

# WPLYW RZĘDOWEJ APLIKACJI NAWOZU NP NA KRZEWIENIE ROŚLIN KUKURYDZY (*Zea mays* L.)

Streszczenie

Celem pracy była ocena krzewienia roślin kukurydzy w zależności od sposobu i głębokości aplikacji nawozu NP, rodzaju nawozu azotowego oraz terminu aplikacji dodatkowej dawki azotu. Wykazano, że przebieg warunków pogodowych w sezonach wegetacyjnych w istotny sposób determinował krzewienie kukurydzy. W latach charakteryzujących się sumą opadów atmosferycznych powyżej 500 mm, nawożenie rzędowe (niezależnie od głębokości) powodowało zwiększenie krzewienia kukurydzy w porównaniu do tradycyjnej, rzutowej aplikacji nawozu. W roku „suchym” sposób aplikacji nawozu nie różnicował krzewienia kukurydzy.

**Słowa kluczowe:** kukurydza, głębokość nawożenia, krzewienie

## Wstęp

W uprawie kukurydzy, zwłaszcza na ziarno, znaczenie fosforu jako składnika pokarmowego jest szczególnie duże, ponieważ wywiera on bezpośredni wpływ nie tylko na dojrzewanie ziarna, ale i na stopień jego wykształcenia [2, 3]. W warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w fosfor roczne wahania w wielkości uzyskiwanych plonów, występujące pod wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych, są mniejsze [5, 6], organy generatywne roślin wykształcają się prawidłowo, a także następuje zwiększenie sztywności łodyg i źdźbeł, co przeciwdziała wyleganiu [8]. W ostatnich latach na plantacjach kukurydzy można zaobserwować dużą liczbę roślin rozkrzewionych. Z najniższej położonych węzłów podziemnych wyrastają pędy boczne, zwane potocznie pasierbami. Krzewienie kukurydzy jest zjawiskiem niekorzystnym, gdyż osłabia pęd główny (łodygę) i może powodować nierównomierne dojrzewanie zawiązanych kolb. Jest kilka powodów tworzenia pędów bocznych przez kukurydzę. Najczęściej jest ono efektem zniszczenia stożka wzrostu rośliny [4] na skutek działania przymrozków, żerowania szkodników (np. ploniarki zbożówki) lub uszkodzeń mechanicznych, do których doszło podczas zabiegów agrotechnicznych. Jest to również tendencja odmianowa. Niektóre odmiany są bardziej podatne na proces krzewienia, a inne są odporne. Hipoteza badań polowych opisanych w pracy zakładała, że czynniki agrotechniczne mogą w istotny sposób kształtować liczbę źdźbeł bocznych wytworzonych przez pojedynczą roślinę. Celem pracy było określenie wpływu głębokości aplikacji nawozu NP, rodzaju nawozu azotowego oraz terminu aplikacji dodatkowej dawki azotu na wytwarzanie przez kukurydzę pędów bocznych, tzw. pasierbów.

## Metodyka badań

Doświadczenie polowe wykonano w latach 2015-2018 w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Uprawy Roli i Roślin Gorzyń. Prowadzono je przez 4 lata w tym samym schemacie w układzie split-split-plot z trzema czynnikami w 4 powtórzeniach polowych (rys. 1). Badano następujące zmienne:

A - czynnik 1. rzędu - głębokość wysiewu nawozu NP [A1 - 0 cm (nawożenie rzutowe), A2 - 5 cm (rzędowe), A3

- 10 cm (rzędowe), A4 - 15 cm (rzędowe)];  
B - czynnik 2. rzędu - rodzaj uzupełniającego nawozu azotowego [B1 - saletra amonowa, B2 - mocznik];  
C - czynnik 3. rzędu - termin wysiewu uzupełniającej dawki azotu [C1 - przed siewem, C2 - pogłównie w fazie BBCH 15/16].



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Suma opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych kukurydzy

Fig. 1. Total precipitation during the growing seasons of maize

Na wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano jednakowy poziom nawożenia w ilości 100 kg N/ha, 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 130 kg K<sub>2</sub>O/ha. Nawożenie bilansowano względem fosforu, który w całości w wymaganej dawce zastosowano w formie fosforanu amonu (18% N, 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), zgodnie ze schematem doświadczenia w ramach czynnika 1. rzędu. Nawożenie N i K wykonano przed siewem kukurydzy w formie mocznika (46% N) oraz soli potasowej (60%). Głębokość aplikacji nawozu NP została wykonana zgodnie z poziomami czynnika 1. rzędu. Do oceny krzewienia kukurydzy brano pod uwagę 20 kolejnych roślin w dwóch rzędach każdego poletka. Ocenie podlegała liczba łodyg przypadająca na jedną roślinę. Krzewienie roślin kukurydzy obliczono za pomocą następującego wzoru:

$$\text{Krzewienie} = (a + b)/40,$$

gdzie:

- a - liczba łodyg na 20 roślinach w I rzędzie poletka,  
b - liczba łodyg na 20 roślinach w II rzędzie poletka.

Sezony wegetacyjne, w których prowadzono badania polowe były bardzo zróżnicowane ze względu na sumę opadów atmosferycznych (rys. 1). Największą ich sumę dla sezonu wegetacyjnego kukurydzy odnotowano w 2017 roku (553,0 mm), natomiast najmniejszą sumę opadów atmosferycznych odnotowano w pierwszym i ostatnim roku badań: odpowiednio 279,3 mm oraz 230,3 mm. Warunki termiczne w latach badań były zbliżone do siebie i wynosiły odpowiednio od 14,2°C w 2017 roku do 16,6°C w 2018 roku.

## Wyniki badań i dyskusja

Rozkrzewienie roślin kukurydzy w badaniach własnych w ujęciu syntetycznym w istotny sposób uzależnione było od głębokości wysiewu nawozu NP (tab. 1). Istotnie większą liczbę łodyg wykształciła kukurydza nawożona rzędowo (niezależnie od głębokości aplikacji składnika) (rys. 2, rys. 3),



Rys. 2. Kukurydza nawożona rzędowo w 2016 roku  
Fig. 2. Maize fertilized in row in 2016



Rys. 3. Kukurydza nawożona rzędowo (głębokość - 10 cm) w 2016 roku, widoczne rozkrzewienie roślin. Plantacja bardziej zwarta  
Fig. 3. Maize fertilized in rows (depth - 10 cm) in 2016, visible flowering of plants. A more compact plantation

w porównaniu do wysiewu rzutowego (rys. 4, rys. 5). Należy stwierdzić, że w najbardziej „suchym” roku badań (2018) kukurydza zatraciła zdolność do rozkrzewiania.



Rys. 4. Kukurydza nawożona rzutowo w 2016 roku  
Fig. 4. Maize fertilized in a flash in 2016



Rys. 5. Kukurydza nawożona rzutowo w 2016 roku, widoczny brak rozkrzewienia roślin  
Fig. 5. Maize fertilized in a flash in 2016 with a visible lack of planting

Tworzenie pędów bocznych, tzw. krzewienie, jest naturalnym procesem bioregulacyjnym w rozwoju wszystkich gatunków zbóż, w tym także kukurydzy. Aktualny model rośliny kukurydzy zakłada tworzenie roślin jedнопędowych (łodyga), gwarantujących równomierny rozwój i dojrzewanie oraz wysoki plon. Niekiedy obserwuje się krzewienie kukurydzy, które jest naturalną fizjologiczną reakcją na zmienne warunki siedliskowe w początkowych fazach rozwoju kukurydzy [4]. Często krzewienie pojawia się pod wpływem

Tab. 1. Rozkrzewienie roślin kukurydzy [szt. łodyg/roślinę] oraz plon ziarna  
Table 1. Spreading maize plants [pcs.stems / plant ] and grain yield

Czynnik doświadczenia Poziomy czynnika		Lata				Średnio	Plon ziarna [t·ha <sup>-1</sup> ]
		2015*	2016	2017	2018		
Głębokość wysiewu nawozu NP	0 cm (rzutowo)	-	1,22	2,10	1,04	1,45	8,61
	5 cm	-	1,97	2,31	1,07	1,78	9,57
	10 cm	-	2,05	2,31	1,06	1,81	9,45
	15 cm	-	2,06	2,07	1,07	1,72	9,20
NIR <sub>0,05</sub>		-	<b>0,514</b>	<b>0,202</b>	r.n.	<b>0,198</b>	<b>0,53</b>
Rodzaj nawozu azotowego	saletra amonowa	-	1,85	2,17	1,06	1,69	9,15
	mocznik	-	1,79	2,22	1,06	1,69	9,27
NIR <sub>0,05</sub>		-	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Termin uzupełnienia dawki azotu	przed siewem	-	1,81	2,18	1,07	1,69	9,31
	5-6 liści	-	1,83	2,21	1,05	1,70	9,11
NIR <sub>0,05</sub>		-	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	<b>0,113</b>
Średnia		-	1,82	2,20	1,06	1,69	9,21

r.n. - różnica nieistotna; \* - obserwacji nie wykonano

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

bardzo dobrych warunków rozwojowych, w trakcie których uaktywniają się śpiące zawiązki pędów bocznych, z własnymi korzeniami, kolbą i wiechą. Do warunków, które mogą stymulować krzewienie kukurydzy zalicza się niezbilansowane nawożenie, przenawożenie, reakcję na chłody i przymrozki, zbyt rzadki siew oraz uszkodzenia przez herbicydy i szkodniki. Do nadmiernego krzewienia dochodzi wówczas, kiedy nałoży się kilka wymienionych czynników. W uprawie kukurydzy na ziarno nie obserwuje się negatywnego wpływu krzewienia na plon i równomierność dojrzewania, jeśli pędy boczne (pasierby) nie wytworzą kolb. Dowodem na to są wyniki uzyskane w badaniach własnych. Wynika z nich jednoznacznie, że lepsze odżywienie roślin w efekcie nawożenia rzędowego (startowego) sprzyjało krzewieniu kukurydzy, lecz nie miało to negatywnego wpływu na plonowanie (tab. 1). Nawet odwrotnie - rozkrzewione rośliny nawożone rzędowo plonowały istotnie wyżej niż kukurydza przy nawożeniu tradycyjnym, tzw. rzutowym (1,45 szt. - 8,61 t·ha<sup>-1</sup>; 1,81 szt. - 9,45 t·ha<sup>-1</sup>). Należy też stwierdzić, że krzewienie roślin kukurydzy wywołane rzędową aplikacją nawozu odnotowano wyłącznie w latach 2016 i 2017, w których suma opadów atmosferycznych przekraczała 500 mm dla sezonu wegetacyjnego. Michalski [4] w swoich badaniach przedstawił, że kukurydza nawożona w sposób startowy (rzędowy) tworzy więcej rozkrzewień, co w efekcie prowadzi do uzyskania większego plonu ziarna w porównaniu do rzutowego wysiewu nawozu. Autor stwierdził, że dzięki rzędowej aplikacji nawozu można zwiększyć plon ziarna kukurydzy nawet o ok. 1 t·ha<sup>-1</sup>.

#### Podsumowanie

Rzędowa aplikacja nawozu dwuskładnikowego NP w istotny sposób zwiększała krzewienie roślin kukurydzy tylko w latach wilgotnych, gdy suma opadów atmosferycznych

wynosiła powyżej 500 mm w sezonie. Rodzaj nawozu azotowego oraz termin stosowania azotu nie miały wpływu na omawianą cechę, natomiast lepsze odżywienie roślin w efekcie nawożenia rzędowego sprzyjało wprawdzie krzewieniu kukurydzy, lecz nie miało negatywnego wpływu na wielkość plonu ziarna.

#### Bibliografia

- [1] COBORU. Metodyka badań wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Słupia Wielka, 2009: 5-33.
- [2] Jagła M., Szulc P., Ambroży-Deręgowska K., Mejza I., Kobus-Cisowska J.: Yielding of two types of maize cultivars in relation to selected agrotechnical factors. *Plant Soil Environm.*, 2019, 65(8): 416-423.
- [3] Kruczek A., Szulc P.: Effect of fertilization method on the uptake and accumulation of mineral components in the initial period of maize development. *International Agrophysics*, 2006, 20 (1): 11-22.
- [4] Michalski T.: Co z tym krzewieniem? *Nowoczesna uprawa*, 2017, 3: 46-47.
- [5] Nash D.M., Halliwell D.J.: Fertilisers and phosphorus loss from productive grazing systems. *Aust. J. Soil Res.*, 1999, 37: 403-429.
- [6] Szulc P., Bocianowski J.: Hierarchy of mineral uptake in the creation of generative yield. *Fres. Envi. Bulletin*, 2011, 20(8a): 2135-2140.
- [7] Szulc P., Wilczewska W., Ambroży-Deręgowska K., Mejza I., Szymanowska D., Kobus-Cisowska J.: Influence of the depth of nitrogen-phosphorus fertiliser placement in soil on maize yielding. *Plant Soil Environm.*, 2020 - w druku.
- [8] Teare I.D., Wright D.L.: Corn hybrid - Starter fertilizer interaction for yield and lodging. *Crop Science*, 1990, vol. 30: 1298-1303.

## INFLUENCE OF THE ROW NP FERTILIZER APPLICATION FOR THE TILLERING OF MAIZE PLANTS

### Summary

*The aim of the study was to evaluate the propagation of corn plants depending on the method and the depth of NP fertilizer application, type of nitrogen fertilizer and the date of application of an additional nitrogen dose. It was shown that the course of weather conditions in the growing seasons significantly determined the propagation of maize. In the years characterized by the sum of atmospheric precipitation more than 500 mm, row fertilization (irrespective of depth) significantly increased tillering, compared to traditional, fertilizer application. In the dry year, the fertilizer application method did not differentiate maize propagation.*

**Keywords:** maize, fertilization depth, tillering



Podręcznik pt. **MASZYNY ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu "Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych" wykładanego na ww. Uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału - informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

#### Wydawca:

Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej  
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych  
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31  
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;  
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>