

ANDRZEJ KRUCZEK

Katedra Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza w Poznaniu

REAKCJA ODMIAN KUKURYDZY NA SPOSÓB NAWOŻENIA  
DWUSKŁADNIKOWYM NAWOZEM NP W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU  
SIEWU

Response of the maize varieties to the method of fertilization with a two-component NP fertilizer  
depending on the date of sowing

**ABSTRAKT:** Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2000–2003 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Swadzimiu koło Poznania. Jego celem było określenie wpływu sposobu nawożenia kukurydzy fosforanem amonu na plon ziarna i jego strukturę oraz wilgotność ziarna. Stosowano dwa sposoby nawożenia: rzutowo na całą powierzchnię przed siewem nasion i rzędowo (startowo) jednocześnie z siewem nasion. Skuteczność sposobów nawożenia badano w trzech terminach siewu i na trzech odmianach o różnej wczesności. Rzędowa aplikacja fosforanu amonu zwiększała istotnie plon ziarna w porównaniu z nawożeniem rzutowym, niezależnie od warunków pogodowych i zawartości fosforu w glebie. Wzrost plonu ziarna pod wpływem nawożenia rzędowego stwierdzono we wszystkich terminach siewu. Wynosił on 3,19 dt·ha<sup>-1</sup> przy siewie kukurydzy 12 kwietnia, 2,12 dt·ha<sup>-1</sup> przy siewie 26 kwietnia i 2,65 dt·ha<sup>-1</sup> przy siewie 10 maja. Nawożenie rzędowe zwiększało liczbę kolb kukurydzy na jednostce powierzchni w stosunku do nawożenia rzutowego.

słowa kluczowe: key words:

kukurydza – maize, sposoby nawożenia – methods of fertilization, terminy siewu – terms of sowing, odmiany – varieties

WSTĘP

Pobieranie niektórych składników pokarmowych, zwłaszcza fosforu i azotu, przez kukurydzę uzależnione jest od warunków termicznych. W niskich temperaturach, które występują niemal corocznie podczas kiełkowania i wschodów kukurydzy, następuje zahamowanie wzrostu początkowego roślin i ich żółknięcie, wskutek ograniczonego pobierania składników z gleby. Jednym ze sposobów zwiększenia dostępności składników pokarmowych dla roślin jest nawożenie zlokalizowane, które zastosowane łącznie z siewem nazywamy startowym (3-6, 8, 9, 11-13, 15, 16). Według M a s c a g n i i B o q u e t (9) taki sposób nawożenia powoduje lepsze zaopatrzenie młodych roślin

w składniki pokarmowe, przyspiesza ich rozwój oraz dodatnio wpływa na plon ziarna. Nawożenie startowe pozwala na umieszczenie składników pokarmowych w głębszej, wilgotniejszej warstwie gleby, co poprawia ich pobieranie przez roślinę (6, 10). Jest to szczególnie ważne w przypadku składników pokarmowych mało ruchliwych, takich jak fosfor. Jednym z czynników decydujących o skuteczności nawożenia zlokalizowanego jest prawidłowy dobór odmian. Jak podają M a s c a g n i i B o q u e t (9) oraz T e a r e i W r i g h t (14), nie u wszystkich odmian nawożenie startowe powoduje wzrost plonu ziarna. Odmiany wysoce wrażliwe na temperaturę są bardziej skłonne do pozytywnej reakcji na startowy sposób aplikacji fosforu w temperaturach niższych od normy (12). W związku z powyższym podjęto badania mające na celu określenie reakcji odmian, wyrażonej przez plon ziarna i jego strukturę, na sposób nawożenia w różnych warunkach termicznych osiągniętych poprzez zróżnicowanie terminu siewu.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania polowe wykonano w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Swadziemiu koło Poznania w latach 2000–2003. Doświadczenia prowadzono w układzie split-plot z 3 czynnikami, w 4 powtórzeniach polowych. Czynnikiem I rzędu była odmiana kukurydzy: Janna (FAO 190), Costella (FAO 250) i Marignan (FAO 260); II rzędu – termin siewu: przyspieszony 12 kwietnia, optymalny 26 kwietnia i opóźniony 10 maja; oraz III rzędu – sposób wysiewu nawozu NP: rzutowo na całą powierzchnię przed siewem nasion i rzędowo (startowo) jednocześnie z siewem nasion.

We wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano jednakowy poziom nawożenia w wysokości: 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, 30,5 kg P·ha<sup>-1</sup> (70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>) i 107,9 kg K·ha<sup>-1</sup> (130 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>). Nawożenie bilansowano względem fosforu, który w całości w wymaganej dawce zastosowano w formie fosforanu amonu pod handlową nazwą polidap NP (18% N, 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Brakującą część azotu, nie wysianego w formie polidapu, uzupełniono przedsewnie saletrą amonową (34% N).

Do siewu wykorzystano siewnik punktowy Monosem, wyposażony w rozsiewacz nawozów do rzędowego (startowego) ich stosowania jednocześnie z siewem nasion. 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. Zakładana obsada roślin była jednakowa we wszystkich obiektach i w 2000 r. i 2001 r. wynosiła 8,4 szt·m<sup>-2</sup> (rozstawa rzędów 70 cm, odległość roślin w rzędzie 17 cm), a w latach 2002 i 2003 – 7,94 szt·m<sup>-2</sup> (rozstawa rzędów 70 cm, odległość roślin w rzędzie 18 cm). Nasiona wysiewano na głębokość 5–6 cm.

Plon ziarna przeliczono na 15% zawartość wody. Wyniki poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem jednozmiennnej analizy wariancji, a następnie wykonano syntezę dla doświadczeń wielokrotnych. Istotność różnic szacowano na poziomie  $\alpha = 0,05$ .

Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, płytko zalegającego na glinie lekkiej, należącej do kompleksu żytanego dobrego. Zasobność gleby w składniki pokarmowe i jej kwasowość przedstawiono w tabeli 1. Charakterystykę warunków pogodowych zamieszczono w pracy prezentowanej w niniejszym numerze Pamiętnika Puławskiego pt.: „Wpływ wielkości dawki fosforu, rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na plonowanie kukurydzy uprawianej na ziarno”.

Tabela 1

Warunki glebowe w Swadzimiu  
Soil conditions at Swadzim

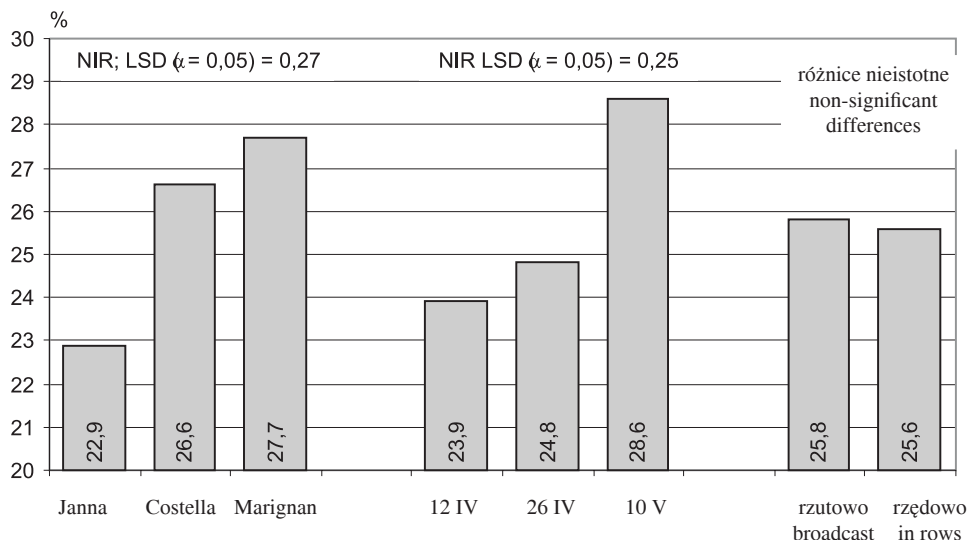
Lata Years	Zawartość w glebie (mg/100 g gleby); Content in soil (mg/100 g of soil)					pH <sub>kci</sub>
	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	
2000	0,15	0,30	7,1	9,7	4,1	6,02
2001	0,16	0,32	16,6	12,2	4,0	6,76
2002	0,12	0,28	11,8	13,8	5,5	6,97
2003	0,08	0,34	6,5	9,4	6,2	6,40

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wilgotność ziarna podczas zbioru była cechą bardzo silnie uzależnioną od przebiegu pogody w latach badań. Najsuchsze ziarno uzyskano w 2003 r. (22,7%), na skutek suszy panującej pod koniec wegetacji kukurydzy. Największą wilgotność miało ziarno w 2000 r. (27,4%) i 2001 r. (27,1%). Średnia wilgotność ziarna w 2002 r. wynosiła 25,7%.

Z badanych czynników wpływ na wilgotność ziarna wywierały odmiana i termin siewu (rys. 1) oraz ich współdziałanie (tab. 2). Zgodnie z przewidywaniami najniższą wilgotność przy zbiorze miało ziarno najwcześniejszej odmiany Janna, następnie późniejszej odmiany Costella i największą najpóźniejszej odmiany Marignan. Różnice w wilgotności ziarna pomiędzy wszystkimi odmianami były statystycznie istotne. Taką zależność stwierdzono w całym okresie badań, a lata różniły się jedynie wielkością różnic w wilgotności ziarna pomiędzy poszczególnymi odmianami.

Średnio dla 4 lat badań opóźnianie terminu siewu od 12 kwietnia do 10 maja zwiększało stopniowo zawartość wody w ziarnie podczas zbioru. Różnice pomiędzy poszczególnymi terminami siewu były stosunkowo duże i istotne. W porównaniu z optymalnym terminem siewu 26 kwietnia, przyspieszenie siewu o 2 tygodnie zmniejszyło wilgotność ziarna średnio o 0,9%, natomiast opóźnienie terminu siewu o 2 tygodnie zwiększyło wilgotność ziarna o 3,8%. Różnice w reakcji kukurydzy na termin siewu w latach wynikały z różnej siły oddziaływania tego czynnika, natomiast kierunek zmian był podobny.



Rys. 1. Wpływ badanych czynników na wilgotność ziarna (2000–2003)  
Effect of studied factors on grain moisture (2000–2003)

Tabela 2

Wpływ odmian i terminu siewu na wilgotność ziarna (2000–2003)  
Effect of varieties and sowing date on grain moisture (2000–2003)

Odmiany Varieties (I)	Wartości bezwzględne Absolute values			Wartości względne Relative values		
	terminy siewu; sowing date (II)					
	12 IV	26 IV	10 V	12 IV	26 IV	10 V
Janna	21,4	22,0	25,2	97,3	100	114,5
Costella	24,7	25,3	29,8	97,6	100	117,8
Marignan	25,5	27,0	30,7	94,4	100	113,7
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )	I/II = 0,44		II/I = 0,45	-		

Technika stosowania nawozu nie miała wpływu na wilgotność ziarna przy zbiorze zarówno w ujęciu syntetycznym, jak i w latach. Jedynie w 2000 r. rzędowy wysiew nawozu istotnie obniżał zawartość wody w ziarnie w porównaniu z wysiewem rzutowym. Zmniejszenie wilgotności ziarna pod wpływem nawożenia rzędowego uzyskali też D i b b i n. (2), M a s c a g n i i B o q u e t (9) oraz M u r p h y (10). Tłumaczą to lepszym odżywieniem roślin fosforem, który przyspiesza dojrzewanie ziarna.

Niezależnie od lat, wszystkie badane odmiany reagowały stopniowym wzrostem wilgotności ziarna podczas zbioru w miarę opóźniania terminu siewu od 12 kwietnia do 10 maja (tab. 2). Najsilniej na przyspieszenie terminu siewu o 2 tygodnie reagowała odmiana Marignan, u której zawartość wody w ziarnie spadła o 5,6% (1,5 pkt.%) w stosunku do optymalnego terminu siewu 26 kwietnia. Reakcja odmian Janna i Costella była podobna, a spadek wilgotności ziarna wynosił odpowiednio 2,7% (0,6 pkt.%) i 2,4% (0,6 pkt.%). Badane odmiany znacznie silniej reagowały na opóźnienie terminu siewu o 2 tygodnie w stosunku do terminu zalecanego 26 IV. Powodowało ono zwiększenie zawartości wody w ziarnie u odmiany Costella o 17,8% (4,5 pkt.%), u odmiany Janna o 14,5% (3,2 pkt.%) i u odmiany Marignan o 13,7% (3,7 pkt.%). Różnice w reakcji odmian na termin siewu w latach dotyczyły jedynie stopnia zmian, a nie ich kierunku.

Zmienne warunki pogodowe w latach wpływały w istotny sposób na plon ziarna kukurydzy. Największe plony ziarna (średnio 101,18 dt·ha<sup>-1</sup>) uzyskano w 2000 r., charakteryzującym się dobrymi warunkami wilgotnościowymi w początkowym okresie rozwoju oraz w okresie największego zapotrzebowania kukurydzy na wodę, czyli podczas kwitnienia i zawiązywania ziarna. Najmniejsze plony ziarna (średnio 63,53 dt·ha<sup>-1</sup>) stwierdzono w 2002 r., w którym deficyt wody występował przez cały okres wegetacji, a szczególnie w okresie kwitnienia. Plony w 2001 r. wynosiły średnio 89,77 dt·ha<sup>-1</sup>, a w 2003 r. średnio 92,59 dt·ha<sup>-1</sup>.

W ujęciu syntetycznym dla 4 lat, plon ziarna uzależniony był od odmiany i techniki wysiewu nawozu (tab. 3). Stwierdzono ponadto istotny wpływ na plon ziarna interakcji terminu siewu i sposobu nawożenia (rys. 2) oraz odmian i terminu siewu (rys. 3). Analiza wielokrotna nie wykazała wpływu terminu siewu na plon ziarna, jednakże stwierdzono istotne oddziaływanie tego czynnika w niektórych latach.

Niezależnie od przebiegu pogody, najwyżej plonowała odmiana Costella, a nieistotnie niżej – odmiana Marignan. Plon ziarna najwcześniejszej odmiany Janna był istotnie najmniejszy.

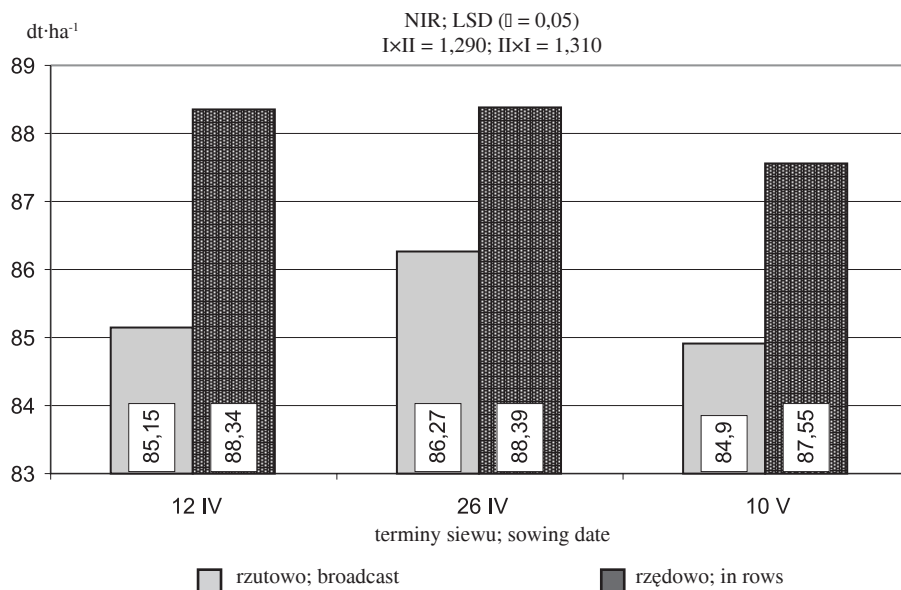
Plon ziarna kukurydzy, niezależnie od lat, był istotnie większy w obiektach z nawożeniem startowym. Taka metoda aplikacji nawozu dała wyższą plonu ziarna o 2,65 dt·ha<sup>-1</sup> w porównaniu z nawożeniem rzutowym. Stwierdzone różne działanie tego czynnika w latach było wynikiem braku istotnych różnic w plonach pomiędzy technikami nawożenia w 2002 r. Był to rok wyjątkowo suchy, w którym niedobory wody występowały przez cały okres wegetacji kukurydzy. W pozostałych latach wynik syntetyczny został w pełni potwierdzony. Większe plony ziarna pod wpływem nawożenia rzędowego uzyskali również D i b b i n. (2), E g h b a l l i B a n d e r (4), M a s c a g n i i B o q u e t (9), M u r p h y (10), R a u n i B a r r e t o (11), T e a - r e i W r i g h t (14), V i g i S i n g h (17). B a r r y i M i l l e r (1) stwierdzili, że duża koncentracja fosforu w suchej masie roślin kukurydzy przed fazą 6 liści istotnie zwiększa plon ziarna. Natomiast D u b a s i D u h r (3) wykazali, że dodatni wpływ nawożenia startowego nawozami fosforowymi lub wieloskładnikowymi na plon ziarna kukurydzy ujawnił się tylko w latach, w których w początkowym okresie wegetacji, tzn.

Tabela 3

Plon ziarna kukurydzy (dt·ha<sup>-1</sup>)  
Yield of maize grain (dt·ha<sup>-1</sup>)

Wyszczególnienie Specification		Lata; Years				Średnio Average
		2000	2001	2002	2003	
Odmiany Varieties	Janna	83,71	76,22	51,94	83,98	73,97
	Costella	108,45	96,44	75,06	99,07	94,76
	Marignan	111,38	96,66	63,57	94,70	91,58
	NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )	8,037	6,982	r.n.	0,818	5,229
Terminy siewu Sowing date	12 IV	100,20	86,06	63,05	97,67	86,74
	26 IV	101,68	90,89	64,15	92,60	87,33
	10 V	101,66	92,38	63,37	87,49	86,23
	NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )	r.n.	2,849	r.n.	1,161	r.n.
Sposób nawożenia Fertilizing method	rzutowo; broadcast	99,75	88,39	63,40	90,23	85,44
	rzędowo; in rows	102,62	91,16	63,65	94,94	88,09
	NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )	1,614	2,226	r.n.	0,897	0,941

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences



Rys. 2. Wpływ terminu siewu i sposobu nawożenia na plon ziarna (2000–2003)  
Effect of sowing date and fertilizing method on the grain yield (2000–2003)

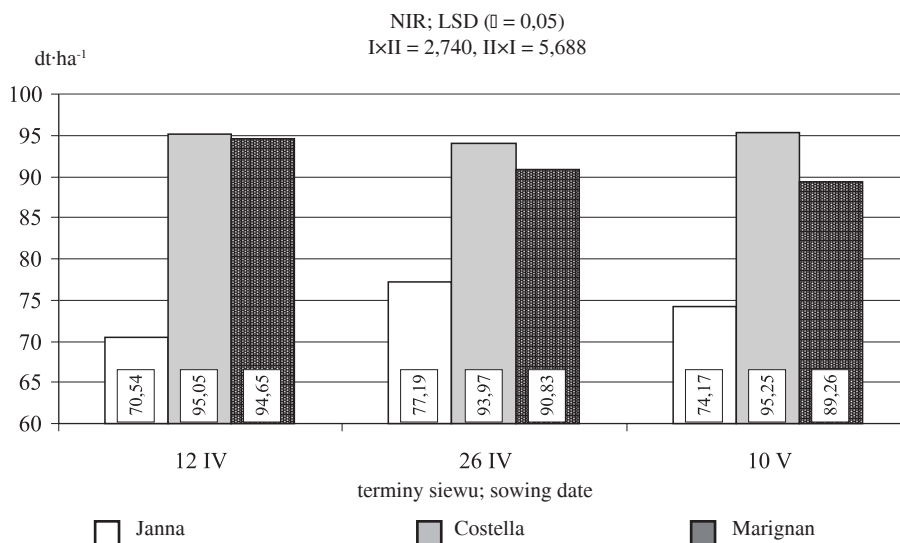
od siewu do wykształcenia przez rośliny 3–4 liści, temperatura gleby była bardzo niska (<6°C). W badaniach własnych temperatura gleby spadła poniżej 6°C jedynie w 2001 r., w drugim, trzecim, czwartym i jedenastym dniu po siewie wykonanym 12 kwietnia.

W pozostałych latach i terminach siewu warunki termiczne w początkowym okresie rozwoju były korzystne dla kukurydzy, a plony ziarna w obiektach z nawożeniem startowym istotnie większe niż z nawożeniem rzutowym.

Wymagania termiczne kukurydzy odnośnie pobierania fosforu wskazują, że efektywność różnych technik stosowania nawozu jest uzależniona od terminu siewu. W badaniach własnych startowy wysiew polidapu zwiększał plony ziarna kukurydzy w porównaniu z wysiewem rzutowym we wszystkich terminach siewu (rys. 2), a przyrost plonu ziarna wynosił  $3,19 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  przy siewie kukurydzy 12 kwietnia,  $2,12 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  przy siewie 26 kwietnia i  $2,65 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  przy siewie 10 maja. Termin siewu nie różnicował plonu ziarna przy rzędowej aplikacji nawozu, natomiast opóźnienie siewu kukurydzy o 2 tygodnie w stosunku do terminu optymalnego istotnie obniżało plon ziarna przy rzutowym wysiewie nawozu. Uzyskanie wyższej efektywności nawożenia startowego we wszystkich terminach siewu, przy braku wpływu terminu siewu na plonowanie kukurydzy, ma duże znaczenie praktyczne. Taki sposób nawożenia pozwala na rozszerzenie dopuszczalnego okresu siewów kukurydzy zarówno poprzez przyspieszenie, jak i opóźnienie wysiewu. Stwierdzony, średnio dla 4 lat, brak wpływu terminów siewu na plonowanie kukurydzy był wynikiem stopniowego obniżania się plonu ziarna w miarę opóźniania terminu od 12 kwietnia do 10 maja w 2003 r. Było to spowodowane niedoborem wody w ciągu całego okresu wegetacji w analizowanym roku, z wyjątkiem pierwszej połowy lipca. Kukurydza siana najwcześniej (12 IV) kwitła na początku lipca, natomiast siana 2 tygodnie i miesiąc później kwitła i zawiązywała ziarno w znacznie gorszych warunkach wilgotnościowych, pomimo skracania okresu rozwoju wegetatywnego.

W przypadku odmiany Janna największy plon uzyskano przy siewie w terminie optymalnym 26 IV (rys. 3). Zarówno przyspieszenie, jak i opóźnienie terminu siewu powodowało istotny spadek plonu ziarna, odpowiednio o  $6,65 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $3,02 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Najpóźniejsza odmiana Marignan plonowała najwyżej przy wczesnym terminie siewu 12 IV. W pozostałych terminach siewu plony ziarna były istotnie mniejsze, a różnica między nimi statystycznie nieistotna. Odmiana Costella nie reagowała zmianą plonu ziarna na termin siewu. Brak zróżnicowania reakcji badanych odmian na sposób wysiewu nawozu był prawdopodobnie spowodowany zbyt małą ich liczbą. M a s c a - g n i i B o q u e t (9) oraz T e a r e i W r i g h t (14) wykazali, że nie wszystkie odmiany reagują wzrostem plonu ziarna na nawożenie startowe. Występują odmiany konsekwentnie reagujące zwiększając plon ziarna na nawożenie startowe, odmiany zawsze negatywnie reagujące oraz mieszańce obojętne na sposób nawożenia. R h o a d s i W r i g h t (12) oraz wcześniej cytowani autorzy doszli do wniosku, że wpływ na to mają warunki meteorologiczne: niektóre odmiany reagują zwiększając plon ziarna na nawożenie rzędowe bez względu na przebieg pogody w latach, natomiast reakcja pozostałych odmian jest różna w latach.

Zarówno liczba kolb na jednostce powierzchni, jak i masa 1000 ziarn i liczba ziarn w kolbie uzależnione były od przebiegu warunków pogodowych w latach. Największą liczbę kolb ( $9,07 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ ) o najdorodniejszym ziarnie ( $\text{MTZ} = 307,6 \text{ g}$ ) stwierdzono



Rys. 3. Wpływ terminu siewu i odmian na plon ziarna (2000–2003)  
Effect of sowing date and varieties on the grain yield (2000–2003)

Tabela 4

Struktura plonu ziarna (2000–2003)  
Grain yield components (2000–2003)

Wyszczególnienie Specification		Liczba kolb na 1 m <sup>2</sup> No. of cobs per m <sup>2</sup>	Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains	Liczba ziarn w kolbie No. of grains in cob
Odmiany Varieties	Janna	7,7	278	444
	Costella	7,9	306	511
	Marignan	8,4	307	449
	NIR; LSD ( $\sigma = 0,05$ )	0,23	8,5	12,8
Terminy siewu Sowing date	12.04	7,8	297	471
	26.04	8,1	295	469
	10.05	8,0	298	464
	NIR; LSD ( $\sigma = 0,05$ )	0,13	r.n.	r.n.
Sposób nawożenia Fertilizing method	rzutowo; broadcast	7,9	297	467
	rzędowo; in rows	8,1	297	469
	NIR; LSD ( $\sigma = 0,05$ )	0,08	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

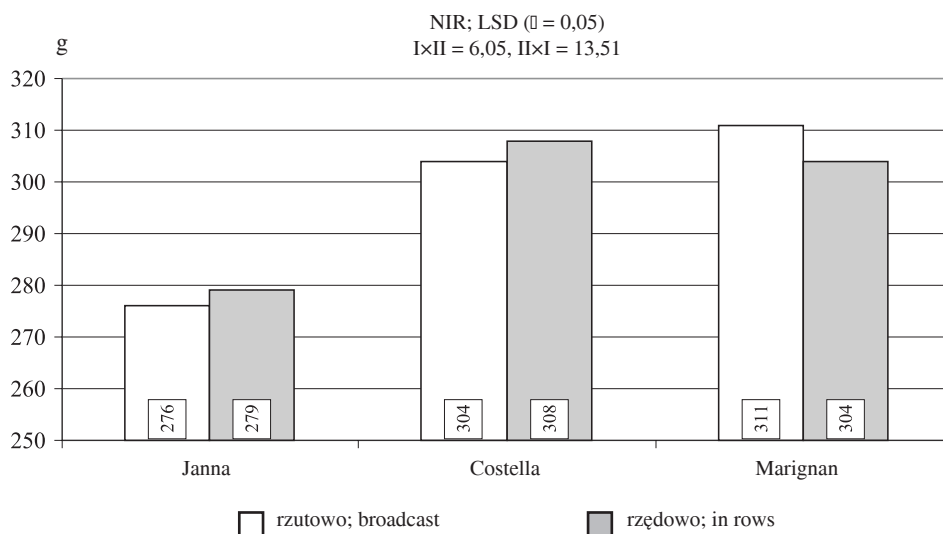
w 2000 r., w którym uzyskano największy średni plon ziarna. Najwięcej ziarn zawierały kolby w 2003 r. – 512,4 szt. Z kolei najmniejszą liczbę kolb na jednost-



ce powierzchni i liczbę ziarn w kolbie uzyskano w 2002 r., w którym średnie plony ziarna były najmniejsze. Najdrobniejsze ziarno wykształciła kukurydza w 2003 r. (MTZ = 287,0 g).

Liczba kolb produkcyjnych na jednostce powierzchni, w ujęciu syntetycznym, uzależniona była od wszystkich czynników badawczych (tab. 4). Odmiana Marignan charakteryzowała się największą liczbą kolb na 1 m<sup>2</sup>, co zostało potwierdzone w latach 2000 i 2001. Najmniej kolb na 1 m<sup>2</sup> wykształciła kukurydza najwcześniejszej odmiany Janna. Różnice w średniej dla 4 lat badań liczbie kolb na 1 m<sup>2</sup> pomiędzy odmianą Marignan a pozostałymi odmianami były statystycznie udowodnione. Wczesny wysiew kukurydzy (12 kwietnia) sprawiał, że rośliny zawiązywały najmniejszą liczbę kolb na jednostce powierzchni. W przypadku siewów 26 kwietnia i 10 maja liczba kolb na 1 m<sup>2</sup> była istotnie większa, a różnica w liczbie kolb pomiędzy tymi terminami była nieistotna. Startowe stosowanie nawozu zwiększało liczbę kolb na 1 m<sup>2</sup> w porównaniu z wysiewem rzutowym. Również w badaniach D u b a s a i D u h r a (3) korzystne działanie nawożenia startowego przejawiało się zwiększeniem liczby kolb z jednostki powierzchni.

Analiza wielokrotna wykazała, że pozostałe elementy struktury plonu ziarna, tzn. masa 1000 ziarn i liczba ziarn w kolbie, uzależnione były jedynie od czynnika genetycznego (tab. 4). Ziarno o istotnie najmniejszej MTZ wykształcała najwcześniejsza odmiana Janna. Masa 1000 ziarn odmian Costella i Marignan nie różniła się istotnie. Największą liczbę ziarn w kolbie zawiązywała odmiana Costella. Odmiany Janna i Marignan nie różniły się istotnie pod względem tej cechy. W badaniach własnych nie



Rys. 4. Wpływ odmian i sposobu nawożenia na masę 1000 ziarn (2000–2003)  
Effect of varieties and fertilizing method on the weight of 1000 grains (2000–2003)

stwierdzono wpływu sposobu nawożenia na wielkość ziarna. Natomiast K o t e r i n. (7) uzyskali większą o 14% masę 1000 ziarn w wyniku nawożenia zlokalizowanego w porównaniu z nawożeniem rzutowym. Mniejszy wzrost masy 1000 ziarn, o 3,8%, pod wpływem nawożenia rzędowego uzyskali M a s c a g n i i B o q u e t (9).

Odmiany Janna i Costella nie reagowały zmianami masy 1000 ziarn na różną technikę wysiewu nawozu (rys. 4), zaznaczyła się nawet tendencja do zwiększania masy 1000 ziarn pod wpływem nawożenia zlokalizowanego w porównaniu z nawożeniem rzutowym. Natomiast odmiana Marignan reagowała istotnym zmniejszeniem masy 1000 ziarn na rzędowe stosowanie nawozu.

### WNIOSKI

1. Niezależnie od warunków meteorologicznych i zasobności gleby w fosfor startowe stosowanie fosforanu amonowego przyczyniało się do wzrostu plonu ziarna kukurydzy w porównaniu z jego wysiewem rzutowym.

2. Nawożenie startowe kukurydzy nawozem dwuskładnikowym NP (fosforan amonu) było bardziej efektywne od nawożenia rzutowego nie tylko w optymalnym terminie siewu (26 kwietnia), lecz również w terminach przyspieszonym i opóźnionym o 2 tygodnie. Nie stwierdzono różnej reakcji odmian na sposób nawożenia.

3. Odmiany Janna, Costella i Marignan różnie reagowały na termin siewu. Najkorzystniejszym terminem siewu dla plonowania najwcześniejszej odmiany Janna był 26 kwietnia, a dla odmiany najpóźniejszej Marignan 12 kwietnia. Termin siewu nie wpływał na plonowanie średnio wczesnej odmiany Costella.

4. Nawożenie startowe prowadziło do zwiększenia liczby kolb na jednostce powierzchni.

5. Sposób stosowania fosforanu amonowego nie miał istotnego wpływu na wilgotność ziarna przy zbiorze, masę 1000 ziarn i liczbę ziarn w kolbie.

### LITERATURA

1. B a r r y D.A.J., M i l l e r M.H.: The phosphorus nutritional requirement of maize seedling for maximum yield. *Agron. J.*, 1989, 81: 95-99.
2. D i b b W.D., F i x e n E.P., M u r p h y S.L.: Balanced fertilization with particular reference to phosphates: Interaction of phosphorus with other input and management practices. Potash & Phosphate Institute, Atlanta, Georgia, 1989, 1-27.
3. D u b a s A., D u h r E.: Wpływ sposobu nawożenia fosforem na plonowanie kukurydzy. *Pam. Puł.*, 1983, 81: 131-139.
4. E g h b a l l B., B a n d e r D.H.: Phosphorus fertilizer solution distribution in the band as affected by application variables. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1987, 51: 1350-1354.
5. E l - H a m d i K.H., W o o d a r d H.J.: Response of early corn growth to fertilizer phosphorus rates and placement methods. *J. Plant Nutr.*, 1995, 18(6): 1103-1120.
6. G r z e b i s z W., G a ł a Z.: 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, Mat. Konf., 1999, 59-68.
7. Koter Z., Jeśmianowicz A., Krawczyk Z., Kukula S.: Wzrost i plonowanie dwu mieszańców kukurydzy w zależności od sposobu stosowania nawozów mineralnych. IUNG Puławy, 1978, R(132): 24-36.
  8. Lu S., Miller M.H.: Determination of the most efficient phosphorus placement for field-grown maize (*Zea mays* L.) in early growth stages. *Can. J. Soil Sci.*, 1993, 73: 349-358.
  9. Mascagni J.H., Boquet J.D.: Starter fertilizer and planting date effects on corn rotated with cotton. *Agron. J.*, 1996, 88: 975-981.
  10. Murphy L.S.: Recent developments in fluid fertilizer application techniques. Great Plants Director Potash & Phosphate Institute Manhattan, Kansas, USA. Seminar Sao Paulo, Brazil, October 25-26, 1984, 1-27.
  11. Roun R.W., Barreto J.H.: Regional maize yield response to applied phosphorus in Central America. *Agron. J.*, 1995, 87: 208-213.
  12. Rhoads F.M., Wright D.L.: Root mass as a determinant of corn hybrid response to starter fertilizer. *J. Plant Nutr.*, 1998, 21(8): 1743-1751.
  13. Sleight D.M., Sander D.H., Peterson G.A.: Effect of fertilizer phosphorus placement on the availability of phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1984, 48: 336-340.
  14. Teare I.D., Wright D.L.: Corn hybrid- Starter fertilizer interaction for yield and lodging. *Crop Sci.*, 1990, 30: 1298-1303.
  15. Tlustos P., Balík J., Pavlikova D., Vanek V.: Vyuziti duszku kukurici po lokalni aplikaci siaranu amonneho. *Rostl. Vyr.*, 1997, 43(1): 13-18.
  16. Van Dijk W., Brower G.: Nitrogen recovery and dry matter production of silage maize as affected by subsurface application of mineral nitrogen fertilizer. *Netherland J. Agric. Sci.*, 1998, 46(2): 139-155.
  17. Vig A.C., Singh N.T.: Yield and P uptake by wheat as affected by P fertilization and soil moisture regime. *Fertil. Res.*, 1983, 4: 21-29.

#### RESPONSE OF MAIZE VARIETIES TO THE METHOD OF FERTILIZATION WITH A TWO-COMPONENT NP FERTILIZER DEPENDING ON THE DATE OF SOWING

##### Summary

Field experiment was carried out in 2000–2003, at the Agricultural Experimental Station in Swadzim near Poznań. The aim was to determine the effect of fertilization method of maize with ammonium phosphate on grain yield, its components and moisture of grain. Two methods of fertilization were applied: broadcasting before sowing and band (starter) fertilization simultaneously with sowing of grains. The effectiveness of fertilization methods was examined at three sowing dates and using three maize varieties differing in earliness.

The row application of ammonium phosphate increased significantly the yield of grain in comparison to broadcasting fertilization, independently of weather conditions and content of phosphorus in soil. The increase of the grain yield under row fertilization was found on all sowing dates. The difference in grain yield of maize between the fertilization methods amounted to 3.19 dt ha<sup>-1</sup> for 12 April sowing date, 2.12 dt ha<sup>-1</sup> for 26 April sowing date and 2.65 dt ha<sup>-1</sup> for 10 May sowing date, in favour of starter fertilization. Row fertilization increased number of cobs per unit area in relation to broadcast fertilization.