

WPLYW WIELKOŚCI OPADÓW I TEMPERATURY NA GROMADZENIE  
SUCHEJ MASY I POBIERANIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH PRZEZ  
KUKURYDZĘ W POCZĄTKOWYM OKRESIE ROZWOJU W ZALEŻNOŚCI  
OD SPOSOBU NAWOŻENIA

*Piotr Szulc, Andrzej Kruczek*

Katedra Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu  
ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań  
e-mail:pszulc@au.poznan.pl

**Streszczenie.** Celem badań, przeprowadzonych w Swadzimiu, koło Poznania w latach 2000-2003, było określenie wpływu wielkości opadów atmosferycznych oraz temperatury na gromadzenie suchej masy i pobieranie składników mineralnych przez kukurydzę w początkowym okresie rozwoju w zależności od sposobu wysiewu nawozu. Kukurydza każdego roku prowadzenia badań uprawiana była po pszenicy ozimej. Stosowano dwa sposoby nawożenia: rzutowo na całą powierzchnię i rzędowo jednocześnie z siewem nasion. Skuteczność sposobów nawożenia oceniano przy wzrastającym sposobie nawożenia fosforem w zakresie  $17,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  do  $56,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  i stosowaniu superfosfatu i fosforanu amonu. Nawożenie rzędowe potęgowało korzystny wpływ wzrostu temperatury na suchą masę pojedynczej rośliny, plon suchej masy części nadziemnych roślin, różnicę pomiędzy suchą masą 1 rośliny i plonem suchej masy roślin, pobieranie N, P i K w porównaniu do nawożenia rzutowego w okresie od siewu do fazy 6-7 liści. W początkowym okresie rozwoju, opady w mniejszym stopniu aniżeli temperatura determinowały gromadzenie suchej masy i pobieranie pozostałych makroskładników.

Słowa kluczowe: kukurydza, sposoby nawożenia, temperatura, opady

## WSTĘP

Niska temperatura gleby i powietrza w okresie siewów kukurydzy oraz w początkowych fazach jej wzrostu jest główną przyczyną ograniczającą jej plonowanie. Jak podają (Yanai i in. 1996), kukurydza w tym okresie pobiera składniki mineralne wyłącznie przy odpowiednio dużej ich koncentracji w roztworze glebowym, ze względu na słabo rozwinięty system korzeniowy. Z kolei szybki rozwój systemu korzeniowego możliwy jest przy odpowiednio wysokim stężeniu azotu (Schroeder i in. 1996), oraz fosforu w roztworze glebowym (Molier i Pellerin

1999). Jednym ze sposobów zwiększającym dostępność składników pokarmowych dla roślin jest nawożenia rzędowe zlokalizowane w bezpośredniej bliskości nasion, które po zastosowaniu razem z siewem nazywamy startowym (Murphy 1984). Taki sposób aplikacji nawozu powoduje większą dostępność składników pokarmowych i tym samym przyczynia się do stymulacji ich początkowego wzrostu, ale jest również bezpieczniejszy dla środowiska (Kruczek 2005, Kruczek i Szulc 2006).

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wielkości opadów atmosferycznych oraz temperatury na gromadzenie suchej masy i pobieranie składników mineralnych przez kukurydzę w początkowym okresie rozwoju w zależności od sposobu wysiewu nawozu.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania polowe wykonano w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Swadziemiu koło Poznania w latach 2000-2003. Doświadczenie prowadzono w układzie „split-plot” z 3 czynnikami w 4 powtórzeniach polowych. Czynnikiem badawczymi były: 4 dawki fosforu: 40 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  (17,4 kg  $P \cdot ha^{-1}$ ), 70 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  (30,5 kg  $P \cdot ha^{-1}$ ), 100 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  (43,6 kg  $P \cdot ha^{-1}$ ) i 130 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  (56,7 kg  $P \cdot ha^{-1}$ ) dwa rodzaje nawozów: superfosfat potrójny granulowany (46 %  $P_2O_5$ ) i polidap NP. (18 % N i 46%  $P_2O_5$ ) oraz dwa sposoby wysiewu nawozu: rzutowy na całą powierzchnie przed siewem nasion i rzędowy, zlokalizowany wykonany jednocześnie z siewem nasion. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 19,6 m<sup>2</sup>. Nawożenie N i K zostało wykonane przed siewem kukurydzy w dawkach 120 kg  $N \cdot ha^{-1}$  w postaci saletry amonowej i 120 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$  (99,6 kg  $K \cdot ha^{-1}$ ) w postaci soli potasowej (60%). Przedsięwzięciem azotu na obiektach, gdzie zastosowano polidap pomniejszono o ilość azotu wnoszonego w tym nawozie. Do siewu wykorzystano siewnik punktowy Monosem z nabudowanym aplikatorem nawozów. Redlice nawozowe ustawiono, w stosunku do redlic nasiennych w ten sposób, aby nawóz był umieszczony w glebie 5 cm z boku i 5 cm poniżej nasion. Siew nasion wykonano na głębokość 5-6 cm. W doświadczeniu wysiano mieszańca Mona (FAO 250). Oznaczenie suchej masy części nadziemnych pojedynczej rośliny, plonu suchej masy oraz pobieranie składników mineralnych przez kukurydzę przeprowadzono w fazie 6-7 liści. Niniejsze opracowanie dotyczy tylko jednego czynnika doświadczalnego (sposobu nawożenia), ponieważ nie wykazano istotnego wpływu wielkości dawek fosforu na wielkość badanych cech, natomiast artykuł dotyczący wpływu rodzaju nawozu zostanie opublikowany w Rocznikach AR Poznań.

Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej, gatunku piasków gliniastych lekkich, płytko zalegających na glinie lekkiej, należącej do kompleksu żytniego dobrego. Zasobność gleby w fosfor i potas wahała się od średniej do bardzo wysokiej, natomiast kwasowość gleby od pH = 6,10 w 2000 r. do pH = 6,97 w 2002 r.

Warunki pogodowe panujące w okresie od siewu do osiągnięcia przez kukurydzę fazy 6-7 liści zamieszczono w tabeli 1. Pochodzą one ze stacji meteorologicznej znajdującej się na terenie Zakładu Dydaktyczno-Doświadczalnego Swadzim. Temperaturę powietrza mierzono wg standardów przewidzianych dla wyznaczenia średniej temperatury dobowej.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Nawożenie rzędowe wpływało na zwiększenie suchej masy 1 rośliny oraz plonu suchej masy w fazie 6-7 liści w porównaniu do nawożenia rzutowego w każdym z 4 lat badań (tab. 2 i tab. 3). Jedynie w roku 2002, dla plonu suchej masy, różnicy tej nie udało potwierdzić się analizą wariancji (tab. 3). Największy przyrost suchej masy roślin w początkowym okresie wzrostu stwierdzono w latach w których współczynnik hydrotermiczny był poniżej 0,50 (susza) – tab. 1. Wzrost suchej masy 1 rośliny pod wpływem nawożenia rzędowego, w stosunku do rzutowego, wahał się w tych warunkach od 21,1 do 40,0% dla suchej masy 1 rośliny i od 21,2 do 40,5% dla plonu suchej masy. Natomiast w roku w którym współczynnik hydrotermiczny wynosił 0,66 (okres półsuszy) sucha masa 1 rośliny wzrosła o 11,1%, a plon suchej masy o 11,3%. Wilgotność gleby jest jedną z cech decydujących o dostarczaniu składników pokarmowych do rozwijającego się systemu korzeniowego rośliny. Jak podają (Grzebisz i Gała 1999, Moskal 1972, Sharpley 1986), proces dyfuzji w wyniku którego fosfor dostarczany jest w kierunku korzenia zachodzi szybciej w środowisku wilgotnym aniżeli suchym. Mackay i Barber (1985) podają, iż w miarę zmniejszania się uwilgotnienia gleby, zwiększa się udział porów glebowych wypełnionych powietrzem, przez co przewodzenie wody i dyfundowanych składników pokarmowych jest utrudnione. Powyższe dane literaturowe wyjaśniają wyższą skuteczność, w badaniach własnych, nawożenia rzędowego w okresie suszy, w porównaniu do nawożenia rzutowego. Uzyskany wynik wskazuje, że nawożenie zlokalizowane może być sposobem na ograniczenie skutków okresowych niedoborów wody wczesną wiosną.

Nawożenie rzędowe wpływało na zwiększone pobieranie fosforu, azotu i potasu przez kukurydzę w fazie 6-7 liści w każdym z 4 lat badań, w stosunku do nawożenia rzutowego (tab. 4). Dla potasu zależności tej nie udowodniono statystycznie jedynie w roku 2002. Uzyskany wynik jest potwierdzeniem wcześniejszych badań (Kruczek i Szulc 2006). Autorzy ci uzyskali średnio dla czterech lat badań większe pobranie przez kukurydzę N, P i K w wyniku nawożenia zlokalizowanego w fazach: 4-5 liści, 6-7 liści oraz 8-9 liści, w stosunku do wysiewu rzutowego.

**Tabela 1.** Warunki pogodowe w Swadzimiu  
**Table 1.** Weather conditions at Swadzim

2000		2001		2002		2003	
siew – 19 kwietnia sowing – 19 April		siew – 19 kwietnia sowing – 19 April		siew – 18 kwietnia sowing – 18 April		siew – 17 kwietnia sowing – 17 April	
wschody – 27 kwietnia emergence – 27 April		wschody – 7 maja emergence – 7 May		wschody – 5 maja emergence – 5 May		wschody – 3 maja emergence – 3 May	
faza 6-7 liści – 16 maja stage of 6-7 leaves – 16 May		faza 6-7 liści – 26 maja stage of 6-7 leaves – 26 May		faza 6-7 liści – 24 maja stage of 6-7 leaves – 24 May		faza 6-7 liści – 22 maja stage of 6-7 leaves – 22 May	
dni z opadem days with rainfall	opady rainfall (mm)	dni z opadem days with rainfall	opady rainfall (mm)	dni z opadem days with rainfall	opady rainfall (mm)	dni z opadem days with rainfall	opady rainfall (mm)
				19 IV	12,5		
		21 IV	2,0	20 IV	3,1	18 IV	0,6
		22 IV	3,7	23 IV	0,2	27 IV	5,0
		23 IV	6,0	27 IV	1,9	29 IV	4,7
		26 IV	2,0	29 IV	0,2	30 IV	0,2
		28 IV	3,3	5 V	6,4	13 V	2,7
20 IV	3,4	29 IV	0,2	6 V	0,2	14 V	0,4
		6 V	0,2	11 V	1,5	16 V	0,6
		7 V	0,4	13 V	2,5	18 V	1,7
		16 V	1,2	14 V	3,9	19 V	1,6
		18 V	0,7	15 V	0,7	20 V	2,8
		19 V	0,7	19 V	1,2		
				20 V	1,2		
Suma – Total	3,4	Suma – Total	20,4	Suma – Total	35,5	Suma – Total	20,3
średnia temperatura w °C mean temperature in °C	17,4	*średnia temperatura w okresie od siewu do fazy 6-7 liści	13,6	*średnia temperatura w okresie od siewu do fazy 6-7 liści	14,6	*średnia temperatura w okresie od siewu do fazy 6-7 liści	13,9
współczynnik hydrotermiczny hydrothermal coefficient	0,02	**współczynnik hydrotermiczny dla okresu od siewu do fazy 6-7 liści	0,41	**współczynnik hydrotermiczny dla okresu od siewu do fazy 6-7 liści	0,66	**współczynnik hydrotermiczny dla okresu od siewu do fazy 6-7 liści	0,42

\* średnia temperatura w okresie od siewu do fazy 6-7 liści – mean temperature in time from sowing to stage to 6-7 leaves

\*\* współczynnik hydrotermiczny dla okresu od siewu do fazy 6-7 liści – hydrothermal coefficient for time from sowing to stage to 6-7 leaves

**Tabela 2.** Sucha masa 1 rośliny w fazie 6-7 liści (g)  
**Table 2.** Dry mass of 1 plant in the stage of 6-7 leaves (g)

Sposób nawożenia – Method of fertilisation	Lata – Years			
	2000	2001	2002	2003
Nawożenie rzutowe – Broadcast fertilisation	2,11	1,08	0,80	0,81
Nawożenie rzędowe – Band fertilisation	3,17	1,37	0,90	1,35
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,285	0,085	0,093	0,079

**Tabela 3.** Plon suchej masy roślin w fazie 6-7 liści w kg·ha<sup>-1</sup>  
**Table 3.** Yield of dry mass of plants in the stage of 6-7 leaves in kg ha<sup>-1</sup>

Sposób nawożenia – Method of fertilisation	Lata – Years			
	2000	2001	2002	2003
Nawożenie rzutowe – Broadcast fertilisation	178,26	90,84	60,02	64,81
Nawożenie rzędowe – Band fertilisation	267,61	115,34	66,81	109,06
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	24,304	7,248	r.n.	6,560

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences.

**Tabela 4.** Pobieranie składników mineralnych przez kukurydzę w fazie 6-7 liści w mg/roślinę  
**Table 4.** Uptake of mineral components by maize in the stage of 6-7 leaves in mg/plant

Sposób nawożenia Method of fertilisation	2000			2001			2002			2003		
	P	N	K	P	N	K	P	N	K	P	N	K
Nawożenie rzutowe Broadcast fertilisation	6,93	65,70	81,29	3,20	37,45	42,12	2,21	27,06	24,32	2,30	29,87	22,77
Nawożenie rzędowe Band fertilisation	16,51	116,33	107,5	6,53	55,24	53,79	3,42	31,37	26,97	7,76	58,44	34,16
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	1,528	10,637	9,769	0,389	3,313	3,276	0,349	3,429	r.n.	0,430	3,341	2,010

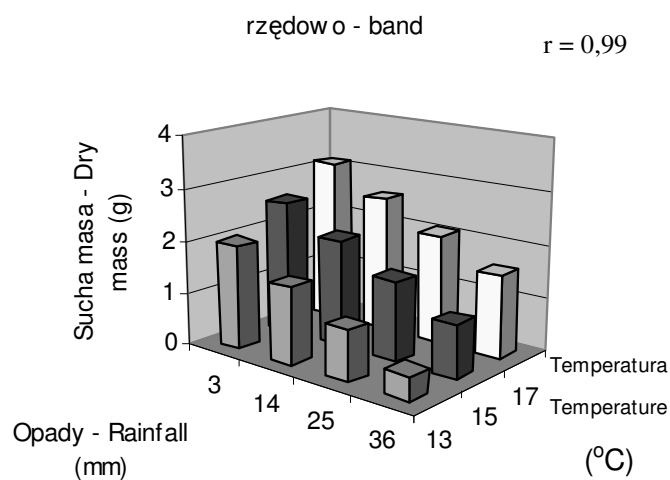
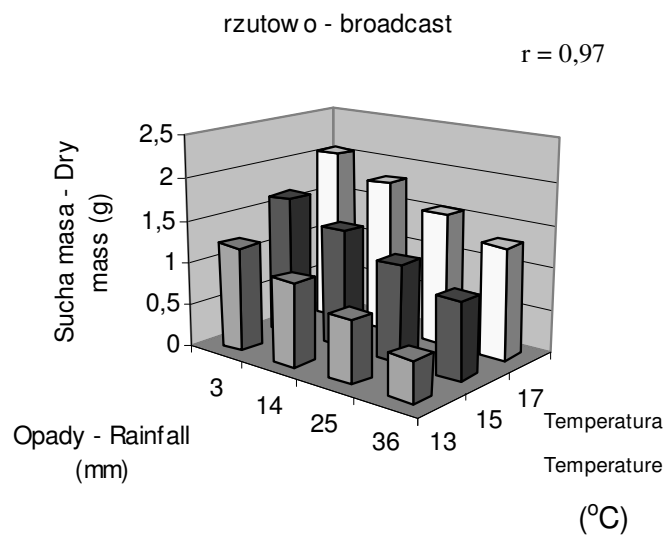
r.n. – różnice nieistotne – no significant differences.

Równania regresji wielokrotnej opisujące wpływ opadów i temperatury na suchą masę pojedynczej rośliny, plon suchej masy, różnicę w suchej masie pojedynczej rośliny oraz pobieranie N, P i K w fazie 6-7 liści w zależności od sposobu wysiewu nawozów zamieszczono w tabeli 5. Dla wszystkich badanych cech stwierdzono bardzo wysokie współczynniki determinacji. Znormalizowane cząstkowe współczynniki regresji (BJ), wskazują na większy i dodatni wpływ temperatury oraz ujemny wpływ opadów na badane cechy.

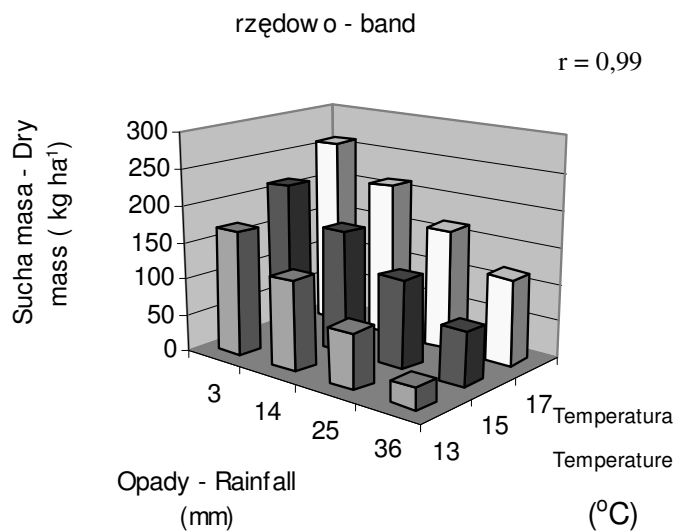
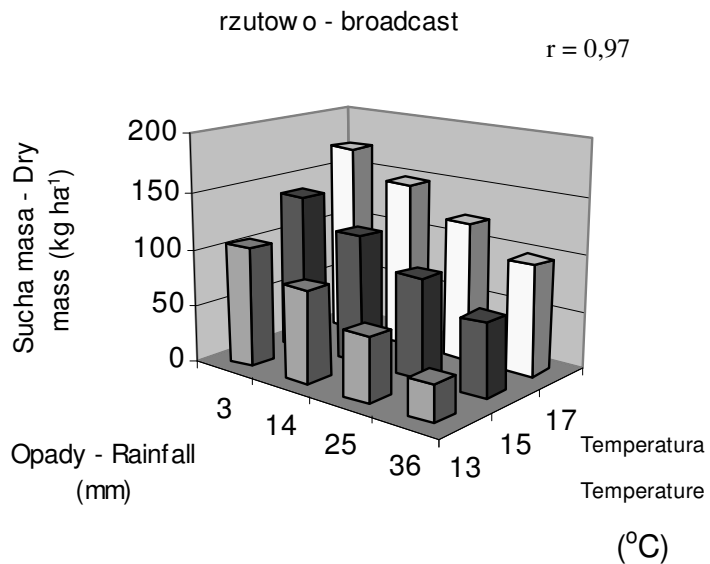
**Tabela 5.** Równania regresji wielokrotnej, współczynniki determinacji i znormalizowane cząstkowe współczynniki regresji (BJ)  
**Table 5.** Multiple regression equations, determination coefficients and standardized partial regression coefficients (BJ)

Cechy w fazie 6-7 liści Features in stage of 6-7 leaves	Sposób nawożenia Fertilisation method	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	$W_d$ (%)	$BJ_T$	$BJ_O$
Sucha masa 1 rośliny Dry matter of 1 plant	Nawożenie rzutowe – broadcast fertilisation	$y = -1,436+0,208x_1-0,023x_2$	95,11	0,5805	-0,4800
	Nawożenie rzędowe – band fertilisation	$y = -1,516+0,278x_1-0,046x_2$	99,81	0,4800	-0,6060
Plon suchej masy Yield of dry matter	Nawożenie rzutowe – broadcast fertilisation	$y = -102,864+16,535x_1-2,242x_2$	94,56	0,5226	-0,5357
	Nawożenie rzędowe – band fertilisation	$y = -106,657+22,326x_1-4,308x_2$	99,61	0,4403	-0,6424
Różnica w suchej masie 1 rośliny Difference in dry matter of 1 plant	Pomiędzy sposobami nawożenia Between methods of fertilisation	$y = 0,107+0,073x_1-0,024x_2$	95,15	0,3000	-0,7443
Różnica w plonie suchej masy Difference in yield of dry matter	Pomiędzy sposobami nawożenia Between methods of fertilisation	$y = -3,793+5,791x_1-2,206x_2$	95,78	0,2826	-0,7624
Pobieranie P P uptake	nawożenie rzutowe – broadcast fertilisation	$y = -5,743+0,742x_1-0,082x_2$	95,66	0,5786	-0,4851
	nawożenie rzędowe – band fertilisation	$y = -2,532+1,156x_1-0,307x_2$	99,61	0,3575	-0,7177
Pobieranie N N uptake	nawożenie rzutowe – broadcast fertilisation	$y = -20,325+5,075x_1-0,761x_2$	95,46	0,4981	-0,5649
	nawożenie rzędowe – band fertilisation	$y = 5,623+6,766x_1-2,056x_2$	99,99	0,3254	-0,7477
Pobieranie K K uptake	nawożenie rzutowe – broadcast fertilisation	$y = -54,361+7,966x_1-1,080x_2$	89,17	0,5074	-0,5203
	nawożenie rzędowe – band fertilisation	$y = -43,574+8,977x_1-1,726x_2$	93,57	0,4277	-0,6218

$x_1$  – temperatura – temperature;  $x_2$  – opady – rainfall;  $W_d$  – współczynnik determinacji – determination coefficient,  
 $BJ_T$  – znormalizowane cząstkowe współczynniki regresji dla temperatury – standardized partial regression coefficients for temperature,  
 $BJ_O$  – znormalizowane cząstkowe współczynniki regresji dla opadów – standardized partial regression coefficients for rainfall.

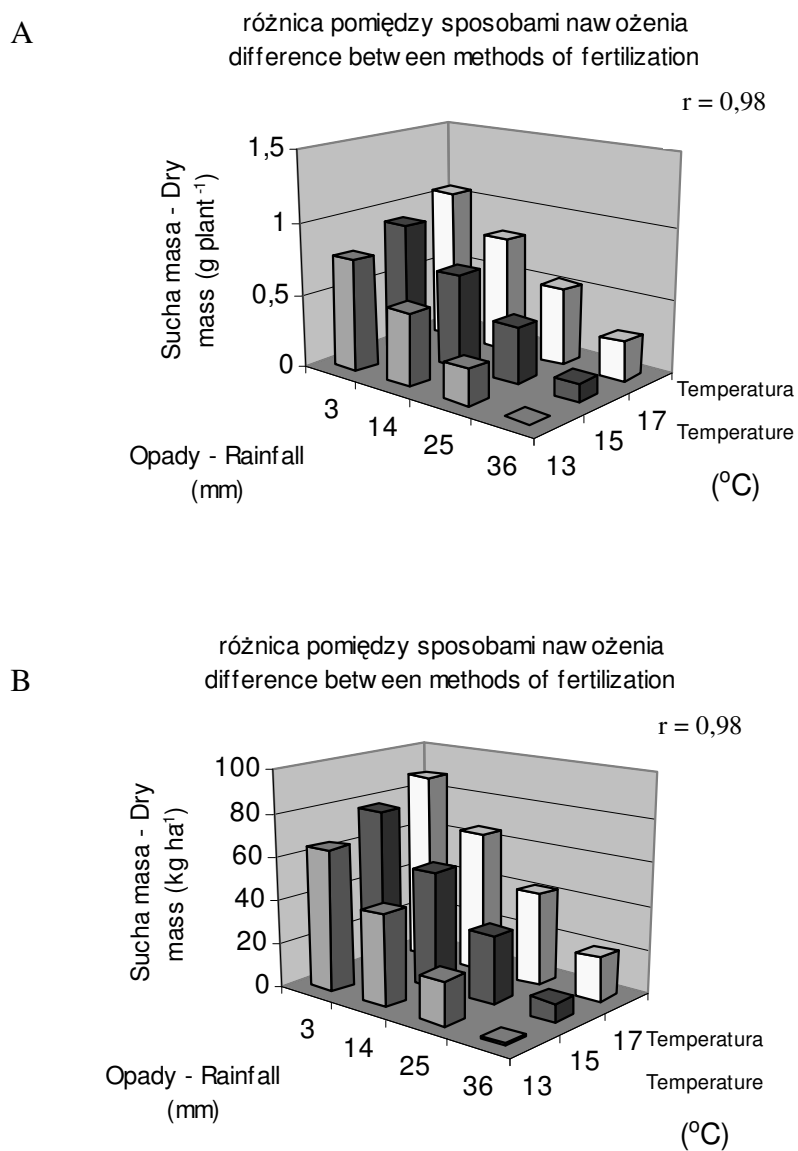


**Rys. 1.** Wpływ wielkości opadów i temperatury w okresie od siewu do fazy 6-7 liści na suchą masę części nadziemnych 1 rośliny w fazie 6-7 liści w zależności od sposobu nawożenia  
**Fig. 1.** Effect of level of rainfalls and temperature in time from sowing to stage of 6-7 leaves on dry mass of aboveground parts of 1 plant in the stage of 6-7 leaves in dependence on method of fertilisation



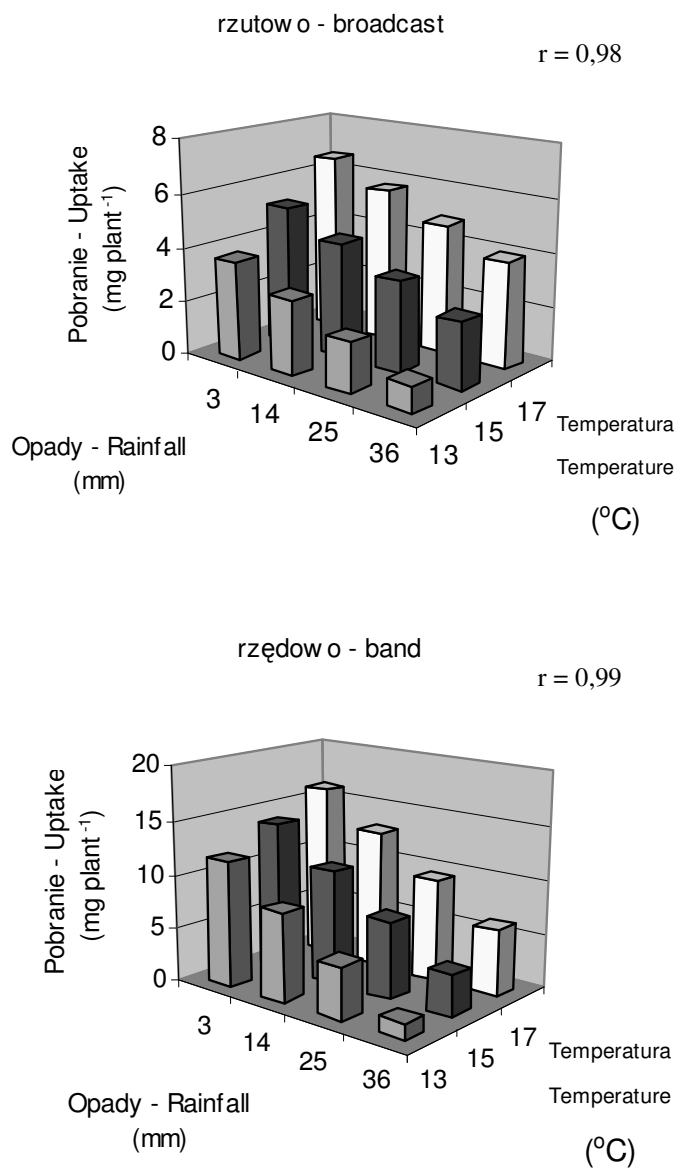
**Rys. 2.** Wpływ wielkości opadów i temperatury w okresie od siewu do fazy 6-7 liści na plon suchej masy części nadziemnych roślin w fazie 6-7 liści w zależności od sposobu nawożenia  
**Fig. 2.** Effect of level of rainfalls and temperature in time from sowing to the stage of 6-7 leaves on yield of dry mass of aboveground parts of plants in the stage of 6-7 leaves in dependence on method of fertilisation





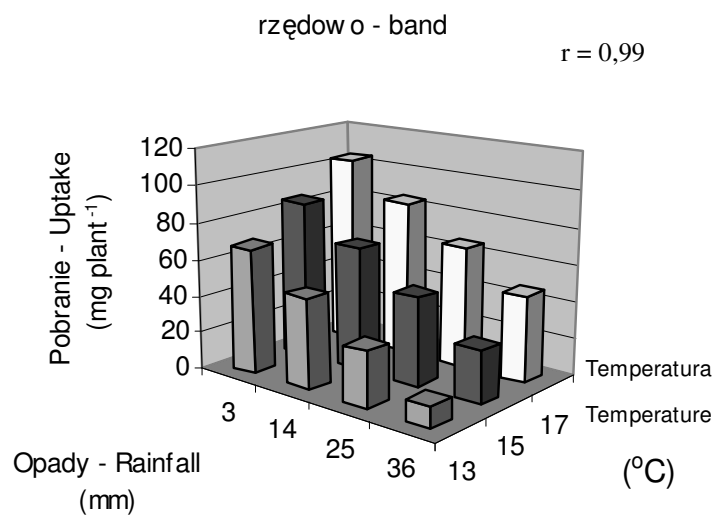
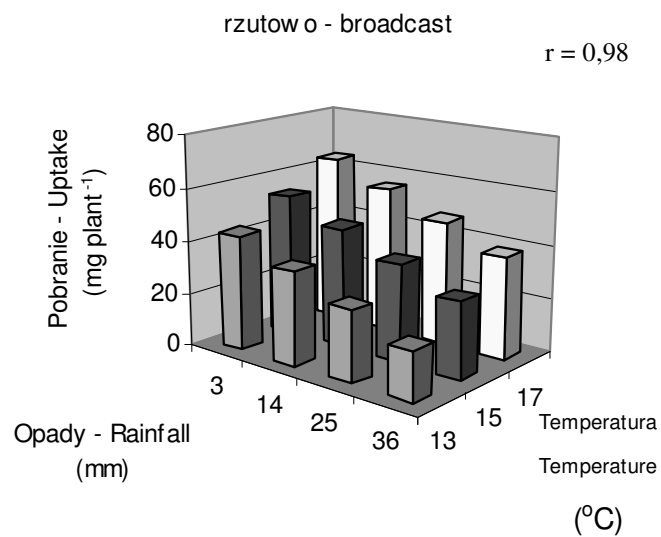
**Rys. 3.** Wpływ wielkości opadów i temperatury w okresie od siewu do fazy 6-7 liści na różnicę pomiędzy suchą masą 1 rośliny nawożonej rzędowo względnie rzutowo (A) oraz pomiędzy plonem suchej masy roślin nawożonych rzędowo względnie rzutowo (B)

**Fig. 3.** Effect of level of rainfalls and temperature in time from sowing to the stage of 6-7 leaves on difference between dry mass of 1 plant band-fertilized and broadcast-fertilized (A) and between yield of dry mass of plants band-fertilized and broadcast-fertilized (B)

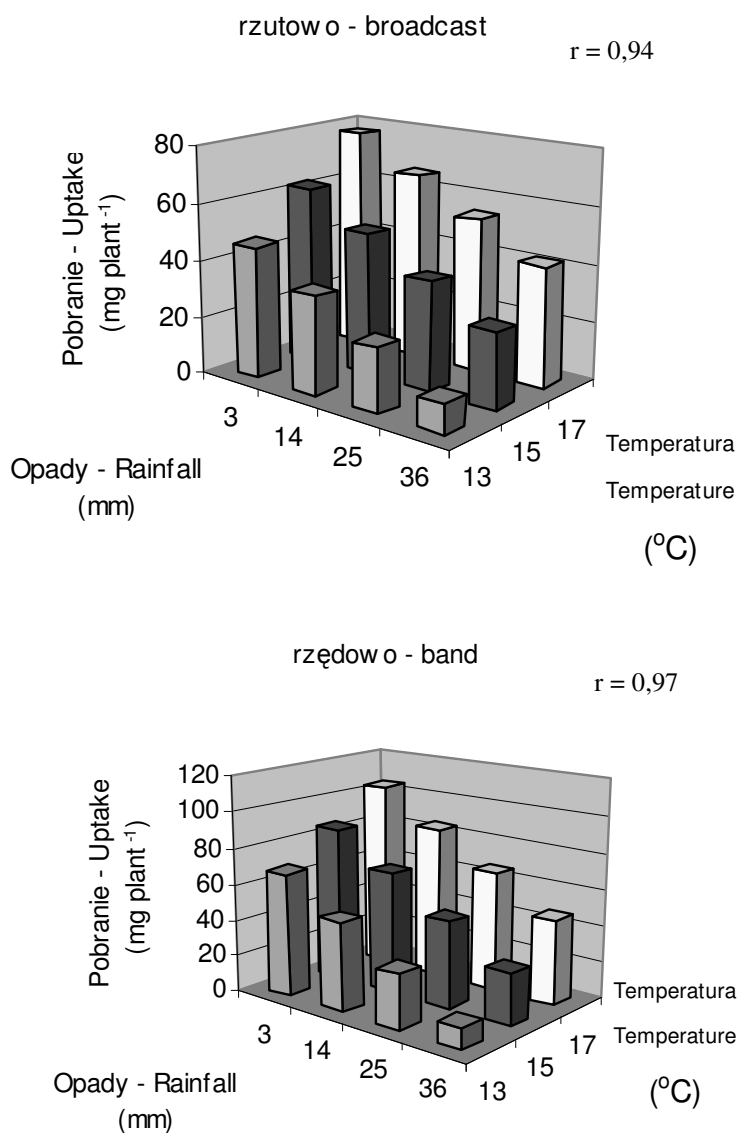


**Rys. 4.** Wpływ wielkości opadów i temperatury w okresie od siewu do fazy 6-7 liści na pobieranie fosforu przez rośliny w fazie 6-7 liści w zależności od sposobu nawożenia

**Fig. 4.** Effect of level of rainfalls and temperature in time from sowing to the stage of 6-7 leaves on uptake of phosphorus in the stage of 6-7 leaves in dependence on method of fertilisation



**Rys. 5.** Wpływ wielkości opadów i temperatury w okresie od siewu do fazy 6-7 liści na pobieranie azotu przez rośliny w fazie 6-7 liści w zależności od sposobu nawożenia  
**Fig. 5.** Effect of level of rainfalls and temperature in time from sowing to the stage of 6-7 leaves on uptake of nitrogen in the stage of 6-7 leaves in dependence on method of fertilisation



**Rys. 6.** Wpływ wielkości opadów i temperatury w okresie od siewu do fazy 6-7 liści na pobieranie potasu przez rośliny w fazie 6-7 liści w zależności od sposobu nawożenia  
**Fig. 6.** Effect of level of rainfalls and temperature in time from sowing to the stage of 6-7 leaves on uptake of potassium in the stage of 6-7 leaves in dependence on method of fertilisation

W miarę wzrostu wielkości opadu w okresie od siewu do fazy 6-7 liści sucha masa pojedynczej rośliny oraz plon suchej masy zmniejszały się. Taki układ wyników został spowodowany tym, że w roku 2000 w analizowanym okresie tzn. od siewu kukurydzy do osiągnięcia 6-7 liści opady były bardzo niskie przy jednocześnie stosunkowo wysokiej średniej temperaturze powietrza. Jednocześnie w tym roku rośliny w analizowanym okresie miały 2 do 2,5 krotnie większą masę niż w pozostałych latach. Było to spowodowane wyjątkowo korzystną temperaturą dla kukurydzy panującą w czasie wschodów i początkowego jej rozwoju, przy jednocześnie dużym zapasie wody w glebie, wynikającym z wcześniejszych opadów wczesno-wiosennych, przekraczających sumy wieloletnie. Natomiast wzrost temperatury powodował zwiększenie poziomu badanych cech w analizowanym okresie (rys. 1 i 2). Powyższą zależność stwierdzono dla dwóch sposobów wysiewu nawozów, przy czym przedstawione zależności dla nawożenia rzędowego przebiegały na wyższym poziomie aniżeli dla wysiewu rzutowego. Wpływ temperatury i opadów na różnicę w suchej masie 1 rośliny i plonie suchej masy pomiędzy sposobami nawożenia, oraz pobieraniem azotu, fosforu i potasu był identyczny jak prezentowany powyżej (rys. 3, 4, 5 i 6).

#### WNIOSKI

1. W początkowym okresie rozwoju kukurydzy temperatura w znacznie większym stopniu determinuje wzrost roślin i pobranie N, P i K aniżeli opady.
2. Nawożenie zlokalizowane może być sposobem na ograniczenie negatywnych skutków braku wody w glebie w początkowym okresie wzrostu kukurydzy.
3. Korzystny wpływ temperatury na suchą masę pojedynczej rośliny, plon suchej masy, różnicę pomiędzy sposobami wysiewu nawozu na suchą masę pojedynczej rośliny i plon suchej masy, pobieranie N, P i K w okresie od siewu do fazy 6-7 liści był znacznie silniejszy przy rzędowej aplikacji nawozów aniżeli rzutowej.

#### PIŚMIENNICTWO

- Grzebisz W, Gała Z., 1999. Zmiany w technice nawożenia roślin uprawnych – podstawy teoretyczne i możliwe rozwiązania praktyczne. VI Międzynarodowe Sympozjum: Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia ochrony roślin i uprawy gleby, IBMER – Warszawa, 23-24 września, Mat. Konf., 59-68.
- Kruczek A., 2005. Phosphorus utilization from fertilizer and accumulation of mineral components in the initial stage of maize development. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(4), 467-475.
- Kruczek A., Szulc P., 2006. Effect of fertilization method on the uptake and accumulation of mineral components in the initial period of maize development. *International Agrophysics* 20(1), 11-22.
- Kruczek A., Szulc P., 2005. Tempo gromadzenia suchej masy przez kukurydżę w zależności od dawki fosforu, rodzaju nawozu i sposobu nawożenia. *Acta Agrophysica* 6(3), 689-700.

- Mackay A.D., Barber S.A., 1985. Effect of soil moisture and phosphate level on root hair growth of corn roots. *Plant Soil*, 86, 321-331.
- Mollier A., Pellerin S., 1999. Maize root system growth and development as influenced by phosphorus deficiency. *Journal of Exp. Botany*. 50(333), 487-497.
- Moskal S., 1972. Przemiany nawozów fosforowych w glebie. *Prace Naukowe Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechnika. Wrocław*, 4, 33-87.
- Murphy L.S., 1984. Recent developments in fluid fertilizer application techniques. *Great Plants Director Potash & Phosphate Institute Manhattan, Kansas, USA. Seminar Sao Paulo, Brazil, October, 25-26*, 1-27.
- Schroeder J.J., Groenwold J., Zaharieva T., 1996. Soil mineral nitrogen availability to young maize plants as related to root density distribution and fertilizer application method. *Netherland Journal. Agric. Sci.* 44(3), 209-225.
- Sharpley A.N., 1986. Disposition of fertilizer phosphorus applied to winter wheat. *Soil Sci Soc. Amer Journal* 50, 953-958.
- Yanai J., Linehan D.J., Robinson D., Young I.M., Hackett C.A., Kyuma K., Kosaki T., 1996. Effects of inorganic nitrogen application on the dynamics of the soil solution composition in the root zone of maize. *Plant and Soil*, 180 (1), 1-9.

EFFECT OF LEVEL OF RAINFALLS AND TEMPERATURES  
ON ACCUMULATION OF DRY MASS AND UPTAKE OF MINERAL  
COMPONENTS BY MAIZE IN INITIAL PERIOD OF GROWTH  
IN DEPENDENCE ON METHOD OF FERTILISATION

*Piotr Szulc, Andrzej Kruczek*

Department of Soil and Plant Cultivation, University of Agriculture  
ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań  
e-mail:pszulc@au.poznan.pl

**Abstract.** Field experiment was carried out over the years 2000-2003 at Agricultural Experimental station at Swadzim near Poznań. Two methods of fertilisation were applied: broadcasting and in rows, simultaneously with sowing of seeds. The effectiveness of fertilisation methods was estimated at increasing levels of fertilisation, from 17.4 kg P ha<sup>-1</sup> to 56.7 kg P ha<sup>-1</sup>. The band fertilization enhanced the positive influence of temperature on the dry mass of aboveground parts of one plant, yield of dry mass of aboveground parts of plants, difference between dry mass of 1 plant and yield of dry mass of plants, and uptake of N, P and K in comparison to broadcast fertilization in time from sowing to the stage of 6-7 leaves.

**Key words:** maize, fertilisation method, rainfall, temperature