zaledwie względnie dobre warunki pogodowe do przeprowadzenia sianokosów, wymagających w zasadzie pogody słonecznej i bezdeszczowej. Oznacza to, że w najlepszym przypadku sianokosy mogą zakończyć się uzyskaniem dobrego lub bardzo dobrego siana w 20-50% lat, zależnie od regionu klimatycznego, a na przeważającym terenie kraju (Kraina Wielkich Dolin) w około 40% lat.

Częstotliwość występowania opadów przekraczających 30 mm w poszczególnych dekadach może oznaczać z kolei % lat, w których sianokosy na pewno nie będą udane. Liczby te wynoszą 12-50% (I pokos) i 20-55% (II pokos), w zależności od regionu klimatycznego i dekady (tab.2).

Omówione wartości dobrze korespondują z przedstawionymi w tabeli 3 prawdopodobnymi długościami najdłuższych ciągów bezopadowych w poszczegól-







nych regionach. W świetle tych liczb pewność co do w miarę udanego zbioru można mieć tylko wówczas, gdy przeznaczy się go na sianokiszonkę, której produkcja wymaga znacznie krótszego okresu dobrej pogody. Najdłuższy ciąg bezopadowy w 95 % lat nie będzie krótszy niż 5,9 dni w regionie klimatu bałtyckiego, a w Krainie Wielkich Dolin wyniesie co najmniej 4,6-5,1 dni. Pewności zbioru dobrego siana, produkowanego w warunkach naturalnych, nie można w Polsce zagwarantować. Rozwiązanie tego problemu wiąże się ze skróceniem czasu przebywania skoszonoj zielonki na łące i wymaga zastosowania nowszych technologii produkcji siana, wykorzystujących urządzenia dosuszające.

Wartości omówionych wskaźników pozwalają na porównanie warunków pogodowych sianokosów w poszczególnych regionach. W okresie sprzętu I pokosu są one najkorzystniejsze w regionie klimatu bałtyckiego, nieco gorsze na Pojezierzach i w Krainie Wielkich Dolin, zaś najgorsze na południu kraju, a zwłaszcza na terenie wyżyn środkowych i w górach. W czasie zbioru II pokosu warunki pogodowe są podobne na obszarze całego kraju, z wyjątkiem klimatu podgórskiego i górskiego, gdzie obliczone wskaźniki osiągają zdecydowanie najgorsze wartości.

Zmienna częstotliwość występowania opadów  $\leq 10$  mm w kolejnych dekadach może stanowić podstawę do wyboru terminów, w których prawdopodobieństwo pojawienia się najlepszej pogody w danym regionie jest największe. W większości regionów częstotliwość pojawiania się omawianego wskaźnika wykazuje wyraźną tendencję malejącą w miarę ewentualnego opóźnienia sianokosów. Przesuwając je w klimacie bałtyckim na okres po 15 czerwca, a na Pojezierzach na okres po 10 czerwca, należy liczyć się ze znacznie gorszymi warunkami pogodowymi. W klimacie Krainy Wielkich Dolin, a także na Nizinie Śląskiej, najkorzystniejsza pogoda do przeprowadzenia zbioru traw na siano występuje w okresie od 26 maja do 10 czerwca. Stosunkowo niewielką zmienność wykazuje omawiany wskaźnik w regionie klimatu wyżyn środkowych, podgórskim i górskim oraz w Kotlinie Sandomierskiej. Prawdopodobieństwo spotkania na tym obszarze kraju niekorzystnej pogody jest podobne w całym okresie przeznaczonym na zbiór I pokosu.

Najlepszy termin przeprowadzenia sprzętu II pokosu to okres od 1 do 15 sierpnia, a w niektórych regionach nawet do 31 sierpnia. Wykonanie go w trzeciej dekadzie lipca wiąże się z ryzykiem spotkania znacznie gorszych warunków pogodowych na terenie całego kraju.

Proponowane terminy przeprowadzania zbioru traw na siano, a zwłaszcza I pokosu, pokrywają się w zasadzie z okresami, w których ruń posiada największą wartość pokarmową. W przypadkach wystąpienia w tym czasie opadów atmosferycznych należałoby jednak zalecić przesunięcie sianokosów na okres poprawy pogody, gdyż straty spowodowane opóźnieniem zbioru są znacznie mniejsze od strat związanych z produkcją siana w czasie deszczów. Wyczekiwanie z sianokosami na lepszą pogodę w zdecydowanej większości lat przyniesie efekt w postaci wystąpienia dłuższego bądź krótszego okresu bezopadowego, co ilustrują dane zamieszczone w tabeli 3.

Tabela 3  
Table 3

Długość najdłuższego ciągu bezopadowego o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia  
w okresie sprężu I i II pokosu (dni)

Duration of the longest period without precipitation of determined probability of predominance  
during the time of the first and the second crop (days)

Regiony klimatyczne Climatic regions	I pokos First crop					II pokos Second crop				
	Prawdopodobieństwo przewyższenia w % lat Probability of predominance in % years									
	5	20	50	80	95	5	20	50	80	95
Klimat bałtycki	19,5	15,6	11,4	7,8	5,9	23,2	15,5	9,8	6,1	4,5
Klimat pojezierny										
- Pojezierze Pomorskie	18,3	14,4	10,5	7,5	5,4	20,1	13,6	9,7	6,7	5,0
- Pojezierze Mazurskie	18,9	14,4	9,8	7,2	4,8	20,3	13,6	5,2	5,7	< 4
Klimat Krainy Wielkich Dolin										
- część zachodnia	17,5	14,3	10,2	7,2	5,1	20,2	13,8	9,1	6,6	5,1
- część środkowa	17,6	13,5	9,8	7,0	4,6	17,5	12,5	9,1	6,5	4,7
- część wschodnia	17,7	13,3	9,6	7,2	4,8	19,2	14,0	9,6	6,8	4,9
Klimat wyżyn śródkowych	16,0	12,2	7,9	5,4	< 4	16,8	12,0	9,0	6,6	4,4
Klimat podgórskich nizin i kotlin										
- Nizina Śląska	15,9	12,8	8,7	6,1	< 4	17,8	11,7	9,0	6,6	4,5
- Kotlina Sandomierska	16,9	11,5	8,0	6,0	4,0	16,9	12,3	9,1	7,0	5,4
Klimat podgórski i górski	14,5	10,8	7,5	5,0	< 4	15,1	11,4	8,0	5,7	4,0

## 4. WNIOSKI

1. Zbiór roślinności łąkowej na siano, wiąże się w Polsce z ryzykiem dużych strat, z powodu możliwości wystąpienia opadów atmosferycznych. Ryzyko to zmniejsza się przy zbiorze traw na sianokiszoncek.

2. W okresie sprzętu I pokosu najkorzystniejsze warunki do przeprowadzenia sianokosów występują w regionie klimatu bałtyckiego, nieco gorsze w warunkach klimatu pojeziernego i Krajny Wielkich Dolin, a najmniej korzystne na południu kraju.

3. W okresie zbioru II pokosu warunki pogodowe są podobne na terenie całego kraju, z wyjątkiem klimatu podgórskiego i górskiego.

4. I pokos powinien być zbierany na terenie Polski do 10 czerwca. Przeciętnie najlepsze warunki pogodowe do zbioru II pokosu występują w Polsce w okresie od 1 do 15 sierpnia.

## LITERATURA

- [1] Choromański K., 1985: Rola i miejsce użytków zielonych w produkcji pasz gospodarskich. Wiad. Mel. i Łąk. 3, s. 67 - 69
- [2] Dębski K., 1970: Hydrologia. Arkady Warszawa, s. 327 - 366
- [3] Falkowski M., 1983: Łakerstwo i gospodarka łąkowa. PWRiL Warszawa
- [4] Gajda J., 1985: Użytkowanie kośne terenów łąkowych. Wiad. Mel. i Łąk. 3, s. 72 - 75
- [5] Michna G., Gross F., 1986: Straty przy suszeniu siana in situ i możliwości ich ograniczenia. Wiad. Mel. i Łąk. 4, s. 110 - 114
- [6] Nowicka A., Grabowska K., 1985: Terminy koszenia i zbioru traw łąkowych na tle warunków klimatycznych Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego. Materiały XX Konferencji Agrometeorologów, Lublin
- [7] Podkówa W., Olszewski T., Kalisiewicz A., 1984: Technologia produkcji siana. PWRiL Warszawa, s. 7 - 61
- [8] Prawdzic K., Koźmiński Cz., 1968: Próba określenia przebiegu pogody w czasie koszenia i zbioru traw łąkowych i nasiennych na terenie województwa szczecińskiego. Materiały Zjazdu Meteorologów, Olsztyn
- [9] Romer E., 1962: Wybór prac. T. III. PWN Warszawa, s. 453 - 475
- [10] Schmuck A., 1969: Meteorologia i klimatologia dla WSR. PWN Warszawa
- [11] Świętochowski B., Bakowski B., 1965: Szkice agrometeorologiczne. Pam. Puł., z. 4, s. 45 - 62

## AGROMETEOROLOGICAL EVALUATION OF HAYMAKING CONDITIONS IN POLAND

## Summary

On the basis of values of three indices describing weather conditions during periods of meadow flora harvest for hay, there was found a risk of large losses because of possible rainfall. The risk decreases markedly when grasses are cut for haysilage.

During the first crop, the best conditions for haymaking were found in the Baltic climate region, conditions of the Lake District were worse as well as those of the Land of Great Valleys and they were the least profitable in the south of the country. During the second crop, weather conditions are similar all over the country with the exception of hilly and mountainous regions.

The first crop in Poland should be finished before June 10 and the second one in the period from 1 to 15 August.

## АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ УБОРКИ СЕНА В ПОЛЬШЕ

## Резюме

На основе числовых значений трёх показателей, определяющих погодные условия в периоды уборки луговой растительности на сено, отметили, что в Польше связана она с риском больших потерь, вызванных возможностью выпадения атмосферных осадков. Риск этот значительно уменьшается при уборке злаков на сенокос.

Во время уборки I покоса наиболее благоприятные условия для производства сенокосов существуют в районе балтийского климата, немного хуже - в районе озерного климата и климата великих долин, и неблагоприятные - на юге страны. Во время уборки II покоса эти условия похожи на территории всей страны, кроме подгорного и горного климатов.

I покос злаков необходимо собирать в Польше до 10 июня, а II покос - с 1 до 15 августа.

ATLAS KLIMATYCZNY ELEMENTÓW I ZJAWISK SZKODLIWYCH DLA ROLNICTWA W POLSCE

Czesław Koźmiński, Bożena Michalska

Katedra Agrometeorologii  
Akademia Rolnicza w Szczecinie

Tadeusz Górski

Zakład Agrometeorologii  
IUNG Puławy

Intensyfikacja rolnictwa w Polsce stawia nowe wymagania pod adresem agrometeorologii, zwłaszcza w zakresie kompleksowych informacji o niekorzystnych czynnikach meteorologicznych, powodujących znaczne wahania plonów roślin uprawnych. Zgromadzenie wieloletnich materiałów oraz poszerzenie naszych wiadomości o charakterze szkodliwych dla rolnictwa elementów i zjawisk występujących w Polsce dały podstawę do podjęcia opracowania niniejszego Atlasu. Stanowi on uwieńczenie pięcioletnich badań i opracowań 22 autorów z 6 ośrodków naukowych w kraju. Redakcji Atlasu podjęli się prof. dr hab. Czesław Koźmiński, prof. dr hab. Tadeusz Górski i dr inż. Bożena Michalska. Recenzentem z zakresu agrometeorologii był prof. dr hab. Józef Kołodziej, a z zakresu klimatologii prof. dr hab. Wojciech Warakomski, natomiast pod względem kartograficznym ocenił prof. dr hab. Władysław Pawlak. Kierownikiem naukowym Atlasu jest prof. dr hab. Czesław Koźmiński.

Atlas składa się z 3 części. W pierwszej, ogólnej części, zamieszczono mapy przedstawiające podstawowe informacje o środowisku przyrodniczym kraju. W drugiej, a zarazem zasadniczej części Atlasu, uwzględniono 22 elementy i zjawiska pośrednio i bezpośrednio zagrażające rolnictwu w kraju, które zgrupowano w dwóch okresach: zimowego spoczynku roślin i wegetacyjnym. Natomiast w trzeciej części Atlasu przewiduje się zamieszczenie materiału tabelarycznego, który może być przydatny do wielu dalszych prac o charakterze poznawczym i aplikacyjnym.

Ponadto opracowano trzy zjawiska (mgły, gołoledź i nadmierne opady śniegu), stanowiące potencjalne zagrożenie dla ruchu drogowego w okresie zimowym, a także opracowano mapy przedstawiające obciążenie budynków śniegiem.

Ujęte w Atlasie 22 elementy i zjawiska nie wyczerpują wszystkich, które stanowią zagrożenie dla uprawianych w Polsce roślin, lecz z braku odpowiednich materiałów (np. głębokość zamarzania gruntu, pokrywa lodowa) nie można było opracować ich przestrzennej charakterystyki.

## ELEMENTY I ZJAWISKA UWZGLĘDNIONE W ATLASIE

## O k r e s z i m o w e g o s p o c z y n k u r o ś l i n

- Mgły
- Gołoledź
- Temperatura minimalna na 5 cm n.p.g. przy braku pokrywy śnieżnej
- Silne i mroźne wiatry
- Nadmierne opady śniegu
- Ostrość termiczna i śnieżność zim
- Długotrwała pokrywa śnieżna
- Obciążenie budynków śniegiem
- Odwilże atmosferyczne i glebowe
- Pokrywa śnieżna przy dodatniej temperaturze gleby

## O k r e s w e g e t a c y j n y

- Opóźnienie początku okresów: gospodarczego, wegetacyjnego i aktywnego wzrostu roślin w glebie na głębokości 5 cm
- Skrócenie okresu wegetacyjnego i aktywnego wzrostu roślin wg temperatury powietrza
- Przymrozki
- Dni pochmurne
- Niedobory usłonecznienia
- Niedobory napromienienia słonecznego
- Niedobory sum temperatur powietrza
- Okresy bezopadowe
- Okresy dżdżyste
- Nadmierne opady atmosferyczne
- Wartości ekstremalne klimatycznego bilansu wodnego
- Burze atmosferyczne
- Maksymalne prędkości wiatru
- Opady gradu
- Niedostateczny i nadmierny stan uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby

Dane do Atlasu zaczerpnięto przede wszystkim z „Roczników Meteorologicznych” i roczników „Opady Atmosferyczne”, a także z materiałów archiwalnych IMGW w Warszawie, za podstawowy okres 1951-1980. Dla kilku elementów i zjawisk, wobec braku jednorodnych materiałów, ograniczono się do krótszych okresów obserwacyjnych. W zależności od charakteru elementu lub zjawiska, przy ich opracowywaniu uwzględniono z terenu kraju od 70 do 150 stacji meteorologicznych, posterunków meteorologicznych i posterunków opadowych. Z uwagi na przyjęte w Atlasie skale map, a także bardzo dużą zmienność przestrzenną elementów klimatologicznych i zjawisk atmosferycznych występujących w wyższych partiach gór, zasłała potrzeba wyłączenia z opracowania obszarów górskich, położonych powyżej 700 m n.p.m., co odpo-



wiednio zaznaczono na mapach.

Podjęcie tak kompleksowego i pracochłonnego dzieła było możliwe dzięki zgromadzeniu jednorodnych materiałów za reprezentatywny, trzydziestoletni okres i dotychczasowym wynikom badań wielu autorów w kraju, a także dzięki wzrastającemu zapotrzebowaniu na te informacje ze strony rolników.

Atlas zawiera około 500 map, które przedstawiono na 78 planszach. Najwięcej z nich poświęcono: przymrozkom, nadmiernym opadom atmosferycznym, okresom bezopadowym oraz odwilżom atmosferycznym i glebcwym. Elementy te i zjawiska scharakteryzowano za pomocą wartości średnich (dobowych, pentadowych, dekadowych, miesięcznych, półrocznych i rocznych) i wartości ekstremalnych, podając przy tym ich zmienność, względnie odchylenia standardowe, natężenie, prawdopodobieństwo występowania, czas trwania, daty pojawiania się i zaniku oraz szereg innych charakterystyk.

Na marginesach większości plansz przedstawiono również mapki, wykresy i diagramy ujmujące czasowy rozkład danego elementu czy zjawiska na wybranych stacjach, reprezentujących ważniejsze regiony fizjograficzne kraju.

Większość map wykreślono na roboczym podkładzie w skali 1 : 2 000 000, a następnie przenoszono je na mapy w skali 1 : 4 000 000, 1 : 6 000 000 i 1 : 8 000 000, odpowiednio generalizując ich treść. Pozostałe mapy, dotyczące głównie opadów gradu, wykreślono na roboczym podkładzie w skali 1 : 1 000 000 i 1 : 500 000.

Do przedstawionych w Atlasie elementów i zjawisk załączono wyjaśnienia dotyczące materiału wyjściowego stanowiącego podstawę opracowania, okresu obserwacji oraz liczby uwzględnionych stacji meteorologicznych, a także opisu charakteru niekorzystnego zjawiska i metody opracowania treści map i diagramów. Około 95 % prezentowanych w Atlasie map nie było dotychczas publikowanych. Pominięto te elementy i zjawiska, które powodują gwałtowne roztopy i powodzie, gdyż zostały one dostatecznie szczegółowo przedstawione w Atlasie Hydrologicznym IMGW.

Atlas realizowano w Katedrze Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Szczecinie i w Zakładzie Agrometeorologii IUNG w Puławach, przy współpracy kilkunastu autorów z innych ośrodków naukowych w kraju. Opracowano go na zamówienie Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

Przedkładany Atlas winien, z jednej strony, dostarczyć użytkownikom kompleksowych informacji o większości występujących w Polsce elementach klimatologicznych i zjawisk atmosferycznych, wyrządzających znaczne szkody w rolnictwie, z drugiej zaś - ułatwić rejonizację nowo wprowadzanych odmian, a także podejmowanie trafnych decyzji w zakresie agrotechniki i gospodarki wodnej.

Przedstawiany Atlas klimatyczny stanowi pierwszą tego rodzaju wyprofilowaną część całości, a dotyczącą w miarę szczegółowej charakterystyki kartograficznej elementów i zjawisk szkodliwych dla rolnictwa w Polsce.

Część druga, dotycząca wielkości szkód wyrządzanych przez wymienione elementy i zjawiska w produkcji roślinnej, jest w toku opracowywania.



ZARYS HISTORII I DOROBKU METEOROLOGII ROLNICZEJ  
NA OBSZARZE KARPAT ZACHODNICH

Tadeusz Zawora, Barbara Olechnowicz-Bobrowska,  
Emil Pasela, Barbara Wójcik

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej  
Wydział Melioracji Wodnych AR 30-059 Kraków

Badanie oddziaływania klimatu na rośliny uprawne jest uwarunkowane istnieniem zarówno sieci meteorologicznych, jak i odpowiednich placówek rejestrujących rozwój i plonowanie roślin uprawnych. Pierwszą sieć stacji meteorologicznych na obszarze Galicji zorganizowała w roku 1857 Komisja Balneologiczna Towarzystwa Naukowego Krakowskiego. Dzieło Komisji kontynuowała istniejąca od roku 1865 Sekcja Meteorologiczna Komisji Fizjograficznej Towarzystwa Naukowego Krakowskiego. Sekcja wywierała poważny wpływ na pracę stacji meteorologicznych, prowadzonych także przez Towarzystwo Tatrzańskie i Wydział Krajowy. W roku 1895 sieć stacji Wydziału Krajowego została przejęta przez Oddział Biura Hydrograficznego we Lwowie [3].

Na okres początków organizacji służby meteorologicznej przypada powstanie pierwszych szkół rolniczych typu średniego i wyższego. W roku 1856 założono Szkołę Rolniczą typu wyższego w Dublanach k/Lwowa. Meteorologię wykładano na tej uczelni od roku 1878. Wykładowca meteorologii K. Szulc założył w roku 1890, na terenie gospodarstwa szkolnego, stację rolniczo-meteorologiczną. W roku 1860 powstała słynna szkoła rolnicza typu średniego w Czernichowie. Z chwilą powstania Studium Rolniczego na UJ, w roku 1890, studenci geografii i rolnictwa mieli wspólne wykłady z meteorologii, a od roku 1895 - oddzielnie. Stację meteorologiczną przy Studium Rolniczym założono prawdopodobnie w roku 1896, na polu doświadczalnym w Prądniku Czerwonym. We Lwowie z wykładami z meteorologii dla rolników spotykamy się po raz pierwszy w Szkole Politechnicznej w roku akademickim 1896/97.

Z końcem XIX wieku rozpoczyna swoją wszechstronną działalność naukową w dziedzinie nauk geograficznych Eugeniusz Romer. Z zagadnień agrometeorologicznych, jakimi zajmował się, należy wymienić: przymrozki majowe, prognozy plonowania, zależność struktury upraw od warunków meteorologicznych, rejonizacja klimatyczna dla celów rolniczych, kartografia klimatyczna. Do dziś nie straciły aktualności wprowadzone przez niego pojęcia, takie jak: 6 pór roku, meteorologiczny okres wegetacyjny, okres gospodarczy, pojęcie agrotermy, a zwłaszcza pojęcie rejonizacji klimatycznej Polski. Z okresu powojennego wymienić należy opracowanie Gumińskiego

[2] na temat klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej. Na obszarze Karpat przez 25 lat prowadził badania klimatyczne W. Milata. Największe znaczenie z punktu widzenia meteorologii miały prace tego autora dotyczące mrozów i przymrozków, dni z pokrywą śnieżną, charakterystyki okresu zimowego i opadów w Karpatach. W Wyższej Szkole Rolniczej w Krakowie, na Wydziale Melioracji Wodnych, problematykę meteorologiczną uwzględniał K. Piętra w pracach dotyczących melioracji i zagospodarowania terenów górskich.

W badaniach nad klimatem, a w konsekwencji i nad agroklimatem Karpat, przełomowe znaczenie miała praca M. Hessa „Piętra klimatyczne w polskich Karpatach zachodnich”, opublikowana w roku 1965. Obliczone zależności między wartościami poszczególnych elementów klimatu a wysokością n.p.m. w różnych formach terenu i przy różnych ekspozycjach stoków umożliwiły uzyskanie wiadomości o klimacie w każdym punkcie profilu pionowego Karpat. W kolejnych opracowaniach autor obliczył wartości różnych elementów i wskaźników klimatu w kilku piętrach hipsometrycznych na wypukłych i we wklęsłych formach terenowych oraz na stokach o ekspozycji północnej i południowej [5]. W Zakładzie Klimatologii UJ opracowano mapy mezo- i mikroklimatyczne typowych regionów górskich [6], wykonując na ich podstawie mapy bonitacyjne dla celów rolniczych. Opracowano tu także nową metodę charakterystyki klimatu obszarów górskich w oparciu o dane codzienne [7]. Wykorzystując metodę Hessa opracowano dla Karpat szczegółowe charakterystyki pokrywy śnieżnej [12] i meteorologicznego okresu wegetacyjnego [13]. Bezpośrednio powiązane z problematyką agrometeorologiczną było opracowanie B. Obrębskiej-Starkłowej [15] na temat zróżnicowania zjawisk fenologicznych w Karpatach. Dla oceny zmienności warunków meteorologicznych roślin uprawnych, jak również dla uściślenia prognoz pogody na tym terenie, niezwykle użyteczne jest opracowanie T. Niedźwiedzia [14] na temat wpływu sytuacji synoptycznych na zróżnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły.

Dla vegetacji roślin uprawnych istotny jest aspekt zmienności czasowej elementów meteorologicznych, stwarzający różne, niekiedy bardzo trudne warunki prac polowych, vegetacji i sprzętu roślin uprawnych. Z istniejących opracowań można tu wymienić charakterystyki zmienności czasowej temperatury powietrza w Krakowie, wykonane przez różnych autorów (W. Milata, J. Trepińska, M. Hess) i opadów, wykonane przez J. Trepińską [20]. Pewne informacje o częstości sprzyjających i z różnego względu niesprzyjających warunków meteorologicznych vegetacji roślin uprawnych zawiera praca T. Zawory [21] (informacje dotyczą terenu byłego województwa rzeszowskiego).

Z punktu widzenia zapotrzebowania roślin uprawnych na podstawowe czynniki klimatyczne - temperatura powietrza w Karpatach jest elementem najbardziej poznany. Wartościową charakterystyką stosunków opadowych w Karpatach są diagramy L. Kostrakiewicza [10], dające obraz prawidłowości rozkładu opadów na stokach nawietrznych i zawietrznych. Z niekorzystnych dla rolnictwa zjawisk meteorologicznych, związanych z niedostatkiem opadów, opracowano na terenie Karpat posuchy (J. Koniar-Schaefer i K. Sitek [9] oraz L. Kowanetz [11]). Odnośnie nadmiernych opadów atmosferycznych wymienić

należy opracowanie na temat prawdopodobieństwa maksymalnych opadów dobowych (E. Cebulak [1]) oraz charakterystykę opadów ulewnych i nawałnych w Karpatach (E. Pasela, T. Zawora [18]). Z innych elementów meteorologicznych, szczególnie ważnych dla wegetacji roślin uprawnych, jest promieniowanie słoneczne, scharakteryzowane na tym obszarze w dawniejszych opracowaniach E. Stenza [19] i nowszych badaniach Z. Oleckiego [17].

Przegląd dotychczasowego dorobku meteorologii rolniczej na obszarze Karpat zachodnich wskazuje, że mało jest opracowań rolniczych, w których wyniki badań meteorologicznych byłyby wykorzystane lub zastosowane. Przykładem mogą być prace E. Janczarskiego [8] na temat bonitacji klimatu Karpat dla celów rolniczych oraz charakterystyki reprezentatywności stacji oceny odmian roślin uprawnych. Wychodząc z założenia, że zwłaszcza w późniejszym okresie wegetacji roślin uprawnych czynnikiem decydującym o warunkach wzrostu i wysokości plonów są opady atmosferyczne, w Katedrze Meteorologii i Klimatologii Rolniczej AR w Krakowie bada się związki między wysokością i częstością opadów atmosferycznych a plonowaniem roślin uprawnych (B. Olechnowicz-Bobrowska, T. Zawora [16]).

Charakterystykę agroklimatu Karpat zawierają również liczne opracowania dotyczące obszaru całej Polski, jednakże ze względu na ograniczenia publikacji tego typu, pominięto je w niniejszym zarysie.

#### LITERATURA

- [1] Cebulak E., 1982: Maksymalne opady dobowe w dorzeczu Dunajca. Prz. Geof. 1-2, s. 109-120
- [2] Gumiński R., 1950: Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej. Wiad. Służby Hydrol. 1, s. 57-113
- [3] Hanik J., 1972: Dzieje meteorologii i obserwacji meteorologicznych w Galicji od XVIII do XX wieku.
- [4] Hess M., 1965: Piętra klimatyczne w polskich Karpatach zachodnich. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. 11, ss. 258
- [5] Hess M., 1968: Metoda określenia ilościowego zróżnicowania mezoklimatycznego terenów górskich. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. 18, s. 1-26
- [6] Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1975: Przyczynek do metod konstruowania szczegółowych map klimatycznych terenów górskich i wyżynnych. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. 41, s. 7-35
- [7] Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1977: Stosunki termiczne Beskidu Niskiego (metoda charakterystyki reżimu termicznego gór). Prace Geogr. IGiPZ PAN 123, ss. 101
- [8] Janczarski E., 1978: Przyrodniczo-rolnicze podstawy rozmieszczenia badań odmianowych w Karpatach Zachodnich. Biul. Oceny Od. 2, s. 75-123

- [9] Koniar-Schaefer J., Sitek K., 1971: Charakterystyka posuchy na tle potrzeb melioracji wodnych w Karpatach. Czas. Tech. B. 1, s. 43 - 46
- [10] Kostrakiewicz L., 1968: Nomogram do obliczania średnich sum opadowych okresu wegetacyjnego w Karpatach polskich poniżej poziomu inwersji. Probl. Zagosp. Ziem Górskich 6, s. 147 - 161
- [11] Kowanetz L., 1981: Charakterystyka posuch atmosferycznych w polskich Karpatach. Probl. Zagosp. Ziem Górskich 22, s. 135 - 153
- [12] Leśniak B., 1980: Pokrywa śnieżna w dorzeczu górnej Wisły. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. 51, s. 75 - 128
- [13] Limanówka D., 1985: Okres wegetacyjny w polskich Karpatach zachodnich. Folia Geogr., Ser. Geogr. Phys. 17, s. 63 - 78
- [14] Niedźwiedź T., 1981: Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na zróżnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły. UJ, Rozpr. hab. 58, ss. 166
- [15] Obrębska-Starkłowa B., 1977: Typologia i regionalizacja fenologiczno-klimatyczna na przykładzie dorzecza górnej Wisły. UJ, Rozpr. hab. 11, ss. 235
- [16] Olechnowicz-Bobrowska B., Zawora T., 1986: Les pluies abondantes et leur influence sur les récoltes dans les Carpates Occidentales. Climats et risques naturels. Assoc. Franc. de Geogr. Phys., Paryż 5 - 6.VI
- [17] Olecki Z., 1975: O odmianach promieniowania słonecznego w profilu pionowym Karpat w okresie letnim. Materiały III Seminarium Fitoaktywności, s. 67 - 74
- [18] Pasela E., Zawora T., 1985: Wybrane charakterystyki opadów ulewnych i nawałnych w piętrze pól uprawnych w Karpatach. Zeszyty Naukowe AR Kraków, Mel. 11, s. 131 - 141
- [19] Stenz E., 1959: Niektóre dane o promieniowaniu słonecznym w Karpatach, Sudetach i ich podgórzu. Acta Geoph. Pol. 5, s. 12 - 14
- [20] Trepieńska J., 1977: O temperaturach i opadach w Krakowie na tle współczesnych zmian klimatycznych. Prz. Geof. 3-4, s. 225 - 229
- [21] Zawora T., 1979: Metoda ilościowej oceny klimatu dla potrzeb rolnictwa na przykładzie Polski południowo-wschodniej. Prz. Geogr. 4, s. 721 - 741



**Cena zł 234,-**

**ISSN 0208-6344**