

WPŁYW GŁĘBOKOŚCI APLIKACJI NAWOZU NP NA ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN KUKURYDZY

Streszczenie

Celem pracy była ocena porażenia chorobami roślin kukurydzy w zależności od 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 wielkość porażenia kukurydzy przez grzyby z rodzaju *Fusarium* ssp. oraz głównie guzowatą kukurydzy. Największe porażenie roślin kukurydzy grzybami z rodzaju *Fusarium* ssp. (21,14%) wystąpiło w 2015 roku, gdy zastosowano wysiew rzutowy nawozu NP. W tym samym roku zaobserwowano, że przy aplikacji rzędowej nawozu NP średni stopień porażenia roślin tym patogenem zmniejszył się. Istotną różnicę stwierdzono, gdy zaaplikowano nawóz azotowo-fosforowy rzędowo na głębokości 10 cm. Z kolei największe porażenie roślin kukurydzy przez głównie guzowatą kukurydzy odnotowano w 2018 roku, co było konsekwencją niekorzystnych warunków termicznych i wilgotnościowych w sezonie wegetacyjnym.

Słowa kluczowe: kukurydza, głębokość nawożenia, zdrowotność roślin

Wstęp

Fosfor jest składnikiem pokarmowym odgrywającym podstawową rolę w początkowych fazach rozwojowych roślin kukurydzy, wykształcenia ziarna i jego dojrzewania [3, 4, 6]. Stymuluje on rozwój systemu korzeniowego, pośrednio zwiększając odporność roślin na okresowe niedobory wilgoci w glebie. Liczne doniesienia literaturowe wskazują na duży wpływ temperatury gleby na pobieranie fosforu przez kukurydź. Przy temperaturach poniżej 12°C pobieranie tego składnika jest ograniczone [4]. W roślinach występują wówczas wyraźne objawy jego niedoboru widoczne jako czerwone przebarwienia wzdłuż brzegów blaszek liściowych. Zmiany te powodują zahamowanie wzrostu i rozwoju liści, a w efekcie ich zamieranie. Dodatkowym czynnikiem przyspieszającym opisane zmiany jest niedobór wody [1]. Objawy te występują szczególnie w latach o chłodnej wiosnie, nawet przy dostatecznej zawartości fosforu w glebie. Zbyt słabo rozwinięty system korzeniowy uniemożliwia pobieranie fosforu w wystarczających dla roślin ilościach. Ze względu na fakt, że wirulencja patogena w dużym stopniu zależy od stanu odżywienia atakowanej rośliny [2] podjęto badania polowe, których celem była ocena wpływu głębokości aplikacji nawozu dwuskładnikowego NP, rodzaju nawozu azotowego oraz terminu stosowania azotu na zdrowotność roślin kukurydzy.

Metodyka badań

Doświadczenie polowe wykonano w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Uprawy Roli i Roślin Gorzyń w latach 2015-2018. 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 (rys. 2) [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].

Na wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano jednakowy poziom nawożenia w wysokości 100 kg N/ha, 70 kg P₂O₅/ha i 130 kg K₂O/ha. Nawożenie bilansowano względem fosforu, który w całości w wymaganej dawce zastosowano w formie fosforanu amonu (18% N, 46% P₂O₅), 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. Siew kukurydzy wykonano siewnikiem punktowym, z nabudowanym aplikatorem nawozów granulowanych firmy Monosem. Przed zbiorem kukurydzy określono występowanie chorób fuzaryjnych (*Fusarium* ssp.) i główki guzowatej kukurydzy (*Ustilago maydis* Corda) jako liczbę roślin, które zostały porażone przez danego patogena. Wyniki uzyskane w procentach przeliczono na stopnie kątowe Bliss'a.



Źródło: fot. P. Szulc / Source: photo P. Szulc

Rys. 1. Doświadczenie polowe, zdjęcie wykonane dronem w 2016 roku

Fig. 1. Field experiment, photo taken by drone in 2016



Źródło: fot. P. Szulc / Source: photo P. Szulc

Rys. 2. Ustawienie głębokości wysiewu nawozu NP
Fig. 2. Adjusting the depth of spreading NP fertilizer

Wpływ czynnika termicznego i wilgotnościowego w sposób kompleksowy najlepiej opisuje współczynnik hydrotermiczny zabezpieczenia w wodę [K] według Sielianinowa [5]. Wartość tego współczynnika dla poszczególnych miesięcy w sezonach wegetacyjnych kukurydzy zamieszczono w tab. 1.

Interpretacja współczynnika hydrotermicznego wg Sielianinowa:

$K > 1,5$ - wilgotność dla większości roślin nadmierna,
 $1 < K < 1,5$ - wilgotność dla większości roślin dostateczna,
 $0,5 < K < 1,0$ - wilgotność dla większości roślin niedostateczna,
 $K < 0,5$ - susza.

Tab. 1. Warunki pogodowe w latach badań
Table 1. Weather conditions during the years of the study

Lata	Temperatura [°C]							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Średnia / Suma
2015	9,3	13,9	16,9	20,1	23,4	15,2	8,2	15,2
2016	9,6	16,3	19,9	20,3	19	17,3	8,4	15,8
2017	7,3	13,7	17,4	18,0	18,9	13,3	10,6	14,2
2018	12,9	16,9	18,5	20,2	21,3	15,8	10,9	16,6
Lata	Opady [mm]							
2015	17,6	27,2	66,6	85,4	35,4	28,1	19	279,3
2016	47,3	47,3	123,8	132,8	50,3	4,6	105	511,1
2017	40,6	56,8	68,2	168,0	82,0	45,6	91,8	553,0
2018	36,2	17,4	25,6	70,5	11,6	44,2	24,8	230,3
Lata	Wartość współczynnika hydrotermicznego zabezpieczenia w wodę							
2015	0,63	0,63	1,31	1,37	0,48	0,61	0,74	0,82
2016	1,64	0,93	2,07	2,11	0,85	0,08	4,03	1,67
2017	1,85	1,33	1,30	3,01	1,39	1,14	2,79	1,82
2018	0,93	0,33	0,46	1,12	0,17	0,93	0,73	0,67

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Wyniki badań i dyskusja

W wyniku przeprowadzonych czteroletnich badań polowych stwierdzono, że niezależnie od sposobu głębokości aplikacji nawozu NP, rodzaju nawozu azotowego oraz terminu aplikacji azotu, istotnie największe porażenie roślin przez badane choroby wystąpiły następująco: w 2018 roku - głównie guzowata kukurydzy, a w latach 2015 i 2018 - choroby fuzaryjne (tab. 2 i 3). Przebieg warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym, obok profilu genetycznego mieszańca kukurydzy, jest czynnikiem decydującym o podatności, względnie odporności na danego patogena [8, 9]. Sezony wegetacyjne, w których prowadzono badania polowe były bardzo zróżnicowane pod względem sumy opadów atmosferycznych oraz średniej temperatury powietrza mierzonej na wysokości 2 m od powierzchni gruntu (tab. 1). Warunki termiczne podczas wegetacji kukurydzy w latach prowadzenia badań były zbliżone do siebie i wynosiły średnio: 15,2°C w 2015 roku; 15,6°C w 2016 roku; 14,2°C w 2017 roku oraz 16,6°C w 2018 roku. Zdecydowanie większe różnice pomiędzy latami badań wystąpiły w sumie opadów atmosferycznych. Największą ich sumę odnotowano w 2017 roku (553,0 mm), natomiast najmniejszą w pierwszym i ostatnim roku badań odpowiednio 279,3 mm oraz 230,3 mm. Wyliczone współczynniki hydrotermiczne zabezpieczenia w wodę według Sielianinowa uwzględniające w sposób kompleksowy zarówno temperatury powietrza, jak i opady atmosferyczne pozwoliły na stwierdzenie, że warunki pogodowe dla wzrostu i rozwoju kukurydzy w dwóch latach badań były korzystne (2016 r., 2017 r.), natomiast w latach 2015 i 2018 - niekorzystne ze względu na okresowe niedobory wilgoci w glebie (tab. 1). Przeprowadzone w doświadczeniu zabiegi agrotechniczne miały na celu ograniczenie porażenia roślin kukurydzy przez obie choroby. Nie stwierdzono jednak istotnego wpływu zastosowanych czynników doświadczenia i ich interakcji na stopień porażenia roślin w latach 2015-2018 z jednym wyjątkiem, a mianowicie uzyskano istotną interakcję ($\alpha = 0,05$) między głębokością aplikacji nawozu NP i latami w przypadku chorób fuzaryjnych (tab. 4). Stwierdzono, że największe porażenie roślin kukurydzy przez tego patogena (21,14%) wystąpiło w 2015 roku, gdy zastosowano wysiew rzutowy nawozu NP. W tym samym roku aplikacja rzędowa nawozu NP nieistotnie zmniejszyła średni stopień porażenia roślin. Istotną różnicę stwierdzono, gdy wysiano nawóz

rzędowo na głębokości 10 cm (tab. 4). Najmniejsze porażenie roślin zanotowano w 2017 roku, gdy zastosowano wysiew rzędowy na głębokości 15 cm (0,94%). Nie stwierdzono jednak w tym wypadku istotnej różnicy między średnim stopniem porażenia roślin a średnimi dla innych sposobów wysiewu nawozu w latach 2016 i 2017. Wystąpiła natomiast istotna różnica w porównaniu z latami 2015 i 2018. We wcześniejszej pracy Autora [7] badano wpływ sposobu aplikacji magnezu na zdrowotność roślin kukurydzy. Stwierdzono, że zastosowanie 25 kg MgO/ha zarówno rzędowo, jak i rzutowo w istotny sposób zmniejszyło odsetek roślin porażonych chorobami fuzaryjnymi w porównaniu do obiektu kontrolnego. W tych badaniach nie odnotowano istotnej różnicy pomiędzy aplikacją rzutową i rzędową magnezu pod kątem zdrowotności roślin kukurydzy.

Tab. 2. Porażenie roślin (%) przez choroby i wyniki analizy wariancji

Table 2. Plant infection (%) by diseases and ANOVA results

Źródła zmienności	Stopnie swobody	Średnie kwadraty	
		Głównia guzowata kukurydzy	Choroby fuzaryjne
Bloki	3	0,01841	0,01563
Lata	3	2,04217**	0,85531**
Błąd 1	9	0,03552	0,03552
A	3	0,01776	0,01395
Lata×A	9	0,00826	0,03217*
Błąd 2	36	0,00791	0,01306
B	1	0,00078	0,00893
Lata×B	3	0,00390	0,00697
A×B	3	0,00291	0,00641
Lata×A×B	9	0,00734	0,00581
Błąd 3	48	0,01022	0,00693
C	1	0,01071	0,00001
Lata×C	3	0,00134	0,01023
A×C	3	0,00191	0,00557
B×C	1	0,00270	0,00178
Lata×A×C	9	0,00183	0,00433
Lata×B×C	3	0,00471	0,00339
A×B×C	3	0,00274	0,00684
Lata×A×B×C	9	0,00359	0,00640
Błąd 4	96	0,00298	0,00626

** - różnice istotne dla $p < 0,01$, * - różnice istotne dla $p < 0,05$

** - significant at p -value $< 0,01$, * - significant at p -value $< 0,05$

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Tab. 3. Średnie wartości porażenia roślin przez choroby dla lat

Table 3. Mean values of plant infection by diseases for years

Lata badań	Głównia guzowata kukurydzy		Choroby fuzaryjne	
	[%]	°Bliss	[%]	°Bliss
2015	0,15	0,0153 ^b	13,92	0,3600 ^a
2016	0,44	0,0364 ^b	3,65	0,1720 ^{bc}
2017	1,00	0,0767 ^b	1,24	0,0851 ^c
2018	16,19	0,3964 ^a	5,62	0,2340 ^{ab}

Wartości w kolumnach oznaczone co najmniej jedną taką samą literą nie różnią się istotnie.

Values in columns marked with at least the same letter do not differ significantly.

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Podsumowanie

Warunki termiczne i wilgotnościowe w latach badań w istotny sposób determinowały wielkość porażenia roślin kukurydzy przez grzyby z rodzaju *Fusarium* ssp. oraz głównię guzowatą kukurydzy. Największe porażenie roślin kukurydzy

przez grzyby z rodzaju *Fusarium* ssp. odnotowano w 2015 roku, gdy zastosowano rzutowy wysiew nawozu azotowo-fosforowego. W tym samym roku zaobserwowano, że przy aplikacji rzędowej nawozu NP średni stopień porażenia roślin kukurydzy tym patogenem zmniejszył się. Natomiast istotną różnicę stwierdzono, gdy zaaplikowano nawóz azotowo-fosforowy rzędowo na głębokości 10 cm.

Tab. 4. Średnie wartości porażenia roślin przez choroby dla kombinacji LataA

Table 4. Mean values of plant infection by diseases for combination LataA

Lata	Poziomy czynnik A	Głównia guzowata kukurydzy		Choroby fuzaryjne	
		[%]	°Bliss	[%]	°Bliss
2015	A1	0,22	0,0199 ^a	21,14	0,4613 ^a
	A2	0,11	0,0118 ^a	11,26	0,3209 ^{abc}
	A3	0,17	0,0177 ^a	8,91	0,2807 ^{bcd}
	A4	0,12	0,0120 ^a	14,37	0,3771 ^{ab}
2016	A1	0,11	0,0117 ^a	2,37	0,1403 ^{defg}
	A2	0,46	0,0408 ^a	4,57	0,1928 ^{cdefg}
	A3	0,61	0,0468 ^a	4,46	0,1879 ^{cdefg}
	A4	0,60	0,0464 ^a	3,20	0,1671 ^{defg}
2017	A1	0,92	0,0670 ^a	1,28	0,0864 ^{fg}
	A2	1,24	0,0830 ^a	1,39	0,0946 ^{fg}
	A3	0,98	0,0803 ^a	1,34	0,0920 ^{fg}
	A4	0,88	0,0767 ^a	0,94	0,0674 ^g
2018	A1	11,92	0,3390 ^a	5,96	0,2403 ^{bcd}
	A2	15,00	0,3760 ^a	5,86	0,2389 ^{bcd}
	A3	19,89	0,4454 ^a	5,18	0,2238 ^{cdef}
	A4	17,97	0,4253 ^a	5,46	0,2328 ^{bcd}

Wartości w kolumnach oznaczone co najmniej jedną taką samą literą nie różnią się istotnie.

Values in columns marked with at least the same letter do not differ significantly.

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Bibliografia

- [1] Bereś P., Szulc P., Idziak R., Sobiech Ł., Siekaniec Ł., Kolan K., Wachowski A.: Kukurydza: Identyfikacja agrofagów oraz nie-doborów pokarmowych. Praca zbior. pod red. Pawła K. Beresia, Agro Wydawnictwo 2017. ISBN: 978-83-946130-5-1.
- [2] Grzebisz W., Barłóg P., Waszak M., Łukowiak R.: Homeostaza żywieniowa a odporność roślin uprawnych na stresy biotyczne. Fragmenta Agronomica, 2007, 3(95): 136-143.
- [3] Kruczek A., Sulewska H.: Effect of method of application of nitrogen fertilizers and multiple fertilizer on accumulation of mineral components in initial period of maize growth. Acta Agrophysica, 2005, 6(3): 677-688.
- [4] 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.
- [5] Molga M.: Meteorologia rolnicza. PWRiL, Warszawa, 1986: 470-475.
- [6] Plénet D., Etchebest S., Mollier A., Pellerin S.: Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency: I: leaf growth. Plant and Soil, 2000, 223: 117-130.
- [7] Szulc P., Waligóra H., Skrzypczak W.: Występowanie chorób i szkodników na kukurydzy w zależności od nawożenia magnezem. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin, 2007, 47(1): 146-149.
- [8] Szulc P., Waligóra H., Skrzypczak W.: Susceptibility of two maize cultivars to diseases and pests depending on nitrogen

fertilization and on the method of magnesium application.
Nauka Przyroda Technologie, 2008, 2/2 # 11.
[9] Szulc P., Bocianowski J., Kruczek A., Waśkiewicz A.,

Beszterda M., Goliński P.: Profile of *Fusarium* mycotoxins in various maize (*Zea mays* L.) hybrids. Polish Journal of Environmental Studies, 2015, 24(2): 707-715.

INFLUENCE OF FERTILIZER DEPTH ON THE MAIZE PLANT HEALTH

Summary

The aim of the study was to assess infection of maize plant diseases depending on the depth of NP fertilizer application, type of nitrogen fertilizer and the date of application of an additional nitrogen dose. There has been shown that the course of weather conditions in the growing seasons significantly determined the extent of maize infestation by fungi of the genus *Fusarium* ssp. and the tuberous blade of maize. It was found that the largest infestation of maize plants with fungi of the genus *Fusarium* ssp. occurred in 2015, when the spreading of NP fertilizer was applied (21.14%). In the same year, row application of NP fertilizer reduced the average degree of plant infection with this pathogen. A significant difference was found when nitrogen-phosphorus fertilizer was applied in a row at a depth of 10 cm.

Keywords: maize, fertilization depth, plant health

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Międzynarodowe Targi Rolnicze
polagra
PREMIERY
TECHNIKA • UPRAWA • HODOWLA

ZAPRASZAMY NA MIĘDZYNARODOWE TARGI POLAGRA- PREMIERY 2020



Międzynarodowe Targi Poznańskie



w dniach 17-19 stycznia 2020 r.
odwiedź nas w pawilonie 6 na stoisku 32
Sieci Badawczej Łukasiewicz -
Przemysłowego Instytutu Maszyn
Rolniczych