

Stanisław Dudek, Jacek Żarski
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

OCENA EFEKTÓW ZASTOSOWANIA NAWADNIANIA W UPRAWIE KUKURYDZY NA ZIARNO

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu nawadniania na ilość i jakość plonów ziarna kukurydzy. Ścisłe doświadczenie polowe wykonano w latach 2000-2002 na glebie lekkiej o związłym podłożu, na polu doświadczalnym Stacji Badawczej ATR w Mochełku koło Bydgoszczy. Stwierdzono istotny wpływ nawadniania na plonowanie kukurydzy, jednak otrzymane przyrosty plonu ziarna (11,3%) aktualnie nie zapewniłyby opłacalności zastosowania tego zabiegu. Wynik ten tłumaczy się zmniejszonymi potrzebami nawadniania roślin w okresie badawczym.

Słowa kluczowe: nawadnianie, kukurydza na ziarno, nawożenie azotowe, odmiana

Wstęp

Kukurydza jest najważniejszą, po pszenicy i ryżu, rośliną w produkcji światowego rolnictwa. Decyduje o tym jej wszechstronne użytkowanie - całe rośliny, kolby lub ziarno można przeznaczyć na paszę, a w ostatnich latach wzrasta wykorzystanie przemysłowe ziarna. Kukurydza jest rośliną o wyraźnej regionalizacji terytorialnej, głównie ze względu na wymagania solarno-termiczne [Dubas 1980]. Do prawidłowego wzrostu i rozwoju wymaga krótkiego dnia i odpowiedniej sumy temperatur. Z powodu niesprzyjających dla produkcji ziarna warunków klimatycznych, jej uprawa na ziarno była w Polsce mało popularna. Odnotowany w ostatnich latach wyraźny postęp w hodowli nowych odmian pozwala przezwyciężyć zarówno barierę długości dnia jak i sumy temperatur [Bilski i in. 1997, Michalski 1997, Sulewska 1997].

Powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno w Polsce powiększyła się w ostatnim dziesięcioleciu w Polsce 6-krotnie, a średni plon wzrósł o blisko 70 %. Jednak współczynnik wykorzystania potencjału plonowania kukurydzy nadal wynosi około 60%, a jedną z przyczyn niższego plonowania są niedobory wodne [Jankowiak i Krasowicz 1997, Lipski 2003]. Okresowe braki wody w czasie wegetacji występują przede wszystkim na glebach lekkich, odpowiednich pod uprawę kukurydzy oraz w regionie Krainy Wielkich Dolin, obejmującym centralne tereny Polski charakteryzujące się małymi opadami atmosferycznymi. Ich pokrycie jest możliwe dzięki zastosowaniu nawadniania. Według Żarskiego i in. [2001], kukurydza na ziarno, obok ziemniaka jadalnego i bobiku, należy do roślin produkcji polowej, których nawadnianie może być efektywne ekonomicznie. Aktualnie najbardziej przydatną technologią nawadniania kukurydzy jest deszczowanie za pomocą urządzeń szpulowych bądź frontalnych. Jednak ze względu na wysokie i sztywne łodygi roślin oraz stale zmniejszające się zasoby wody dyspozycyjnej do nawodnień należy spróbować innych metod dostarczania wody roślinom. Wydaje się, że powyższe trudności techniczne można przezwyciężyć stosując system kroplowy, którego dodatkową zaletą może być uniknięcie stagnowania wody na powierzchni nawadnianej gleby.

Celem badań było określenie wpływu nawadniania kroplowego na plon ziarna dwóch odmian kukurydzy uprawianej na glebie lekkiej w Stacji Badawczej Mochełek koło Bydgoszczy.

Material i metody

Pracę przygotowano na podstawie rezultatów ścisłego eksperymentu polowego, przeprowadzonego w latach 2000-2002 na polu doświadczalnym stacji badawczej ATR w Mochełku pod Bydgoszczą. Glebę pola doświadczalnego stanowiła gleba płowa, pod względem stopnia zwięzłości określona jako lekka, na zwięzłym podłożu (piasek gliniasty lekki na glinie lekkiej). Opady atmosferyczne w sezonach wegetacji 2000-2002 wynosiły przeciętnie 373 mm i były ok. 30% większe od normalnych (tab. 1). W okresach wzmożonego zapotrzebowania kukurydzy na wodę (miesiące lipiec i sierpień) wystąpiły średnie opady 164 mm. W badaniach stosowano następujące czynniki: 1. wodny (W_0 - bez nawadniania, W_1 - nawadnianie założoną międzyrzędowo linią kroplującą „drip-line” z wtopionymi w ścianę przewodu emiterami labiryntowymi produkcji firmy NAAN), 2. nawozowy (zróżnicowane nawożenie azotowe: N_1 - 90 i N_2 - 150 kg N · ha⁻¹), 3. odmianowy (odmiana ‘Milpa’ – FAO 220, odmiana ‘Anjou 207’ – FAO 240). Średnia sezonowa dawka nawodnieniowa wynosiła 106 mm (odpowiednio w latach 100, 80 i 140 mm). Zastosowano metody powszechnie obowiązujące w doświadczałnictwie polowym.

Tabela 1. Charakterystyka warunków meteorologicznych w Mochełku w latach 2000-2002
Table 1. Characteristics of weather conditions at Mochełek in the years 2000-2002

Okres Period	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Temperatura powietrza – Air temperature (°C)							
Wielolecie Long-term period	7,2	12,6	16,3	17,9	17,3	13,2	14,1
2000	11,0	14,5	16,7	15,7	17,3	11,7	14,5
2001	7,0	13,1	14,3	19,3	18,3	11,2	13,9
2002	7,5	15,7	16,3	18,9	19,9	12,9	15,2
2000- 2002	8,5	14,4	15,8	18,0	18,5	11,9	14,5
Opady atmosferyczne – Rainfall (mm)							
Wielolecie Long-term period	25	43	60	67	51	43	289
2000	15	25	19	101	58	58	276
2001	42	35	80	146	50	123	476
2002	18	112	31	78	58	70	367
2000- 2002	25	57	43	109	55	84	373
Dawka nawodnieniowa – Irrigation rate (mm)							
2000	-	-	25	20	55	-	100
2001	-	-	-	30	50	-	80
2002	-	-	25	75	20	20	140
2000- 2002	-	-	17	42	42	6	106
Opady optymalne Klatta – Klatt’s optimum rainfall (mm)							
2000	-	55	65	60	65	40	285
2001	-	50	50	80	70	35	285
2002	-	60	60	75	80	45	320
2000- 2002	-	55	58	72	72	40	297

Przebieg pogody w okresie prowadzenia badań był korzystny dla uprawy kukurydzy na ziarno zarówno pod względem termicznym jak i wilgotnościowym (tab. 1). Temperatura powietrza była wyższa w latach badań, z wyjątkiem 2001r., od normy dla tego rejonu. Większe, zarówno od wielolecia oraz od potrzeb opadowych wyznaczonych przez Klatta, były także opady atmosferyczne. Szczególnie korzystne warunki pogodowe wystąpiły w okresie krytycznym dla kukurydzy (VII-VIII).

Wyniki

Zastosowanie nawadniania w uprawie kukurydzy na ziarno spowodowało istotne podwyższenie plonu suchego ziarna w każdym przypadku z wyjątkiem 2000 roku (tab. 2). Sezon wegetacji 2000 charakteryzował się suchą i ciepłą wiosną oraz chłodną ale wilgotną drugą połową okresu wegetacji kukurydzy. Warunki te okazały się korzystne dla uzyskania największej produkcji, niezależnie od czynników doświadczenia. Najlepsze efekty dodatkowo zastosowanej wody uzyskano w trzecim (2002) roku badań, w którym suma opadów okresu lipiec-wrzesień była najmniejsza.

Tabela 2. Plon suchej masy ziarna kukurydzy ($t \cdot ha^{-1}$)
Table 2. DM grain yield of maize ($t \cdot ha^{-1}$)

Odmiana Cultivar	Nawadnianie Irrigation	Nawożenie Fertilization	Rok - Year			Średnio Mean
			2000	2001	2002	
Milpa	W ₀	N ₁	8,39	6,83	6,00	7,07
		N ₂	7,74	6,48	6,00	6,74
		Średnio – Mean	8,06	6,65	6,00	6,90
	W ₁	N ₁	8,96	7,05	7,61	7,87
		N ₂	9,51	7,88	6,83	8,07
		Średnio - Mean	9,23	7,46	7,22	7,97
Anjou	W ₀	N ₁	8,33	6,44	7,73	7,50
		N ₂	9,01	6,26	6,90	7,39
		Średnio – Mean	8,67	6,35	7,31	7,44
	W ₁	N ₁	9,83	6,91	7,82	8,19
		N ₂	7,01	7,74	8,65	7,80
		Średnio - Mean	8,42	7,32	8,23	7,99
Średnio W Mean W		W ₀	8,36	6,50	6,65	7,17
		W ₁	8,82	7,39	7,72	7,98
Średnio N Mean N		N ₁	8,88	6,81	7,29	7,66
		N ₂	8,82	7,09	7,09	7,50
Średnia dla odmian Mean for cultivars		Milpa	8,64	7,01	6,61	7,43
		Anjou	8,54	6,83	7,77	7,71
NIR _{0,05} - LSD _{0,05} nawadnianie – irrigation nawożenie – fertilization odmiana – cultivar			r.n.	0,59	0,52	0,34
			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

W₀ – bez nawadniania – no irrigation W₁ – nawadnianie – irrigation

N₁ – nawożenie 90 kg N · ha⁻¹ – fertilization 90 kg N · ha⁻¹

N₂ – nawożenie 150 kg N · ha⁻¹ – fertilization 150 kg N · ha⁻¹

r.n. – różnica nieistotna – not significant

Wpływ czynników doświadczenia na wybrane elementy plonowania, struktury plonów i zawartość białka w ziarnie był bardzo zróżnicowany. Nie udowodniono zróżnicowania plonowania kukurydzy pod wpływem stosowania podwyższonej z 90 do 150 kg azotu. Nawadnianie istotnie podniosło plon świeżych kolb oraz poprawiło dorodność ziarna (tab. 3). Spośród uprawianych odmian, późniejszą (Anjou) cechował wyższy udział ziarna w kolbie, większa masa tysiąca nasion i mniejsza wilgotność ziarna podczas zbioru.

Tabela 3. Wpływ nawadniania kropkowego na plonowanie kukurydzy na ziarno (średnio 2000-2002)

Table 3. Influence of drip irrigation on grain maize yield (mean 2000-2002)

Odmiana Cultivar	W	N	Plon kolb Cob yield (t · ha ⁻¹)	Udział kolb Cob percentage (%)	Udział ziarna Grain percentage (%)	Wilgotność ziarna Grain moisture (%)	MTN 1000 grain weight (g)	Białko Protein (%)
Milpa	W ₀	N ₁	16,60	55,08	66,01	35,40	239,6	10,8
		N ₂	16,40	55,70	62,75	34,31	245,6	11,5
			16,50	55,39	64,38	34,86	242,6	11,1
	W ₁	N ₁	18,91	55,71	63,94	34,70	246,3	10,2
		N ₂	18,64	56,35	66,00	34,66	256,4	10,6
			18,77	56,03	64,97	34,68	251,3	10,4
Anjou	W ₀	N ₁	15,70	54,85	69,38	31,32	257,3	10,5
		N ₂	15,23	54,89	70,00	31,22	254,9	10,4
			15,46	54,87	69,69	31,27	256,1	10,4
	W ₁	N ₁	17,17	54,67	70,55	32,77	272,9	10,3
		N ₂	17,21	54,55	66,45	31,59	270,9	11,0
			17,19	54,61	68,50	32,18	271,9	10,6
Średnio W Mean W	W ₀	15,98	55,13	67,03	33,06	246,9	10,8	
	W ₁	17,98	55,32	66,73	33,43	261,6	10,5	
Średnio N Mean N	N ₁	17,09	55,80	67,47	33,55	254,0	10,4	
	N ₂	16,87	55,37	66,30	32,94	256,9	10,9	
Średnio dla odmian Mean for cultivars	Milpa Anjou		17,63	55,71	64,67	34,77	246,9	10,7
			16,32	54,74	69,09	31,72	264,0	10,5
NIR _{0,05} - LSD _{0,05} nawadnianie – irrigation nawożenie – fertilization odmiana - cultivar			1,03 r.n. r.n.	r.n. r.n. r.n.	r.n. r.n. 0,87	r.n. r.n. 0,36	5,14 r.n. 8,27	- - -

W₀ – bez nawadniania – no irrigation W₁ – nawadnianie – irrigation

N₁ – nawożenie 90 kg N · ha⁻¹ – fertilization 90 kg N · ha⁻¹

N₂ – nawożenie 150 kg N · ha⁻¹ – fertilization 150 kg N · ha⁻¹

r.n. – różnica nieistotna – not significant

W świetle otrzymanych wyników, nawadnianie kukurydzy na glebie lekkiej o zwięzłym podłożu należy potraktować jako zabieg interwencyjny, przyczyniający się do ogólnego podwyższenia, a przede wszystkim stabilnego plonowania w latach. Jednak wielkość otrzymanych zwyżek plonów była dużo niższa od minimalnych przyrostów, które aktualnie zapewniłyby opłacalność zastosowania nawadniania [Grabarczyk i in. 1994, Żarski i in. 2001, Żarski i in. 2004]. Mniejsze od oczekiwanych zwyżki plonów były wynikiem

zmniejszonych potrzeb nawadniania w latach 2000-2002, w związku z wystąpieniem w tym okresie opadów atmosferycznych o 30% większych, w porównaniu z warunkami przeciętnymi.

Potwierdziły się też poglądy o znacznym postępie w hodowli odmian kukurydzy [Bilski i in. 1997, Sulewska 1997]. Znajdujące się obecnie w doborze odmiany o zbliżonej klasie wczesności pochodzące z polskiej hodowli nie różnią się od renomowanych francuskich.

Wnioski

1. Pod wpływem nawadniania stwierdzono istotne zróżnicowanie plonowania kukurydzy uprawianej na ziarno.
2. Wielkość zwyżek plonów była mniejsza od oczekiwanej, ze względu na wystąpienie w okresie badań opadów atmosferycznych, przekraczających o 30% normę wieloletnią.
3. Zastosowanie nawadniania w uprawie kukurydzy na ziarno należy potraktować jako możliwość istotnego zwiększenia wykorzystania jej potencjalnej produktywności. O praktycznym wykorzystaniu tej możliwości przesądzą przede wszystkim względy ekonomiczne.

Bibliografia

1. Bilski E., Siódmiak J., Heimann H., 1997. Wartość gospodarcza mieszańców kukurydzy zarejestrowanych i uprawianych w Polsce w latach 1972-1996. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 31-54.
2. Dubas A., 1980. Kukurydza. PWRiL, Warszawa.
3. Grabarczyk S., Dudek S., Grzelak B., Peszek J., Rzekanowski C., Żarski J., 1994. Możliwości produkcyjne gleby bardzo lekkiej w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 414: 145-152.
4. Jankowiak J., Krasowicz S., 1997. Ekonomiczne i organizacyjne aspekty uprawy kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 163-183.
5. Lipski S., 2003: Produkcja ziarna kukurydzy w Polsce i w Europie. Pam. Puł., 132, 295-302.
6. Michalski T., 1997. Wartość pastewna plonów kukurydzy w zależności od sposobów i terminów zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 133-162.
7. Sulewska H., 1997. Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 15-29.
8. Żarski J., Rolbiecki S., Rzekanowski C., Rolbiecki R., Dudek S., Grzelak B., 2001. Cost-effectiveness of sprinkler irrigation of field crops and vegetables in central Poland. Przeg.Nauk. Wydz.Inż. i Kształt. Środow. SGGW, 22, 375-382.
9. Żarski J., Dudek S., Grzelak B., 2004. Rola czynnika wodnego i termicznego w kształtowaniu plonów ziarna kukurydzy. Acta Agrophysica, 3 (1), 189-195.

EVALUATION OF RESULTS OF IRRIGATION APPLIED TO GRAIN MAIZE

Summary

The aim of the study was to determine the influence of irrigation on the amount and quality of grain maize yield. The field experiment was carried out in 2000-2002 on light soil with firm subsoil at the research station ATR in Mochełek near Bydgoszcz. It was found that the effect of irrigation on grain maize yield was significant, but the obtained yield increases (11.3%) did not cause any profitability of irrigation. This can be explained by decreased irrigation needs of plants in the growing season of 2000-2002.

Keywords: irrigation, grain maize, nitrogen fertilisation, cultivar