

The effect of ashes from biomass combustion on infection of spring wheat by *Gaeumannomyces graminis*

Wpływ popiołów pochodzących ze spalania biomasy na porażenie pszenicy jarej przez *Gaeumannomyces graminis*

Roman Waclawowicz

Summary

Pot experiments were conducted in 2010–2011 in the Experimental Station Swojec belonging to the University of Environmental and Life Sciences in Wrocław. The objective of the studies was to determine the effect of eight ashes from biomass combustion, applied in three doses on infection of spring wheat by *Gaeumannomyces graminis*.

Application of all ashes increased root infection of spring wheat. Generally, a higher dose of ashes resulted in the increase of root infection. The highest infection of wheat was observed after the application of ash from oats grain, straw of winter crops and sorghum and the lowest one after using chopped wood ash and ash from spring cereal straw. Ashes from oats grain, willow and chopped wood decreased the infection of stems by stem base diseases. However, sorghum ash increased wheat stem infection. The significant correlation ($r = 0.6184$) between soil reaction and root infection index by *G. graminis* was stated.

Key words: spring wheat, ashes from biomass, take-all diseases

Streszczenie

Badania wazonowe przeprowadzono w latach 2010–2011, w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Celem ich było określenie wpływu ośmiu popiołów pochodzących ze spalania biomasy, zastosowanych w trzech dawkach, na porażenie podstawy źdźbła i korzeni pszenicy jarej przez *Gaeumannomyces graminis*.

Zastosowanie wszystkich badanych popiołów przyczyniło się do zwiększenia porażenia korzeni pszenicy jarej. Wraz ze wzrostem dawki popiołów odnotowano na ogół wyraźny wzrost ich zainfekowania. Najwyższe porażenie korzeni obserwowano po zastosowaniu popiołu z ziarna owsa, słomy z ozimin i sorga, najniższe natomiast po wymieszaniu z glebą ubocznych produktów spalania pochodzących ze zrębek drzewnych i ze słomy zbóż jarych. Popioły z ziarna owsa, wierzby, słomy i zrębek drewnianych sprzyjały zmniejszeniu porażenia źdźbeł. Z kolei popiół z sorga przyczynił się do zwiększenia ich zainfekowania. Wykazano istotną korelację ($r = 0,6184$) pomiędzy odczynem gleby, a indeksem porażenia korzeni pszenicy jarej przez *G. graminis*.

Słowa kluczowe: pszenica jara, popioły z biomasy, choroby podsuszkowe

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni
Pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław
roman.waclawowicz@up.wroc.pl

Wstęp / Introduction

Surowce roślinne wykorzystywane do celów energetycznych mogą wykazywać znaczne zróżnicowanie z punktu widzenia wartości energetycznej, ale także powstałe z nich popioły mają różny skład, właściwości, a także inna jest procentowa zawartość powstałego z nich popiołu (Kalembasa 2006; Kowalczyk-Juško 2009; Piekarczyk i wsp. 2011a).

Popioły z biomasy są jednymi z najstarszych nawozów mineralnych, zawierają niemal wszystkie składniki odżywcze oprócz azotu. Już od czasów wczesnohistorycznych popiół był stosowany w rolnictwie jako nawóz (Piekarczyk i wsp. 2011b).

Rolnicze zagospodarowanie odpadów ze spalania wymaga jednak starannej analizy i rozważnej oceny. Z jednej strony popioły są źródłem składników pokarmowych dla roślin (makro- i mikroelementy), mają także właściwości odkwaszające (substytut nawozów wapniowych). Z drugiej strony zauważa się pewne niedogodności związane z zastosowaniem tego odpadu (ze względu na formę), a także zawartości w nich substancji szkodliwych (metale ciężkie) (Stout i wsp. 1997; Chojnacka i wsp. 2006; Górecka i wsp. 2006; Eichler-Loebermann 2006).

Wartość odkwaszająca popiołów wynika z dużej koncentracji w nich węglanu wapnia i magnezu (Stout i wsp. 1997; Górecka i wsp. 2006; Piotrowski i Uliasz-Bocheńczyk 2008). Alkaliczne pH popiołów powoduje, że mogą być także atrakcyjną alternatywą dla tradycyjnych nawozów odkwaszających. Wysokie pH popiołu nie zawsze jednak świadczy o skuteczności odkwaszającej, zależy to od wielu czynników, np. właściwości popiołu – ziarnistości, uwodnienia, granulacji, rozpuszczalności w wodzie, zawartości szeregu związków, a także buforowości gleby. Z tego względu wprowadzanie popiołów do gleby wymaga rozważnego stosowania, gdyż możliwe jest uszkodzenie struktury biologicznej gleby ze względu na dużą reaktywność popiołu, a także zmniejszenie populacji dżdżownic (Lickacz 2002; Górecka i wsp. 2006).

W literaturze brak jest badań nad oddziaływaniem popiołu ze spalania biomasy na porażenie roślin przez patogeny powodujące choroby podsuszkowe, natomiast dobrze rozpoznany jest wpływ nawozów wapniowych na uszkodzenie roślin przez choroby podstawy źdźbła, choć poglądy autorów nie są jednoznaczne. Jedni uważają, że wapnowanie gleby wpływa na zwiększenie porażenia roślin przez *Gaeumannomyces graminis* (Glynne 1935; Reis i wsp. 1983; Coventry i Kollmorgen 1987; Murray i wsp. 1987; Ownley i wsp. 1992), inni natomiast po corocznym wprowadzeniu do gleby 0,7 t Ca stwierdzili obniżenie porażenia jęczmienia jarego przez choroby podstawy źdźbła (Blecharczyk i wsp. 2005). Z kolei Glenn i Sivasithamparan (1991) uważają, że wapnowanie gleby nie wykazuje jednoznacznego oddziaływania na tę grupę patogenów. Marks i wsp. (2004) dowodzą natomiast, że działanie wapna uzależnione jest od wcześniejszego ugniecenia gleby. Jeśli rola była nieugnieciona, to odkwaszanie gleby stymulowało porażenie roślin, natomiast jeśli glebę ugnieciono 6-tonowym zestawem maszyn – zasto-

sowanie wapna w dawce 6 t/ha przyczyniło się do ograniczenia porażenia pszenicy.

Ze względu na silne działanie odkwaszające popiołów, a w konsekwencji znaczną alkalizację strefy korzeniowej roślin, istnieje ryzyko zwiększonej podatności zainfekowania roślin zbożowych przez *G. graminis*.

Celem badań było określenie wpływu ośmiu popiołów pochodzących ze spalania biomasy na występowanie zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni na pszenicy jarej.

Materiały i metody / Materials and methods

Podstawą badań przeprowadzonych corocznie w latach 2010–2011 było doświadczenie wazonowe założone metodą serii niezależnych na glebie kompleksu żytniego dobrego. Czynnikiem badawczym było osiem różnych popiołów pochodzących ze spalania biomasy (ziarno owsa, wierzba, słoma ze zbóż ozimych, słoma ze zbóż jarych, sorgo, drewno dębowe, siano i zrębki drzewne), zastosowanych w trzech dawkach (5, 10, 20 g/wazon). Na obiekcie kontrolnym nie stosowano popiołów. Przez cały okres wegetacji utrzymywano w wazonach stałą wilgotność gleby (60% kapilarnej pojemności wodnej). Nie stosowano sztucznej inokulacji grzybami powodującymi choroby podsuszkowe. W fazie dojrzałości mleczno-woskowej pszenicy określono porażenie korzeni i źdźbeł przez *G. graminis*. Oceny dokonano na 18 roślinach z wazonu. Dla korzeni zastosowano skalę 5-punktową, gdzie 4 – oznacza 60–100% porażenie korzeni, a 0 – brak porażenia. Z kolei dla podstawy źdźbła wykorzystano 4-stopniową skalę (3 – oznacza porażenie na odcinku powyżej pierwszego kolanka, natomiast 0 – brak porażenia). Indeks porażenia źdźbeł i korzeni obliczono metodą Townsenda-Heubergera.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Wymieszanie z glebą popiołów pochodzących z czystej biomasy wpłynęło na zróżnicowanie porażenia pszenicy jarej przez *G. graminis* (tab. 1). Zastosowanie każdego z badanych popiołów przyczyniło się do wzrostu zainfekowania korzeni pszenicy jarej, prawdopodobnie w wyniku zmiany pH strefy korzeniowej w kierunku alkalicznym. Najwyższy indeks porażenia obserwowano po zaaplikowaniu popiołów z owsa, słomy pochodzącej ze zbóż ozimych i sorga, z kolei najmniejsze zainfekowanie korzeni obserwowano po zastosowaniu ubocznych produktów spalania pochodzących ze zrębek drzewnych słomy ze zbóż jarych i siana. Na ogół obserwowano również wyraźny systematyczny wzrost indeksu porażenia korzeni w wyniku intensyfikacji nawożenia popiołami. Jeśli zwiększono dawkę popiołu pochodzącego z wierzby z 5 do 20 g/kg gleby, to indeks zainfekowania korzeni wzrósł ponad dwukrotnie. Z kolei jeśli zastosowano najwyższą z badanych dawek popiołu pochodzącego z sorga lub ze słomy z ozimin, to występowanie zgorzeli podstawy źdźbła wzrosło odpowiednio o 73,8 i 41,8%. W literaturze

Tabela 1. Indeks porażenia korzeni pszenicy jarej przez *G. graminis*
Table 1. Root infection index of spring wheat by *G. graminis*

Dawka popiołu na wazon Rate of ash per pot [g]	Popioły ze spalania biomasy – Ashes from biomass combustion							
	ziarno owsa oats grain	wierzba willow	słoma z ozimin straw of winter crops	słoma ze zbóż jarych straw of spring cereals	sorgo sorghum	drewno dębowe oak	siano hay	zrębki drzewne chopped wood
5	33,2	24,0	33,5	22,5	29,8	25,8	24,8	22,3
10	40,7	29,0	36,7	21,7	36,7	23,5	25,7	28,3
20	48,5	54,1	47,5	30,8	51,8	42,5	33,3	22,0
Średnio Mean	40,8	35,7	39,2	25	39,4	30,6	27,9	24,2
Kontrola Control	21,4							

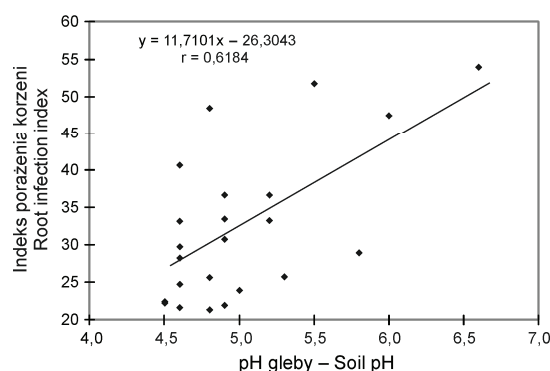
Tabela 2. Indeks porażenia źdźbeł pszenicy jarej przez *G. graminis*
Table 2. Stem infection index of spring wheat by *G. graminis*

Dawka popiołu na wazon Rate of ash per pot [g]	Popioły ze spalania biomasy – Ashes from biomass combustion							
	ziarno owsa oats grain	wierzba willow	słoma z ozimin straw of winter crops	słoma ze zbóż jarych straw of spring cereals	sorgo sorghum	drewno dębowe oak	siano hay	zrębki drzewne chopped wood
5	14,7	10,7	10,7	6,0	16,0	16,0	13,3	6,0
10	7,3	12,0	6,0	5,3	24,0	18,0	6,0	8,7
20	6,0	2,7	8,7	2,7	16,0	6,0	7,3	4,7
Średnio Mean	9,3	8,4	8,4	4,7	18,7	13,3	8,9	6,4
Kontrola Control	13,5							

brak jest badań dotyczących wpływu popiołów pochodzących z biomasy na porażenie roślin. Jeśli jednak założymy, że jedną z głównych korzyści wynikających z zastosowania popiołów jest odkwaszanie gleby, a więc popiół można traktować jako substytut nawozów wapniowych, to można stwierdzić, że również w badaniach przeprowadzonych przez Ownley'a i wsp. (1992), w wyniku zastosowania wapna i podniesienia pH gleby z 4,9 do 6,1 porażenie pszenicy wzrosło o 54%. Także Reis i wsp. (1983), podnosząc pH gleby z 4,5 do 7,5 co 1 jednostkę zaobserwowali systematyczne zwiększenie wskaźnika porażenia przez *G. graminis*. W badaniach własnych wymieszanie popiołów z glebą sprzyjało wzrostowi pH gleby. Zaobserwowano istotną korelację ($r = 0,6184$) pomiędzy odczynem gleby a indeksem porażenia korzeni (rys. 1). Wzrost pH gleby o jedną jednostkę przyczynił się do wzrostu indeksu porażenia korzeni pszenicy jarej o 11,7 jednostek.

Natomiast zastosowane popioły sprzyjały zmniejszeniu porażenia źdźbeł przez *G. graminis*. Wyjątek stanowił popiół z wierzby, którego wprowadzenie do gleby przyczyniło się do zwiększenia indeksu porażenia. W naj-

mniej stopniu porażone były źdźbła pszenicy nawożonej popiołem pochodzącym ze słomy ze zbóż jarych oraz ze zrębek drzewnych. Zwiększanie dawki badanych popiołów na ogół ograniczało stopień porażenia źdźbeł (tab. 2).



Rys. 1. Zależność indeksu porażenia korzeni pszenicy jarej od pH gleby

Fig. 1. Relationship between spring wheat root infestation index and soil pH

Autor pracy składa szczególne podziękowania Paniom Barbarze Machockiej i Bernadecie Błazewicz za pomoc w prowadzeniu doświadczenia wazonowego, bez zaangażowania których niniejsza praca nie mogłaby powstać.

Wnioski / Conclusions

1. Wprowadzony do gleby popiół z biomasy, jak i jego dawka wpłynęły na zróżnicowanie porażenia pszenicy jarej przez *G. graminis*.
2. Zastosowanie wszystkich badanych popiołów przyczyniło się do zwiększenia porażenia korzeni pszenicy jarej. Wraz ze wzrostem dawki popiołów odnotowano

na ogół wyraźny wzrost ich zainfekowania. Najwyższe porażenie korzeni obserwowano po zastosowaniu popiołu z ziarna owsa, słomy z ozimin i sorga, najniższe natomiast po wymieszaniu z glebą ubocznych produktów spalania pochodzących ze zrębek drzewnych i ze słomy zbóż jarych.

3. Popioły z ziarna owsa, wierzy, słomy i zrębek drewnianych sprzyjały zmniejszeniu porażenia źdźbeł. Z kolei popiół z sorga przyczynił się do zwiększenia ich zainfekowania.
4. Wykazano istotną korelację ($r = 0,6184$) pomiędzy odczynem gleby a indeksem porażenia korzeni pszenicy jarej przez *G. graminis*.

Literatura / References

- Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawinska Z. 2005. Efekt nawożenia jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. Acta Sci. Pol., Agricultura 4 (1): 25–32.
- Chojnacka K., Barańska M., Górecka H., Górecki H. 2006. Utylizacja kości, pierza i popiołu drzewnego na nawozy mineralne. Przem. Chem. 85 (8–9): 1256–1259.
- Coventry D.R., Kollmorgen J.F. 1987. An association between lime application and the incidence of take-all (*Gaeumannomyces graminis*) symptoms on wheat on an acid soil in north-eastern Victoria (fungal disease). Aust. J. Exp. Agr. 27 (5): 695–699.
- Eichler-Loeberman B., Lopez R., Steinbrecht D., Koppen D. 2006. Pozytywne skutki nawożenia popiołami z biomasy w rolniczej produkcji roślinnej. s. 229–236. W: „Popioły z Energetyki” (A. Myszkowska, T. Szczygieski, red.). EKOTECH, Szczecin, 288 ss.
- Glenn O.F., Sivasithamparan K. 1991. The influence of soil-pH on the saprophytic growth in soil of the take-all fungus *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. Aust. J. Soil. Res. 29 (5): 627–634.
- Glynne M.D. 1935. Incidence of take-all on wheat and barley on experimental plots at Woburn. Ann. Appl. Biol. 22 (2): 225–235.
- Górecka H., Chojnacka K., Hoffmann J., Górecki H., Dobrzyński Z. 2006. Mikroelementy w popiołach drzewnych wykorzystywanie do odkwaszania i nawożenia gleb. Chemik Nauka-Teknika-Rynek 1: 9–12.
- Kalembasa D. 2006. Ilość i skład chemiczny popiołów z biomasy roślin energetycznych. Acta Agrophys. 7: 909–914.
- Kowalczyk-Juśko A. 2009. Popiół z różnych roślin energetycznych. Proc. of Elektrociepłownia Opole 3 (1): 159–164.
- Lickacz J. 2002. Wood Ash: An alternative liming material for agricultural soil. Agric. Food Rural Devel. Agdex 534-2, Alberta Canada: 303–317.
- Marks M., Kurowski T.P., Buczyński G., Kurowska A. 2004. Stan sanitarny roślin w zależności od zagęszczenia gleby i sposobów przeciwdziałania. Ann. UMCS, Sec. E, 59 (4): 1797–1806.
- Murray G.M., Scott B.J., Hochman Z., Butler B.J. 1987. Failure of liming to increase grain yield of wheat and triticale in acid soils may be due to the associated increase in incidence of take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*). Aust. J. Exp. Agr. 27 (3): 411–417.
- Owney B.H., Weller D.M., Thomashow L.S. 1992. Influence of in situ and in vitro pH on suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* by *Pseudomonas fluorescens* 2-79. Phytopathology 82 (2): 178–184.
- Piekarczyk M., Kotwica K., Jaskulski D. 2011a. The elemental composition of ash from straw and hay in the context of their agricultural utilization. Acta Sci. Pol., Agricultura 10 (2): 97–104.
- Piekarczyk M., Kotwica K., Jaskulski D. 2011b. Wpływ stosowania popiołu ze słomy jęczmienia jarego na chemiczne właściwości gleby lekkiej. Fragm. Agron. 28 (3): 91–99.
- Piotrowski Z., Uliasz-Bocheńczyk A. 2008. Możliwości gospodarczego wykorzystania odpadów z kotłów fluidalnych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi 24 (2/1): 73–83.
- Reis E.M., Cook R.J., McNeal B.L. 1983. Elevated pH and associated reduced trace-nutrient availability as factors contributing to take-all of wheat upon soil liming (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Triticum aestivum*). Phytopathology 73: 411–413.
- Stout W., Daily M.R., Nickenson T.L., Svendsen R.L., Thompson G.P. 1997. Agricultural uses of alkaline fluidized combustion ash: case studies. Fuel 76 (8): 767–769.