

Dział: Rolnictwo

ISSN

http://www.npt.up-poznan.net/tom1/zeszyt1/art_1.pdf

Copyright ©Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

PIOTR SZULC¹, MAGDALENA RYBUS-ZAJĄC², HUBERT WALIGÓRA¹,
WITOLD SKRZYPCZAK¹

¹Katedra Uprawy Roli i Roślin

²Katedra Fizjologii Roślin

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

WPLYW *FUSARIUM CULMORUM* NA ROZWÓJ SYSTEMU KORZENIOWEGO KUKURYDZY W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI AZOTU I SPOSOBU NAWOŻENIA

Streszczenie. Wazonowe doświadczenie przeprowadzono w latach 2004-2005 w Katedrze Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu. Badano w nim cztery dawki azotu (0,6, 1,2, 1,8 i 2,4 g-wazon⁻¹), dwa sposoby aplikacji nawozu (rzutowy na powierzchnię gleby i zlokalizowany – punktowy pod korzeń) oraz dwa rodzaje nasion (nieinokulowane i inokulowane *F. culmorum*). Określano wpływ nawożenia azotem, sposobu jego stosowania oraz inokulacji grzybem *F. culmorum* na rozwój systemu korzeniowego kukurydzy w fazie 3-4 oraz 4-5 liści. Korzystniejszą metodą aplikacji okazał się sposób punktowy. Inokulacja nasion grzybem była przyczyną zmniejszenia średnicy, długości i powierzchni korzeni roślin w obu fazach rozwojowych. Lepsze odżywienie kukurydzy azotem w nawożeniu punktowym roślin inokulowanych wpłynęło na zmniejszenie długości korzeni oraz ich powierzchni.

Słowa kluczowe: kukurydza, azot, nawożenie startowe i rzutowe, inokulacja

Wstęp

Duże znaczenie w uprawie kukurydzy mają choroby powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* ssp. Objawy porażenia występują w różnych fazach rozwojowych (LISOWICZ i TEKIELA 2003). Dla kukurydzy najbardziej krytyczną fazą jest okres od kiełkowania aż do wytworzenia pierwszych liści. Jak podają CZAPLIŃSKA i JASA (1980 a), CZAPLIŃSKA i MAGRYŚ (1984) oraz PARRY i IN. (1995), obecność w glebie *F. culmorum* wpływa na porażenie nasion i siewek kukurydzy oraz gnicie systemu korzeniowego, czego wyraźnym wynikiem jest zahamowany wzrost i rozwój roślin.

Stosowanie zapraw nasiennych zmniejsza wprawdzie zagrożenie infekcją materiału siewnego, ale nie eliminuje całkowicie gnicia kiełków, czego wyraźnym symptomem są puste miejsca po obumarłych siewkach na plantacjach produkcyjnych kukurydzy.

Podjęto badania, których celem było stwierdzenie, czy obecność w glebie grzyba *F. culmorum* wpłynie na rozwój systemu korzeniowego kukurydzy i części nadziemnej rośliny w zależności od dawki azotu i sposobu nawożenia.

Metodyka

W latach 2004-2005 w dwóch seriach doświadczeń wazonowych, przeprowadzonych w Katedrze Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, badano rozwój systemu korzeniowego kukurydzy w fazach młodocianych w zależności od zasobności gleby w azot, sposobu stosowania azotu oraz inokulacji materiału siewnego grzybem *F. culmorum*. Założono je w układzie split-plot w czterech powtórzeniach, zgodnie z metodyką doświadczeń wazonowych (ŻURBICKI 1974). W doświadczeniu wysiano mieszańca PR 39 T 68 hodowli Pioneer. Badanymi czynnikami były: cztery dawki azotu w formie saletry amonowej (0,6, 1,2, 1,8 i 2,4 g·wazon⁻¹), dwa sposoby aplikacji nawozu (rzutowy na powierzchnię gleby i punktowy, zlokalizowany 5 cm poniżej i 5 cm z boku nasienia), dwa rodzaje nasion (bez inokulacji oraz inokulowane *F. culmorum*).

Do inokulacji nasion wykorzystano zawiesinę wodną (woda destylowana) *F. culmorum* z zarodnikami i grzybnią przygotowaną z 21-dniowych kultur hodowanych na pożywce glukozowo-ziemniaczanej (CZAPLIŃSKA i MAGRYŚ 1984). Wyhodowane kultury miksowano, uzyskując mieszaninę infekcyjną z grzybni, zarodników i metabolitów grzybów. Nasiona moczone w zawieszynie zarodników przez okres 5 min.

W doświadczeniu wykorzystano glebę o następującym składzie chemicznym: P – 13 mg·100 g⁻¹ s.m. gleby, K – 16,9 mg·100 g⁻¹ s.m. gleby, Mg – 15,2 mg·100 g⁻¹ s.m. gleby, pH w KCl = 6,75. Siew kukurydzy wykonano 20 kwietnia do wazonów Mitscherlicha o objętości 10 litrów. Do każdego wazonu przeznaczono pięć nasion, a po wschodach wykonano przerywkę, pozostawiając jedną roślinę.

Pomiary biometryczne wykonano w fazach 3-4 i 4-5 liści. W tym celu oddzielono część nadziemną rośliny od systemu korzeniowego. Mokre korzenie umieszczono na płaskim, szklanym naczyniu z niewielką ilością wody. Pod naczynie włożono papier milimetrowy. Korzenie wyprostowano tak, aby nie zachodziły na siebie i przez nałożenie szklanej płyty utrzymywały się w stałym położeniu. Następnie zmierzono, z dokładnością do 1 mm, długość wybranych korzeni lub ich fragmentów. Średnicę korzeni zmierzono suwmiarką elektroniczną na tych samych próbach, na których sprawdzano ich długość. Wykonano 20 pojedynczych pomiarów, z których wyliczono średnią. Powierzchnię systemu korzeniowego wyznaczono na podstawie długości systemu korzeniowego i średnicy korzeni. Części nadziemne roślin umieszczono w suszarce i po wysuszeniu zważono.

Wyniki i dyskusja

Zmienność analizowanych cech dla poszczególnych faz rozwojowych przedstawiono w tabeli 1. Długość korzeni oraz ich powierzchnia w fazie 3-4 liści ulegała największym wahaniom (odpowiednio od 81,94 cm do 285,32 cm i od 18,37 cm² do 72,01 cm²), natomiast w fazie 4-5 liści największa zmienność dotyczyła powierzchni korzeni – od 75,76 cm² do 157,89 cm². Były to cechy odznaczające się największą zmiennością spośród wszystkich badanych. Cechą najbardziej stabilną w obu analizowanych fazach rozwojowych była średnica korzeni (współczynnik zmienności odpowiednio 9,92 i 9,53; tab. 1).

Tabela 1. Zmienność cech
Table 1. Variability of features

Cecha	Wartość cechy			Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności (%)
	minimalna	maksymalna	średnia		
Faza 3-4 liści					
Średnica korzeni (mm)	0,67	0,97	0,78	0,07	9,92
Powierzchnia korzeni (cm ²)	18,37	72,01	44,05	12,19	27,69
Długość korzeni (cm)	81,94	285,32	179,90	50,34	27,98
Sucha masa 1 rośliny (g)	0,08	0,22	0,16	0,03	24,68
Faza 4-5 liści					
Średnica korzeni (mm)	0,70	0,93	0,79	0,07	9,53
Powierzchnia korzeni (cm ²)	75,76	157,89	109,31	22,21	20,32
Długość korzeni (cm)	316,25	537,91	433,72	61,06	14,08
Sucha masa 1 rośliny (g)	0,38	0,62	0,50	0,06	12,88

Średnica korzeni w fazie 3-4 liści była modyfikowana głównie przez inokulację nasion *F. culmorum* (tab. 2). Grubsze korzenie o 0,11 mm wykształciła kukurydza, której nasiona nie zostały zakażone przed siewem. W fazie 4-5 liści rośliny nawożone punktowo wykształciły korzenie grubsze o 0,08 mm (tab. 2). Podobne zróżnicowanie stwierdzono w wariancie roślin bez inokulacji oraz z inokulacją.

W fazie 3-4 liści kukurydza wykształciła system korzeniowy dłuższy o 19,5% po nawożeniu punktowym (tab. 3) oraz większą o 22,9% powierzchnię korzeni (tab. 4). Różnice w długości systemu korzeniowego w fazie 4-5 liści, wynikające ze sposobu nawożenia, przedstawiono na rysunkach 5 i 6. W wyniku inokulacji nasion, w obu fazach rozwojowych kukurydza wykształciła krótszy system korzeniowy w porównaniu z roślinami nieinokulowanymi (odpowiednio o 5,7% i 8,4%) oraz powierzchnię korzeni większą odpowiednio o 16,4% i 17,1% (tab. 3 i 4). Jak podają CZAPLIŃSKA i JASA (1976) oraz CZAPLIŃSKA i JASA (1980 b), obecność w glebie *F. culmorum* powoduje

Szulc P., Rybus-Zajac M., Waligóra H., Skrzypczak W., 2007. Wpływ *Fusarium culmorum* na rozwój systemu korzeniowego kukurydzy w zależności od dawki azotu i sposobu nawożenia. Nauka Przyr. Technol. 1, 1, #1.

Tabela. 2. Średnica korzeni (mm)
Table 2. Diameter of roots (mm)

Wyszczególnienie	Faza 3-4 liści	Faza 4-5 liści
Dawka N (g-wazon ⁻¹)		
0,6	0,82	0,79
1,2	0,80	0,80
1,8	0,75	0,78
2,4	0,75	0,81
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.
Sposób nawożenia		
rzutowo	0,76	0,75
punktowo	0,80	0,83
NIR _{0,05}	r.n.	0,061
Inokulacja <i>F. culmorum</i>		
bez inokulacji	0,83	0,83
z inokulacją	0,72	0,75
NIR _{0,05}	0,040	0,037

r.n. – różnice nieistotne.

Tabela. 3. Długość korzeni (cm)
Table 3. Length of roots (cm)

Wyszczególnienie	Faza 3-4 liści	Faza 4-5 liści
Dawka N (g-wazon ⁻¹)		
0,6	147,6	429,3
1,2	166,8	414,7
1,8	239,0	415,1
2,4	166,0	475,6
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.
Sposób nawożenia		
rzutowo	160,4	428,8
punktowo	199,3	438,5
NIR _{0,05}	28,33	r.n.
Inokulacja <i>F. culmorum</i>		
bez inokulacji	185,2	452,8
z inokulacją	174,5	414,6
NIR _{0,05}	9,13	15,31

r.n. – różnice nieistotne.

Tabela. 4. Powierzchnia korzeni (cm²)
Table 4. Area of roots (cm²)

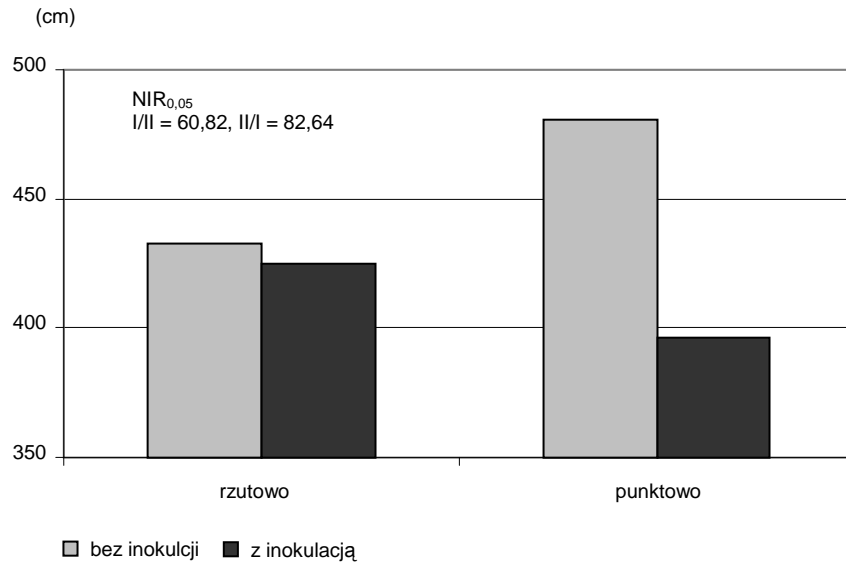
Wyszczególnienie	Faza 3-4 liści	Faza 4-5 liści
Dawka N (g·wazon ⁻¹)		
0,6	38,3	108,3
1,2	42,1	106,5
1,8	55,9	102,8
2,4	39,8	119,5
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.
Sposób nawożenia		
rzutowo	38,3	101,9
punktowo	49,7	116,7
NIR _{0,05}	6,74	r.n.
Inokulacja <i>F. culmorum</i>		
bez inokulacji	48,0	119,5
z inokulacją	40,1	99,0
NIR _{0,05}	4,74	13,10

r.n. – różnice nieistotne.

porażenie nasion i siewek kukurydzy oraz gnicie systemu korzeniowego, czego wyraźnym wynikiem jest zahamowany wzrost i rozwój takich roślin. Warunkiem szybkiego wzrostu i rozwoju systemu korzeniowego, według SCROEDERA i IN. (1996), jest odpowiednie stężenie azotu w roztworze glebowym. Z kolei szybszy rozwój systemu korzeniowego gwarantuje lepszy rozwój części nadziemnej rośliny, czym należy tłumaczyć korzystne wyniki zlokalizowanego stosowania nawozów.

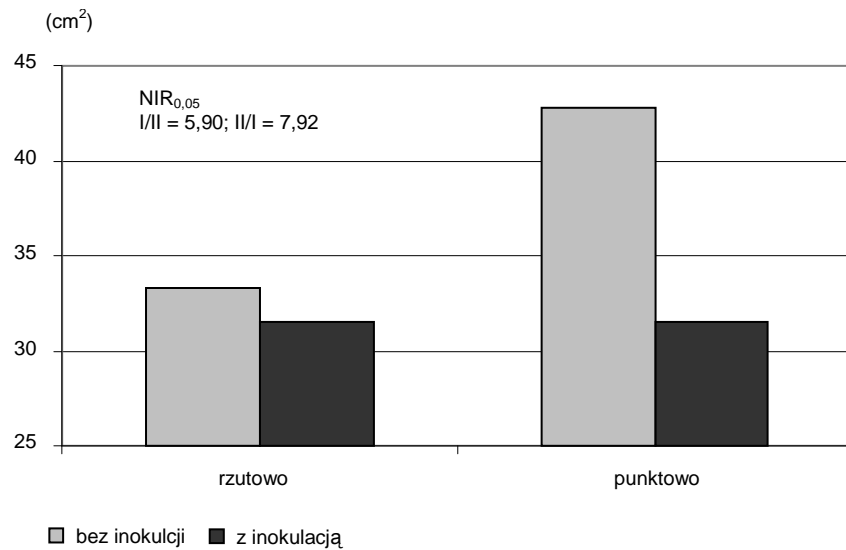
W fazie 4-5 liści wykazano wpływ interakcji pomiędzy sposobem nawożenia a inokulacją grzybem *F. culmorum* na długość systemu korzeniowego (rys. 1). W wypadku metody zlokalizowanej (punktowo) rośliny inokulowane grzybem *F. culmorum* charakteryzowały się systemem korzeniowym krótszym o 84,2 cm w porównaniu z roślinami nieinokulowanymi. W umieszczaniu nawozu azotowego rzutowo, inokulacja *F. culmorum* lub jej brak nie miały istotnego wpływu na długość systemu korzeniowego. Jak podaje LIPA (1992), lepsze odżywienie roślin azotem sprzyja nasileniu chorób. Tkanki roślin silnie nawożonych azotem, wskutek szybkiego i intensywnego wzrostu, są gębsze i miękkie, dlatego łatwo uszkodzone, co sprzyja przenikaniu patogenów. Wspomniany autor stwierdził ponadto, że forma amonowa sprzyja występowaniu zgnilizny korzeni, natomiast forma azotanowa przyczynia się do chorób podsuszkowych zbóż. W badaniach własnych zastosowano saletrę amonową, która zawiera obie formy azotu. Dlatego uzyskany wynik można tłumaczyć wyłącznie ilością dostępnego azotu w glebie, a nie jego formą.

W fazie 3-4 liści stwierdzono wpływ na powierzchnię korzeni współdziałania sposobu nawożenia i inokulacji *F. culmorum* (rys. 2). Po zastosowaniu metody zlokalizowanej (punktowo) rośliny inokulowane grzybem miały o 26,2% mniejszą powierzchnię



Rys. 1. Długość korzeni w zależności od sposobu nawożenia i inokulacji *F. culmorum* (faza 4-5 liści)

Fig. 1. The length of roots in dependence of the fertilization method and inoculation *F. culmorum* (phase 4-5 leaves)



Rys. 2. Powierzchnia korzeni w zależności od sposobu nawożenia i inokulacji *F. culmorum* (faza 3-4 liści)

Fig. 2. The area of roots in dependence of the fertilization method and inoculation *F. culmorum* (phase 3-4 leaves)

korzeni w porównaniu z roślinami nieinokulowanymi. W nawożeniu kukurydzy metodą rzutową inokulacja lub jej brak nie miały istotnego wpływu na wartość badanej cechy.

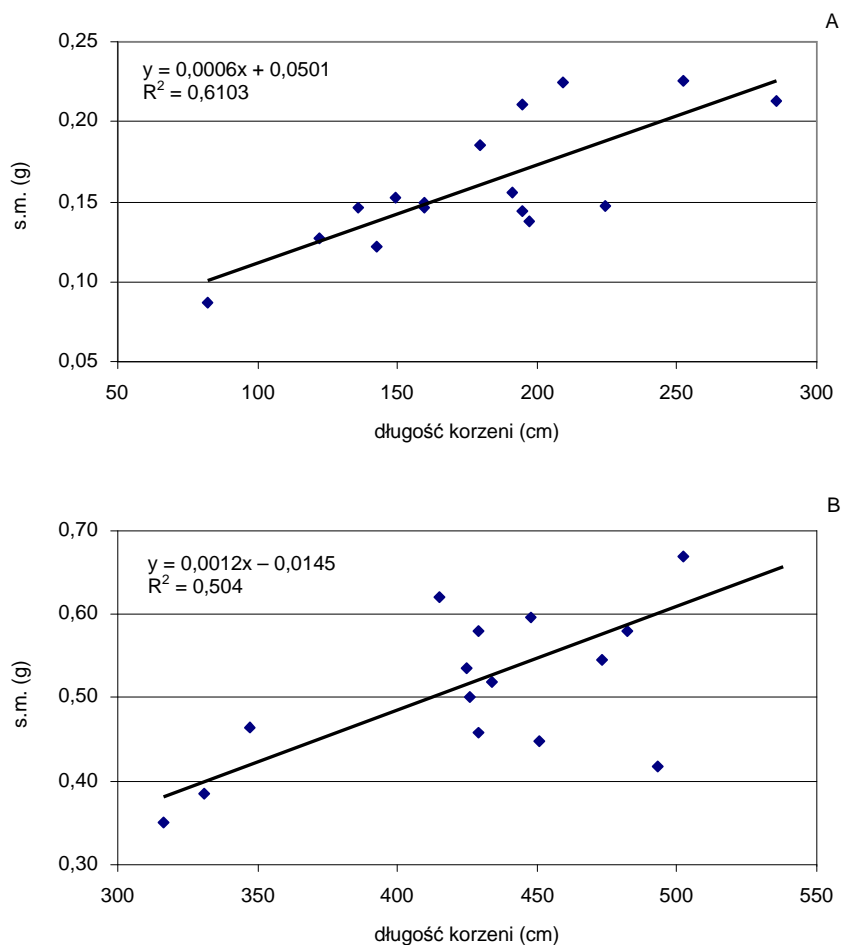
Punktowy wysiew nawozów zwiększał suchą masę jednej rośliny w fazie 3-4 liści oraz 4-5 liści odpowiednio o 11,1% i 6,1% w stosunku do wysiewu rzutowego (tab. 5).

Tabela. 5. Sucha masa części nadziemnych jednej rośliny
Table 5. The dry mass of above-ground parts of one plant

Wyszczególnienie	Faza 3-4 liści	Faza 4-5 liści
Dawka N (g-wazon ⁻¹)		
0,6	0,144	0,576
1,2	0,169	0,472
1,8	0,199	0,473
2,4	0,131	0,507
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.
Sposób nawożenia		
rzutowo	0,151	0,491
punktowo	0,170	0,523
NIR _{0,05}	0,0164	0,0211
Inokulacja <i>F. culmorum</i>		
bez inokulacji	0,171	0,528
z inokulacją	0,150	0,487
NIR _{0,05}	r.n.	0,261

r.n. – różnice nieistotne.

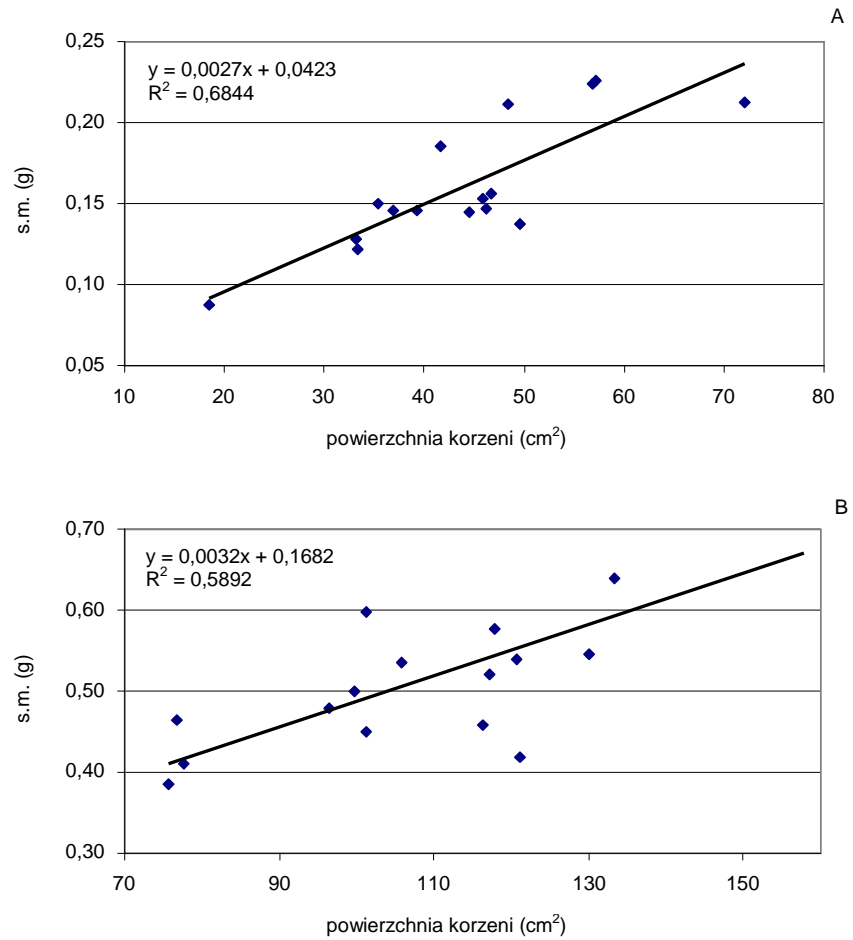
Z kolei w fazie 4-5 liści rośliny wytworzyły w wyniku inokulacji nasion mniejszą suchą masę pojedynczej rośliny o 7,7% w stosunku do roślin nieinokulowanych. Uzyskane wyniki potwierdzają doniesienia z literatury, wskazujące na korzystny wpływ zlokalizowanego umieszczenia nawozów azotowych w bezpośrednim sąsiedztwie nasion kukurydzy (EL-HAMDI i WOODARD 1995, RHOADS i WRIGHT 1998, TLUSTOS i IN. 1997). W wyniku nawożenia rzędowego kukurydzy azotem KRUCZEK (2004) uzyskał średnio większą suchą masę jednej rośliny w fazie 4-5 liści o 10,3% w stosunku do aplikacji rzutowej. Jak podają YANAI i IN. (1996), w początkowym okresie rozwoju kukurydzy system korzeni zarodkowych jest w stanie zaopatrywać rośliny w składniki mineralne tylko przy odpowiedniej ich koncentracji w roztworze glebowym. Jest to szczególnie ważne w warunkach stresowych dla rośliny, np. w sytuacji występowania patogenów chorobotwórczych. Według GRZEBISZA (1990) stopień wyczerpania gleby ze składnika pokarmowego wzrasta wraz ze spadkiem średniej średnicy korzenia, co wiąże się ściśle ze wzrostem długości korzenia w centymetrze gleby. Sucha masa pojedynczej rośliny w obu badanych fazach rozwojowych zwiększała się w miarę wzrostu długości systemu korzeniowego (rys. 3 a, b) oraz powierzchni korzeni (rys. 4 a, b). Zależności te miały charakter liniowy. Jak podaje GRZEBISZ (1988), wzrost systemu korzeniowego rośliny



Rys 3. Zależność pomiędzy długością korzeni a suchą masą jednej rośliny w fazie: A – 3-4 liści, B – 4-5 liści (2004-2005)

Fig. 3. Relationship between the length of roots and dry mass of one plant in phase: A – 3-4 leaves, B – 4-5 leaves (2004-2005)

odbywa się kosztem zwiększonego przemieszczania asymilatów do korzeni i spadku szybkości wzrostu pędów nadziemnych. W rezultacie następuje zwiększenie stosunku masy pędu do korzenia. W badaniach własnych nie potwierdzono takiej zależności.



Rys. 4. Zależność pomiędzy powierzchnią korzeni a suchą masą jednej rośliny w fa-
zie: A – 3-4 liści, B – 4-5 liści (2004-2005)

Fig. 4. Relationship between the area of roots and dry mass of one plant in phase: A –
3-4 leaves, B – 4-5 leaves (2004-2005)



Rys. 5. System korzeniowy kukurydzy w fazie 4-5 liści – nawożenie punktowe

Fig. 5. Maize roots in phase 4-5 leaves – in point fertilization



Rys. 6. System korzeniowy kukurydzy w fazie 4-5 liści – nawożenie rzutowe

Fig. 6. Maize roots in phase 4-5 leaves – broadcast fertilization

Wnioski

1. Punktowa aplikacja azotu wpłynęła na wzrost średnicy korzeni w fazie 4-5 liści oraz długości systemu korzeniowego i powierzchni korzeni w fazie 3-4 liści w stosunku do wysiewu rzutowego

2. Punktowy wysiew azotu w początkowych fazach rozwojowych kukurydzy przyczynił się do wzrostu suchej masy pojedynczej rośliny w stosunku do wysiewu rzutowego. W wyniku inokulacji nasion, w fazie 4-5 liści uzyskano mniejszą suchą masę pojedynczej rośliny w porównaniu z roślinami nieinokulowanymi.

3. Wysiew nasion inokulowanych wpłynął na zmniejszenie średnicy, długości i powierzchni korzeni w obydwu fazach rozwojowych kukurydzy.

4. W roślinach inokulowanych punktowa aplikacja azotu przyczyniła się do zmniejszenia długości systemu korzeniowego w fazie 4-5 liści oraz powierzchni korzeni w fazie 3-4 liści w stosunku do roślin niezainfekowanych, a tak samo nawożonych. Nie stwierdzono wpływu zainfekowania nasion na wartość tych cech w kombinacji z siewem rzutowym azotu.

Literatura

- CZAPLIŃSKA S., JASA S., 1976. Beobachtungen der Fusarium-Resistenz beim Mais in Polen. Erzeugung von Saatgut hoher Vitalität. T. 3. Materialien zum Saatgutstmposium Halle: 532-547.
- CZAPLIŃSKA S., JASA S., 1980 a. Investigation on the maize resistance to *Fusarium* disease in Poland. *Rocz. Nauk Roln. Ser. E*, 10, 1-2: 137-143.
- CZAPLIŃSKA S., JASA S., 1980 b. Studia nad odpornością kukurydzy na fuzariozy. Cz. 1. Ocena podatności roślin linii i mieszańców kukurydzy na zgorzel podstawy łodyg i zgnilizny kolb w warunkach naturalnej infekcji. *Hod. Rośl. Aklim. Nasien.* 24, 3: 257-266.
- CZAPLIŃSKA S., MAGRYŚ A., 1984. Studia nad odpornością kukurydzy na fuzariozę. Cz. 2. Ocena podatności linii i mieszańców kukurydzy na zgorzel podstawy łodyg i zgniliznę kolb w warunkach sztucznej infekcji. *Hod. Rośl. Aklim. Nasien.* 28, 5/6.
- EL-HAMDI K.H., WOODARD H.J., 1995. Response of early corn growth to fertilizer phosphorus rates and placement methods. *J. Plant Nutr.* 18, 6: 1103-1120.
- GRZEBISZ W., 1988. Warunki wodno-powietrzne gleby a rozwój systemu korzeniowego roślin uprawnych. *Fragm. Agron.* 5, 3, 19: 57-70.
- GRZEBISZ W., 1990. System korzeniowy rośliny a żyzność gleby. *Post. Nauk Roln.* 4/5/6: 4-19.
- KRUCZEK A., 2004. Skuteczność dwóch sposobów nawożenia kukurydzy nawozami azotowymi i nawozem wieloskładnikowym w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 21, 4, 84: 55-73.
- LIPA J., 1992. Wpływ nawożenia mineralnego na występowanie chorób i szkodników roślin. *Post. Nauk Roln.* 2: 28-38.
- LISOWICZ F., TEKIELA A., 2003. Ochrona kukurydzy przed chorobami i szkodnikami. Dodatek pisma „Agro Serwis”: Kukurydza roślina przyszłości. Warszawa: 31-33.
- PARRY D.W., JENKINSON P., MC LEOD L., 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathol.* 44: 207-238.
- RHOADS F.M., WRIGHT D.L., 1998. Root mass as a determinant of corn hybrid response to starter fertilizer. *J. Plant Nutr.* 21, 8: 1743-1751.

Szulc P., Rybus-Zajac M., Waligóra H., Skrzypczak W., 2007. Wpływ *Fusarium culmorum* na rozwój systemu korzeniowego kukurydzy w zależności od dawki azotu i sposobu nawożenia. *Nauka Przyr. Technol.* 1, 1, #1.

SCROEDER 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. *Neth. J. Agric. Sci.* 44, 3: 209-225.

TLUSTOS P., BALIK J., PAVLIKOVA D., VANEK V., 1997. Vyuziti dusiku kukurici po lokalni aplikaci siaranu amonneho. *Rostl. Vyroba* 43, 1: 13-18.

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 Soil* 180, 1: 1-9.

ŻURBICKI Z., 1974. *Metodyka doświadczeń wazonowych*. PWRiL, Warszawa.

EFFECT OF *FUSARIUM CULMORUM* ON THE MAIZE ROOTS DEVELOPMENT IN DEPENDENCE FROM DOSES OF NITROGEN AND THE METHOD OF FERTILIZATION

Summary. The experiment was carried out at the Department of Plant and Soil Cultivation, Agricultural University of Poznań in 2004-2005. Four doses of nitrogen: 0.6, 1.2, 1.8 and 2.4 g·pot⁻¹, and two methods of fertilization: broadcast and row application (with fertilizer placed 5 cm off the side and 5 cm below the grains) and two kinds of grains (without inoculation and with inoculation *F. culmorum*) were used. The influence of nitrogen content in the soil, the way of application and additionally the way of fungal inoculation with *F. culmorum*, on the maize roots development were estimated. Plants used at the experiment were in to ages: 3-4 and 4-5 fully expanded leaves. The better method of nutrient application occurred in rows fertilization. Inoculation of seeds with fungus decreased the length and area of roots at both ages of plants. The better method of nitrogen feeding in rows fertilization and plants inoculation caused lowering of root length and surface as well.

Key words: maize, nitrogen, starter and broadcast fertilization, inoculation

Adres do korespondencji – Corresponding address:

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

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 16.02.2007

Do cytowania – For citation: Szulc P., Rybus-Zajac M., Waligóra H., Skrzypczak W., 2007. Wpływ Fusarium culmorum na rozwój systemu korzeniowego kukurydzy w zależności od dawki azotu i sposobu nawożenia. Nauka Przyr. Technol. 1, 1, #1.