

ROLA CZYNNIKA WODNEGO I TERMICZNEGO
W KSZTAŁTOWANIU PŁONÓW ZIARNA KUKURYDZY

Jacek Żarski, Stanisław Dudek, Bogdan Grzelak

Zakład Agrometeorologii, Akademia Techniczno-Rolnicza
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
e-mail: zarski@atr.bydgoszcz.pl

Streszczenie. Pracę przygotowano na podstawie wyników ścisłego doświadczenia polowego z deszczowaniem i nawożeniem azotowym kukurydzy na ziarno, przeprowadzonego w latach 1995-2002 na czarnej ziemi zdegradowanej w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy. Wykorzystując materiał badawczy, pozyskany w warunkach dużego zróżnicowania czynnika wodnego i termicznego, uzależniono cechy opisujące plonowanie kukurydzy i efekty zastosowanych zabiegów agrotechnicznych od warunków meteorologicznych. Stwierdzono istotny wpływ czynnika wodnego na większość badanych cech. Od czynnika termicznego zależała wilgotność ziarna w czasie zbiorów. Zaprezentowane zależności mogą być wykorzystane w pracach nad rejonizacją uprawy kukurydzy na ziarno, prognozowaniem jej produkcji oraz programowaniem nawodnień.

Słowa kluczowe: kukurydza na ziarno, deszczowanie, nawożenie azotowe, czynniki meteorologiczne

WSTĘP

W latach 1992-2002 powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno w Polsce powiększyła się z 56 do 321 tys. ha, a plon wzrósł z 36,7 do 61,6 t·ha⁻¹ [4]. Jest to efektem głównie postępu genetycznego, dzięki któremu zmniejszyło się ryzyko uprawy tej ciepłolubnej rośliny, również w chłodniejszych rejonach kraju [5]. Według Lipskiego [4] współczynnik wykorzystania potencjału plonowania kukurydzy waha się od 58 do 68%. Obecnie uważa się, że przyczyną niższego niż potencjalne plonowania są niedobory wodne [7]. Okresowe braki wody w czasie wegetacji występują przede wszystkim na glebach lżejszych, odpowiednich pod uprawę kukurydzy.

Skutecznym rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie nawodnień, głównie deszczownianych. Badań z deszczowaniem kukurydzy na ziarno przeprowadzono w Polsce niewiele, uzyskując dość różne wyniki [1,2]. Według Żarskiego

i in. [8], kukurydza na ziarno obok ziemniaka jadalnego i bobiku, należy do roślin produkcji polowej, których deszczowanie może być efektywne ekonomicznie.

Celem podjętych badań było określenie efektów zastosowania deszczowania i zwiększonego nawożenia azotowego w uprawie kukurydzy na ziarno na glebie bardzo lekkiej w okolicach Bydgoszczy. Badania miały także na celu określenie zależności plonowania kukurydzy i efektywności zastosowanych zabiegów agrotechnicznych od czynników meteorologicznych.

MATERIAŁ I METODY

Ścisły eksperyment polowy przeprowadzono w latach 1995-2002 w Kruszyńce Krajeńskim koło Bydgoszczy na czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z piasku słabo gliniastego na płytce zalegającym piasku luźnym (kompleks żytni słaby i bardzo słaby). Obiektem badań była wczesna odmiana (liczba FAO 220) kukurydzy 'Milpa'. Doświadczenie przeprowadzono jako dwuczynnikowe, metodą losowanych podbloków w układzie zależnym. Zastosowano 3 powtórzenia, powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 30 m².

Czynniki: I – czynnik wodny (bez deszczowania, deszczowanie według metody sterowania Grabarczyka i in. [3] na podstawie opadów atmosferycznych, II – czynnik nawozowy (nawożenie azotowe 90 i 150 kg N·ha⁻¹).

Osłonę agrometeorologiczną doświadczenia zapewniał deszczomierz Hellmanna, usytuowany na polu doświadczalnym oraz meteorologiczny punkt pomiarowy Zakładu Agrometeorologii ATR w Mochełku koło Bydgoszczy. Określenia matematycznych zależności plonowania kukurydzy i efektywności zastosowanych zabiegów agrotechnicznych od czynników meteorologicznych dokonano metodą analizy korelacji i regresji. Stosowano różne funkcje matematyczne i przedziały czasowe o różnej długości, począwszy od całego okresu wegetacji kukurydzy obejmującego okres maj-wrzesień, a skończywszy na okresach obejmujących dwie kolejne dekady. W pracy zaprezentowano tylko zależności najbardziej istotne.

WYNIKI I DYSKUSJA

Deszczowanie spowodowało istotny przyrost plonu suchej masy ziarna z 2,67 do 6,73 t·ha⁻¹ (tab. 1). Wskaźniki efektywności produkcyjnej deszczowania w odniesieniu do tego plonu wyniosły 4,06 t·ha⁻¹, 26,4 kg·mm⁻¹ wody nawodnieniowej oraz 152%. Efekty te są daleko większe od uzyskiwanych dotąd w nielicznych badaniach krajowych, prowadzonych na ogół na glebach o większych zdolnościach retencjonowania wody. Wpływ zwiększonego nawożenia azotowego zależał istotnie od zastosowanych wariantów czynnika wodnego. Na poletkach kontrolnych zwiększało ono plon suchej masy ziarna zaledwie o 0,03 t·ha⁻¹, a w warunkach deszczowania

o $0,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Rezultat ten stanowi potwierdzenie poglądów o współdziałaniu czynnika wodnego i nawozowego w podwyższaniu produktywności upraw polowych.

Tabela 1. Plony suchej masy ziarna kukurydzy w $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod wpływem deszczowania i nawożenia azotowego

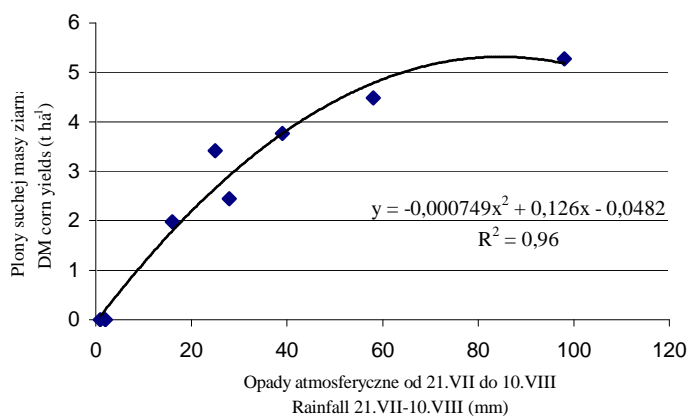
Table 1. DM corn yields in $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ as influenced by sprinkler irrigation and nitrogen fertilization

Rok badań Year	Wpływ deszczowania Influence of sprinkler irrigation				Wpływ nawożenia Influence of fertilization	
	O	W	W-O ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	W-O ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-1}$)	O	W
1995	0	5,76	5,76	28,8	0	0,72
1996	3,42	5,22	1,80	13,3	0,18	0,39
1997	4,49	8,38	3,89	31,1	0,22	1,43
1998	5,27	8,01	2,74	22,8	0,10	0,55
1999	0	6,42	6,42	38,9	0	1,52
2000	2,44	6,81	4,37	23,6	-0,07	0,64
2001	1,98	6,14	4,16	28,7	-0,12	0,72
2002	3,76	7,07	3,31	21,3	-0,05	0,55
Średnio Mean	2,67	6,73	4,06	26,4	0,03	0,81
NIR _{0,05}			0,33			0,26
LSD						
Wpływ lat Influence of years			***		**	

O – bez deszczowania, W – deszczowanie.

O – without sprinkler irrigation, W – sprinkler irrigation.

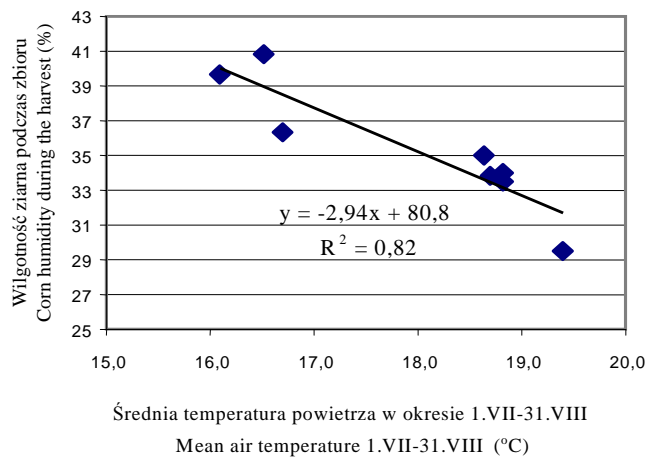
Plonowanie kukurydzy i działanie zastosowanych czynników różniło się w poszczególnych latach badań. Różnice te wynikały z odmiennych warunków pogodowych. Ilość plonu suchej masy ziarna w warunkach bez deszczowania zależała najbardziej istotnie od sumy opadów atmosferycznych w okresie III dekady lipca i I dekady sierpnia (rys. 1). Dwukrotnie w czasie badań (1995 i 1999 rok) dekady te były praktycznie bezopadowe. Obserwowano wówczas silne wędnięcie roślin i zasychanie kwiatów żeńskich. W rezultacie plony kolb i ziarna na poletkach kontrolnych były w tych latach zerowe. Bardzo wysoki współczynnik korelacji charakteryzujący omawianą zależność upoważnia do postawienia tezy, że przełom lipca i sierpnia, odpowiadający fazie znamionowania roślin, jest okresem najbardziej wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy. Ilościowe określenie tych potrzeb w warunkach gleby bardzo lekkiej jest możliwe dzięki zależności przedstawionej na rysunku 1.



Rys. 1. Wpływ opadów atmosferycznych na plony suchej masy ziarna kukurydzy

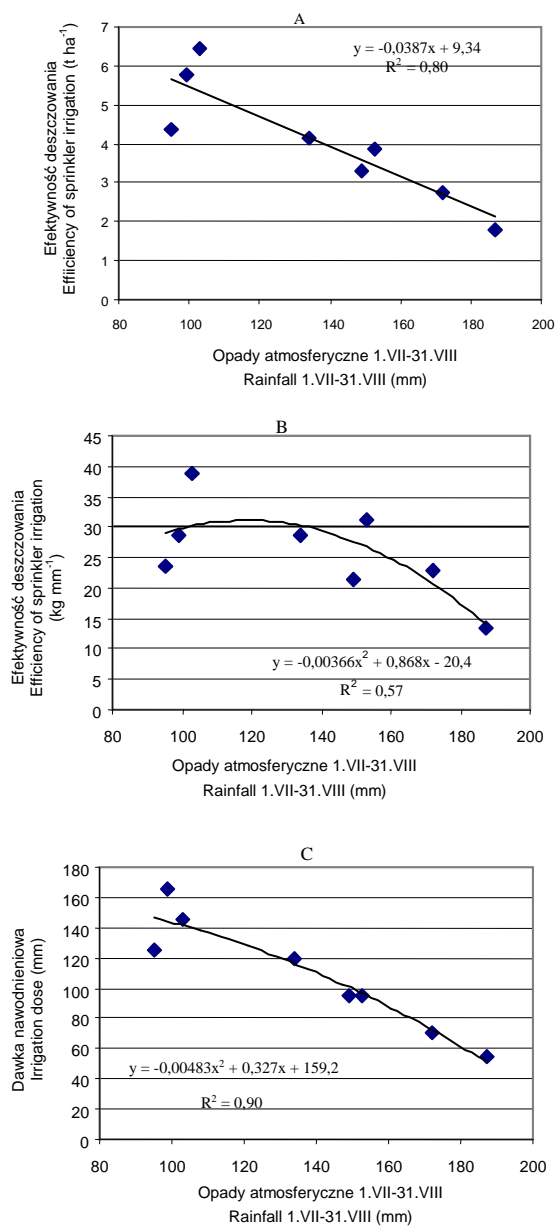
Fig. 1. Influence of rainfall on DM corn yields

Czynnik termiczny wpływał istotnie przede wszystkim na wilgotność ziarna podczas zbioru. Okazało się, że w przypadku wczesnej odmiany ‘Milpa’, o stopniu dojrzałości roślin decydowała średnia dobowa temperatura powietrza w okresie lipca i sierpnia (rys. 2). Z liniowej zależności wynika, że do osiągnięcia wilgotności ziarna 38%, umożliwiającej jego mechaniczny zbiór [6], kukurydza wymaga w okresie lipiec-sierpień średniej temperatury powyżej 17°C.



Rys. 2. Wilgotność ziarna kukurydzy podczas zbioru w zależności od czynnika termicznego

Fig. 2. Corn humidity during the harvest as dependent on thermal factor



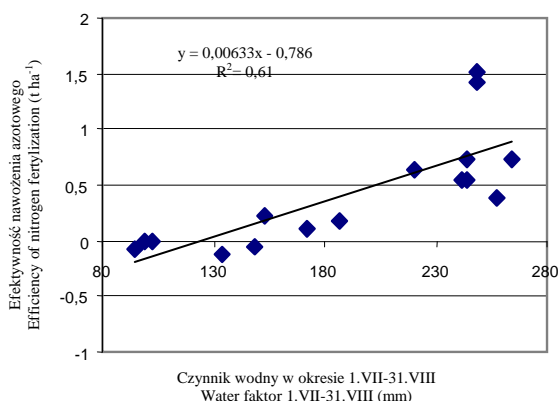
Rys. 3. Wpływ opadów atmosferycznych na bezwzględną (A) jednostkową (B) efektywność deszczowania oraz na dawkę nawodnieniową (C)

Fig. 3. Influence of rainfall on the absolute (A) and the unitary (B) efficiency of sprinkler irrigation as well as on the irrigation dose (C)

Przyrost plonu suchej masy ziarna pod wpływem deszczowania zależał istotnie, liniowo od sumy opadów atmosferycznych w miesiącach lipiec-sierpień. Z równania regresji zamieszczonego na rysunku 3A wynika, że opady, przy których nie następowałaby już zwyżka plonu ziarna kukurydzy wynoszą w omawianym okresie 240mm. Jednostkowy przyrost plonu kształtował się na poziomie $39 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ suchej masy na każdy 1 mm niedoboru opadu, w stosunku do określonych za pomocą wzoru opadów optymalnych.

Suma opadów w okresie od 1 lipca do 31 sierpnia okazała się także bardzo dobrym wyznacznikiem jednostkowego przyrostu plonu suchej masy ziarna pod wpływem deszczowania określonego efektywnością 1 mm użytej do nawadniania wody (rys. 3B), a także wysokości sezonowej dawki nawodnieniowej (rys. 3C).

Dobrą ilustrację współdziałania czynnika wodnego i dodatkowej dawki azotu w kształtowaniu ilości plonu ziarna kukurydzy stanowi istotna zależność przedstawiona na rysunku 4. Wynika z niej, że minimalny poziom czynnika wodnego, przy którym efektywne byłoby działanie dodatkowej dawki azotu wynosi około 130 mm.



Rys. 4. Efektywność zwiększonego nawożenia azotowego w zależności od czynnika wodnego

Fig. 4. Efficiency of the increased nitrogen fertilization as depend on water factor

WNIOSKI

1. Zastosowanie deszczowania w uprawie kukurydzy na ziarno na glebie bardzo lekkiej było zabiegiem bardzo efektywnym, prowadzącym do wysokich przyrostów plonu suchej masy ziarna i jego stabilności w latach badań. Przyczyniało się także do plonotwórczego działania dodatkowej dawki nawożenia azotowego.

2. Okresem najbardziej wzmózonych potrzeb wodnych kukurydzy na ziarno okazała się faza kwitnienia kwiatów żeńskich, obejmująca III dekadę lipca i I dekadę sierpnia.

3. Wilgotność ziarna podczas zbioru, dokonywanego na przełomie września i października, zależała istotnie od temperatury powietrza w okresie lipca i sierpnia.

4. Bezwzględne i jednostkowe efekty deszczowania, a także wysokość sezonowej dawki nawodnieniowej, zależały istotnie od sumy opadów atmosferycznych w lipcu i w sierpniu.

5. Zaprezentowane zależności mogą być wykorzystane w pracach nad rejonizacją uprawy kukurydzy na ziarno, prognozowaniem jej produkcji oraz programowaniem nawodnień.

PIŚMIENNICTWO

1. **Dzieżyc J.:** Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa, 1988.
2. **Grabarczyk S.:** Kryteria lokalizacji deszczowni. *Frag. Agr.*, 1, 15-28, 1986.
3. **Grabarczyk S., Żarski J., Dudek S.:** Sterowanie deszczowaniem według opadów atmosferycznych. *Rocz. AR w Poznaniu*, CCXXXIV, 83-90, 1992.
4. **Lipski S.:** Produkcja ziarna kukurydzy w Polsce i w Europie. *Pam. Puławy*, 132, 295-302, 2003.
5. **Machul M.:** Postęp w hodowli mieszańców kukurydzy uprawianych w Polsce w latach 1976-2000. *Pam. Puł.*, 130/II, 479-486, 2002.
6. **Michalski T.:** Wartość pastewna plonów kukurydzy w zależności od sposobów i terminów zbioru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 450, 133-162, 1997.
7. **Sulewska H.:** Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 450, 15-29, 1997.
8. **Żarski J., Rolbiecki S., Rzekanowski C., Rolbiecki R., Dudek S., Grzelak B.:** Cost-effectiveness of sprinkler irrigation of field crops and vegetables in central Poland. *Przeg. Nauk. Wydz. Inż. i Kształ. Środow.*, SGGW, 22, 375-382, 2001.

ROLE OF WATER AND THERMAL FACTORS IN SHAPING THE CORN YIELD

Jacek Żarski, Stanisław Dudek, Bogdan Grzelak

Department of Agrometeorology, University of Technology and Agriculture
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
e-mail: zarski@atr.bydgoszcz.pl

Abstract. The paper was prepared on the base of results from the field experiment on sprinkler irrigation and nitrogen fertilization of corn, carried out in the years 1995-2002 on a degraded meadow black earth in Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz. Using data obtained under conditions of great differentiation of water and thermal factors, the yield features and the results of agrotechnical steps were made dependent upon meteorological factors. It was proved that the influence of water factor was significant in case of most of the features studied. Corn humidity during the harvest was dependent on the thermal factor. The dependences can be used in regionalization of corn cultivation, predicting its production and irrigation schedule.

Key words: corn, sprinkler irrigation, nitrogen fertilization, meteorological factors