

## WPLYW POSUCH NA PLONOWANIE OWSA W ŚRODKOWOSCHODNIEJ POLSCE

*Elżbieta Radzka<sup>1</sup>, Józef Starczewski<sup>2</sup>, Grzegorz Koc<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji, Akademia Podlaska

<sup>2</sup>Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Podlaska

ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

e-mail: melioracja@ap.siedlce.pl

**Streszczenie.** Posuchy są to zjawiska atmosferyczne wyrządzające największe straty w produkcji roślinnej. Z tego powodu stanowią poważny problem ekonomiczny, społeczny i środowiskowy. Dane meteorologiczne z lat 1968-1997 zostały udostępnione przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Posuchy atmosferyczne określono na podstawie trzech metod. Drugą grupę danych stanowiły plony owsa z lat 1968-1997 pochodzące z opracowań publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny. Współzależności między plonowaniem owsa a posuchami określonymi na podstawie wybranych metod ustalono na podstawie wartości współczynników korelacji prostej, weryfikując ich istotność przy poziomach istotności  $\alpha = 0,05$  i  $\alpha = 0,01$ . Do kolejnych obliczeń statystycznych zastosowano metodę regresji wielokrotnej, liniowej według modelu  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$ , gdzie: Y – zmienna zależna (plon);  $X_1, X_2, \dots, X_n$  – zmienne objaśniające;  $b_0$  – wyraz wolny;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – współczynniki regresji informujące o ile zmieni się wielkość zmiennej zależnej (Y), gdy zmienna niezależna wzrośnie o jednostkę, przy ustalonych pozostałych wartościach. Równania regresji zbudowano korzystając z procedury regresji krokowej. Wartości współczynników hydrotermicznych Sielianiowa i wskaźników uwilgotnienia atmosfery w kwietniu, w większości stacji, były wysoce istotnie lub istotnie, ujemnie skorelowane z plonem owsa. Natomiast posuchy występujące w czerwcu, niezależnie od zastosowanej metody ich określania, wpływały na wysoce istotne lub istotne obniżenie plonowania analizowanej rośliny. Zmienność plonowania owsa była od 24% (Sobieszyn, Włodawa) do 55% (Ostrołęka) powodowana przez wartości wskaźnika uwilgotnienia atmosfery.

**Słowa kluczowe:** posucha, plon, korelacja, regresja

### WSTĘP

Posuchy pojawiają się okresowo, w różnych porach roku, obejmując swym zasięgiem niektóre regiony lub obszar całego kraju [7]. Najbardziej posuszonymi regionami Polski są: środkowa, północnozachodnia i środkowowschodnia Polska

[2,5]. Opis tego zjawiska w sensie jakościowym i ilościowym ma istotne znaczenie w zagadnieniach prognozowania plonów, gdyż posuchy mogą powodować poważne straty gospodarcze [8]. Również zróżnicowanie czasowe opadów jest główną przyczyną zmienności plonów obserwowanej przede wszystkim na glebach lżejszych, charakteryzujących się słabą zdolnością retencjonowania wody i ograniczonymi zdolnościami podsiąku [4,6,9].

#### METODYKA

Dane meteorologiczne z lat 1968-1997 zostały udostępnione przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Wyniki obserwacji wykonywane były w dziewięciu stacjach synoptycznych i klimatologicznych. Stacje te znajdują się w Ostrołęce, Szepietowie, Białowieży, Pułtusku, Legionowie, Siedlcach, Białej Podlaskiej, Sobieszynie, Włodawie. Stacje wybrano tak, by każda reprezentowała inne województwo badanego rejonu (podział administracyjny przed 1999 rokiem).

Posuchy atmosferyczne określono na podstawie trzech metod:

- metoda I - według ciągów dni bezopadowych [3];
  - metoda II - według współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa;
  - metoda III - według wskaźnika uwilgotnienia atmosfery (P/E) [5]
- gdzie: P – miesięczna suma opadów atmosferycznych,  
E – miesięczne parowanie wskaźnikowe.

Ze względu na brak bezpośrednich danych pomiarowych parowanie wskaźnikowe obliczono z wzoru Iwanova.

Drugą grupę danych stanowiły plony owsa z lat 1968-1997 pochodzące z opracowań publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny.

Współzależności między plonowaniem owsa a posuchami określonymi na podstawie wybranej metody ustalono na podstawie wartości współczynników korelacji prostej, weryfikując ich istotność przy poziomach istotności  $\alpha=0,05$  i  $\alpha=0,01$ .

Do kolejnych obliczeń statystycznych zastosowano metodę regresji wielokrotnej, liniowej według modelu  $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$ , gdzie: Y – zmienna zależna (plon);  $X_1, X_2, \dots, X_n$  – zmienne objaśniające;  $b_0$  – wyraz wolny;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – współczynniki regresji informujące o ile zmieni się wielkość zmiennej zależnej (Y), gdy zmienna niezależna wzrośnie o jednostkę, przy ustalonych pozostałych wartościach. Równania regresji zbudowano korzystając z procedury regresji krokowej [1]. W przedstawionych liniowych modelach (równaniach opisujących plon) wartości statystyki t – Studenta ( $|t_{emp.}| > t_{\alpha}$ ) wskazują na istotność oszacowanych parametrów regresji. Dla każdego równania wyznaczono współczynnik determinacji ( $R^2$ ).

## WYNIKI

**Wpływ posuch określonych na podstawie ciągów dni bezopadowych na plonowanie owsa**

W okresie wegetacyjnym w poszczególnych stacjach badanego regionu nie zanotowano wysoce istotnego wpływu ciągów dni bezopadowych na plonowanie owsa (tab. 1). Na istotne obniżenie plonowania analizowanej rośliny miały wpływ posuchy występujące w czerwcu i na przełomie czerwca i lipca odpowiednio w stacjach Szepietowo i Włodawa. Natomiast w lipcu taka korelacja wystąpiła w Sobieszynie.

**Tabela 1.** Współczynniki korelacji prostej między plonowaniem owsa a liczbą dni bezopadowych w poszczególnych stacjach badanego regionu

**Table 1.** Linear correlation coefficients between oats yielding and the number of days without rain at the individual stations of the examined area

Stacja Miesiąc Station Month	IV	IV/V	V	V/VI	VI	VI/VII	VII	VII/VIII	VIII
Włodawa	-0,002	0,1702	0,141	-0,336	-0,264	-0,370*	-0,292	-0,112	0,034
Pułtusk	0,218	0,166	0,115	-0,172	-0,326	-0,091	-0,059	0,144	-0,106
Siedlce	0,195	0,264	-0,052	0,008	-0,296	-0,069	-0,200	-0,148	-0,190
Białowieża	0,025	-0,147	-0,123	0,102	-0,019	-0,025	0,012	0,046	-0,186
Szepie- towo	0,239	0,351	-0,087	-0,126	-0,439*	-0,252	-0,272	-0,132	-0,069
Biała Podl.	0,187	0,055	0,008	-0,034	-0,324	-0,049	-0,122	-0,113	-0,122
Legionowo	-0,035	0,146	-0,055	-0,099	-0,145	-0,020	-0,100	-0,026	-0,042
Sobieszyn	0,224	-0,087	0,022	-0,42	-0,021	0,248	-0,382*	-0,279	-0,157
Ostrołęka	0,180	-0,019	-0,080	0,102	-0,272	0,013	-0,058	0,027	0,149

$r_{0,05}$   
0,362

=  $r_{0,01} = 0,463$

\*istotny przy  $\alpha = 0,05$

\*significant at  $\alpha = 0.05$

\*\*wysoco istotny przy  $\alpha = 0,01$

\*\*highly significant at  $\alpha = 0.01$

### Wpływ posuch, określonych na podstawie współczynników hydrotermicznych Sielianinowa, na plonowanie owsa

W większości stacji badanego rejonu wraz ze wzrostem natężenia posuch czerwcowych plonowanie analizowanej rośliny obniżało się wysoce istotnie lub istotnie (tab. 2). Wyjątek stanowią stacje: Pułtusk, Sobieszyn, Białowieża. Natomiast malejące wartości współczynnika Sielianinowa w kwietniu powodowały wysoce istotny wzrost plonu owsa w Białowieży, a w stacjach: Pułtusk, Siedlce i Szepietowo istotny.

**Tabela 2.** Współczynniki korelacji prostej między plonowaniem owsa a wartościami współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w poszczególnych stacjach badanego regionu

**Table 2.** Linear correlation coefficients between oats yielding and the values of the Sielianinow's hydrothermal coefficient at the individual stations of the examined area

Stacja/Miesiąc Station/ Month	IV	V	VI	VII	VIII
Włodawa	-0,275	-0,156	0,449*	0,026	-0,101
Pułtusk	-0,408*	0,045	0,413	0,099	-0,077
Siedlce	-0,384*	0,112	0,433*	0,251	-0,027
Białowieża	-0,522**	-0,261	0,137	-0,359	0,023
Szepietowo	-0,381*	0,021	0,409*	0,103	-0,151
Biała Podlaska	-0,148	-0,076	0,391*	0,023	0,016
Legionowo	-0,208	0,026	0,495**	0,164	-0,084
Sobieszyn	-0,344	0,011	0,347	0,244	-0,044
Ostrołęka	-0,334	0,211	0,595**	0,280	0,003

$r_{0,05} = 0,362$

$r_{0,01} = 0,463$

\*istotny przy  $\alpha = 0,05$

\*\*wysoce istotny przy  $\alpha = 0,01$

\*significant at  $\alpha = 0.05$

\*\*highly significant at  $\alpha = 0.01$

### Wpływ posuch, określonych na podstawie wskaźnika uwilgotnienia atmosfery, na plonowanie owsa

Plon analizowanej rośliny w większości przypadków zależał wysoce istotnie, ujemnie od posuch występujących w kwietniu, a dodatnio od posuch występujących w czerwcu (tab. 3). Wyjątek stanowi jedynie stacja Szepietowo, gdzie ani w kwietniu ani w czerwcu takich zależności nie zanotowano.

**Tabela 3.** Współczynniki korelacji prostej między plonowaniem owsa a wartościami wskaźnika uwilgotnienia atmosfery w poszczególnych stacjach badanego regionu**Table 3.** Linear correlation coefficients between oats yielding and the values of the atmospheric moisture index at the individual stations of the examined area

Stacja/Miesiąc Station/ Month	IV	V	VI	VII	VIII
Włodawa	-0,331	-0,067	0,439*	0,046	-0,028
Pułusk	-0,398*	0,335	0,339	0,006	-0,105
Siedlce	-0,392*	0,122	0,451*	0,305	0,000
Białowieża	-0,511**	0,117	0,088	-0,170	-0,181
Szepietowo	-0,217	-0,045	0,247	-0,122	-0,015
Biała Podlaska	-0,430*	0,080	0,409*	-0,026	0,021
Legionowo	-0,276	-0,005	0,472**	0,233	-0,046
Sobieszyn	-0,424*	-0,064	0,329	0,256	-0,042
Ostrołęka	-0,466**	0,230	0,586**	0,289	0,046

 $r_{0,05} = 0,362$  $r_{0,01} = 0,463$ \*istotny przy  $\alpha = 0,05$ \*\*wysoce istotny przy  $\alpha = 0,01$ \*significant at  $\alpha = 0,05$ \*\*highly significant at  $\alpha = 0,01$ 

### Analiza równań regresji

Zmienność plonu owsa była determinowana warunkami wilgotnościowymi od 24% (Sobieszyn i Włodawa) do 55% (Ostrołęka) (tab. 4).

**Tabela 4.** Zależność plonowania owsa od wartości wskaźników uwilgotnienia atmosfery (IV-VII)**Table 4.** The relation between oats yielding and the values of the atmospheric moisture indices (IV-VII)

Stacja – Station	Równania regresji –Regression equation	R	R <sup>2</sup> x 100
Pułusk	temp. $Y = 22,93 - 2,281IV + 2,903V + 0,841VI$ $11,997^{**} - 2,055 \quad 1,567 \quad 1,128$	0,57	32
Ostrołęka	temp. $Y = 19,09 - 1,442IV + 1,836V + 2,028VI + 0,593VII$ $14,56^{**} - 2,182^{*} \quad 1,967 \quad 3,479 \quad 1,087$	0,74	55
Legionowo	temp. $Y = 22,02 - 1,502IV + 3,421VI$ $17,159^{**} - 1,403 \quad 2,969^{**}$	0,55	30
Białowieża	temp. $Y = 22,42 - 2,153IV + 1,317V$ $19,51^{**} - 3,304^{**} \quad 1,197$	0,55	30
Biała Podlaska	temp. $Y = 24,81 - 1,829IV - 0,996V + 1,206VI$ $16,258^{**} - 1,931 \quad -1,000 \quad 2,021$	0,55	30
Włodawa	temp. $Y = 23,36 - 1,569V + 1,259VII$ $16,505^{**} - 1,324 \quad 2,166$	0,49	24
Szepietowo	temp. $Y = 22,30 - 5,587IV + 5,111VI$ $17,047^{**} - 2,357^{*} \quad 2,134^{*}$	0,60	36
Sobieszyn	temp. $Y = 23,36 - 1,569V + 1,259VII$ $16,50^{**} - 1,325 \quad 2,412^{*}$	0,49	24
Siedlce	temp. $Y = 21,30 - 1,376IV + 1,326VI + 0,989VII$ $16,766^{**} - 1,551 \quad 2,408^{*} \quad 1,616$	0,59	35

Na podstawie przeprowadzonej analizy równań regresji stwierdzono, że plon owsa prawie we wszystkich stacjach był uzależniony od wartości wskaźnika P/E w kwietniu. Wyjątek stanowiła stacja Sobieszyn i Włodawa. Współczynniki regresji dla tego miesiąca we wszystkich przypadkach przyjmowały ujemne wartości, lecz tylko w stacji Białowieża były wysoce istotne, a w Ostrołęce i Szepietowie istotne.

#### WNIOSKI

1. Ciągi dni bezopadowych tylko w nielicznych przypadkach były skorelowane z plonem owsa.
2. Niezależnie od zastosowanej metody stwierdzono, że posuchy występujące w czerwcu wpływały na wysoce istotne lub istotne obniżenie plonowania owsa w analizowanym rejonie.
3. Wartości współczynników hydrotermicznych Sieliana i wskaźników uwilgotnienia atmosfery dla kwietnia, w większości stacji były wysoce istotnie lub istotnie, ujemnie skorelowane z plonem analizowanej rośliny.
4. Zmienność plonowania owsa była od 24% (Sobieszyn, Włodawa) do 55% (Ostrołęka) powodowana przez wartości wskaźnika uwilgotnienia atmosfery.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Bombik A., Markowska M., Starczewski J.:** Wpływ średnich miesięcznych temperatur powietrza na plonowanie ziemniaka w rejonie Siedlec. *Fol. Univ. Agric. Stetin. Agric.*, 28, 79-29, 1999.
2. **Kaca E., Łabędzki L.:** Susze w Polsce i przeciwdziałanie ich skutkom. *Informator IMUZ*, 2000.
3. **Koźmiński Cz.:** Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 268, 68-76, 1986.
4. **Noworolnik K., Kozłowska – Ptaszyńska Z., Pecio A.:** Wpływ warunków pogodowych na plonowanie jęczmienia i jego reakcje na nawożenie azotem i gęstość siewu. *Proc. of Int. Conf. Agrometeorology of the cereals. IMGW, Poznań*, 195-198, 1995.
5. **Przedpelska W.:** Zagadnienie susz atmosferycznych w Polsce i metody ich określania. *Materiały PIHM, Warszawa*, 1971.
6. **Rudnicki F.:** Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agronom.*, 12, 3, 21-32, 1995.
7. **Tomaszewska T.:** Susze atmosferyczne na przestrzeni ostatniego czterdziestolecia. *Mat. Konf., XXV Zjazd Agromet. AR-T w Olsztynie*, 1994.
8. **Żakowicz S., Hewelke P.:** Analiza susz atmosferycznych i glebowych jako kryterium potrzeb nawodnień w danym regionie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 387, 177-185, 1990.
9. **Żarski J.:** Reakcja zbóż jarych na deszczowanie i nawożenie azotowe w warunkach gleby bardzo lekkiej. *Rozp. ART., Bydgoszcz*, 59, 1-72, 1993.

---

THE EFFECT OF DROUGHTS ON OATS YIELDING  
IN THE CENTRAL-EASTERN POLAND

*Elżbieta Radzka<sup>1</sup>, Józef Starczewski<sup>2</sup>, Grzegorz Koc<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Meteorology and Land Melioration, University of Podlasie

<sup>2</sup>Department of Soil Cultivation, University of Podlasie

ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

e-mail: melioracja@ap.siedlce.pl

**Abstract.** Droughts can be defined as atmospheric phenomena which bring about the highest losses in plant production. As a result of this, they are an important economic, social and environmental problem. Meteorological data from the years 1968-1997 come from the Institute of Meteorology and Water Management in Warsaw. The atmospheric droughts were determined by means of three methods. The oats yields from the years 1968-1997, coming from the publications by the Central Statistical Office, constituted the second set of data. The relations between oats yielding and the droughts, determined by means of the selected methods, were defined on the basis of the values of coefficients of linear correlation whose significance was checked at the significance level of 0.05 and 0.01. The statistical calculations that followed were based on the multiple regression method according to the model:  $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$ , where: Y – dependent variable (yield);  $X_1, X_2, \dots, X_n$  – explanatory variables;  $b_0$  – free term;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – regression coefficients which say what change in the dependent variable (Y) will follow the unit change in the independent variable, when the remaining values are fixed. Regression equations were calculated applying the step regression procedure. The values of Sielianiow's hydrothermal coefficients and the moisture indices in April were significant or highly significant at most stations and, additionally, they negatively correlated with the oats yield. In contrast, the droughts occurring in June significantly or highly significantly reduced the yielding of the examined crop plant, irrespective of the method applied. The variability of oats yielding was in 24% (Sobieszyn, Włodawa) to 55% (Ostrołęka) conditioned by the values of the atmospheric moisture index.

**Keywords:** drought, yield, correlation, regression