

Received: 28.07.2017 / Accepted: 21.11.2017

Health status of seeds of white mustard (*Sinapis alba* L.) depending on the sulfur fertilization

Zdrowotność nasion gorczycy białej (*Sinapis alba* L.) w zależności od poziomu nawożenia siarką

Magdalena Serafin-Andrzejewska^{1*}, Monika Białkowska¹, Marcin Kozak¹, Wojciech Pusz²

Summary

Three-year (2007–2009) experiment with white mustard (*Sinapis alba* L.) was conducted in the fields of Wrocław University of Environmental and Life Sciences. The experiment was conducted in a split-plot design with two variable factors. White mustard cultivars (Metex, Nakielska) were the first order factor and differentiate sulfur doses (0, 10, 20, 30 kg S per 1 ha) were the second order factor. The aim of the study was to estimate a correlation between the health status of collected white mustard seeds and various doses of sulfur fertilization. In conclusion, the species and types of fungi isolated from white mustard seeds were located mainly on the surface of seeds. An increased sulfur fertilization did not affect an occurrence of fungal pathogens either on disinfected or non-disinfected white mustard seeds.

Key words: white mustard; cultivars; sulfur; fertilization; seed health status

Streszczenie

Nasiona gorczycy białej (*Sinapis alba* L.) pozyskano z doświadczenia ścisłego prowadzonego w latach 2007–2009 na polach Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Badania analizowano w układzie split-plot na dwa czynniki zmienne. Czynnikiem I rzędu były odmiany gorczycy białej (Metex, Nakielska), a czynnikiem II rzędu zróżnicowane dawki siarki (0, 10, 20, 30 kg S na 1 ha). Celem badań była ocena zdrowotności zebranych nasion gorczycy białej odmian Metex i Nakielska w zależności od zróżnicowanego nawożenia siarką. Podsumowując wyniki izolacji mikroorganizmów z nasion gorczycy białej zaobserwowano, że gatunki i rodzaje grzybów z nich wyosobnianych zasiedlały głównie powierzchnię nasion. Zarówno w odniesieniu do nieodkażonych, jak i odkażonych powierzchniowo nasion gorczycy białej, nie potwierdzono korzystnego wpływu zwiększonego nawożenia siarką na ograniczenie występowania patogenów grzybowych.

Słowa kluczowe: gorczyca biała; odmiany; siarka; nawożenie; zdrowotność nasion

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

²Katedra Ochrony Roślin

Norwida 25, 50-375 Wrocław

*corresponding author: magdalena.serafin-andrzejewska@upwr.edu.pl

Wstęp / Introduction

Gorzycza biała (*Sinapis alba* L.) jest jednoroczną, jarą rośliną oleistą z rodziny Brassicaceae o wielokierunkowym wykorzystaniu, która może nie tylko częściowo zastąpić często wymarżający rzepak, ale również urozmaicić i uzupełnić krajową produkcję oleju roślinnego (Piętka i wsp. 1998). Zarówno całe, jak i zmielone nasiona są szeroko wykorzystywane w licznych gałęziach przemysłu spożywczego i farmaceutycznego (Gornas 1995; Kozłowski i wsp. 1997; Szymczak-Nowak i Nowakowski 2000).

Siarka należy do podstawowych składników mineralnych, od których uzależniony jest prawidłowy rozwój wszystkich żywych organizmów (Haneklaus i wsp. 2000). W uprawie gorzycy białej, podobnie jak w produkcji innych gatunków należących do rodziny Brassicaceae, istotne znaczenie dla optymalnego rozwoju i plonowania roślin ma siarka, na którą zapotrzebowanie w okresie wegetacyjnym bywa niekiedy większe nawet niż na fosfor (Grzebisz i Gaj 2000; Scherer 2001; Zhao i wsp. 2003; Grzebisz i wsp. 2005).

W dostępnej literaturze jest niewiele danych dotyczących wpływu nawożenia gorzycy białej siarką na wielkość, jakość plonu nasion i biomasy oraz jako czynnika stymulującego mechanizmy odpornościowo-obronne rośliny na czynniki stresowe, w tym na porażenie grzybami.

Materiały i metody / Materials and methods

Nasiona gorzycy białej pozyskano z doświadczenia ściśle prowadzonego w latach 2007–2009 na polach Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Badania analizowano w układzie split-plot na dwa czynniki zmienne, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany gorzycy białej (Metex, Nakielska), a czynnikiem II rzędu zróżnicowane dawki siarki (0, 10, 20, 30 kg S na 1 ha). Siarkę aplikowano rokrocznie, przedsiwnie w postaci siarczanu amonu (21% N, 24% S), a pozostałą dawkę N uzupełniano do 100 kg (saeitra amonowa 34%). Ponadto na 1 ha stosowano 60 kg P₂O₅ (superfosfat potrójny 46%) i 120 kg K₂O (sól potasowa 60%). W celu oceny zdrowotności zebranych nasion gorzycy białej, sporządzono próby zbiorcze, utworzone z czterech powtórzeń w obrębie danej kombinacji (odmianowo-nawozowej). Z każdej kombinacji badawczej pobierano do analiz losowo 200 nasion. Sto nieodkazanych nasion wykładano po 10 sztuk na szalki Petriego, bezpośrednio na zestaloną pożywkę PDA (Potato Dextrose Agar). Kolejne 100 nasion przed wyłożeniem na tę samą pożywkę odkażano powierzchniowo przez 60 sekund w 1% roztworze podchlorynu sodu. Powstające kolonie grzybów odszczepiano sukcesywnie na skosy z zestaloną pożywką PDA, a uzyskane izolaty oznaczano do gatunku według dostępnych monografii.

W hipotezie roboczej doświadczenia założono, że przedsiwne, wzrastające nawożenie gorzycy białej siarką, będzie istotnie wpływało na zbiorowisko grzybów zasiedlających nasiona.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Analiza mikologiczna nieodkazanych powierzchniowo nasion gorzycy białej

Na nieodkazanych nasionach odmiany Metex w 2007 roku, niezależnie od zastosowanej dawki siarki, stwierdzono najliczniej występowanie *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, opisywanego w literaturze jako gatunek patogeniczny w stosunku do gorzycy białej, natomiast w latach 2008 i 2009 przeważały *Aspergillus* i *Penicillium* łącznie z pozostałymi oznaczonymi gatunkami grzybów (rys. 1).

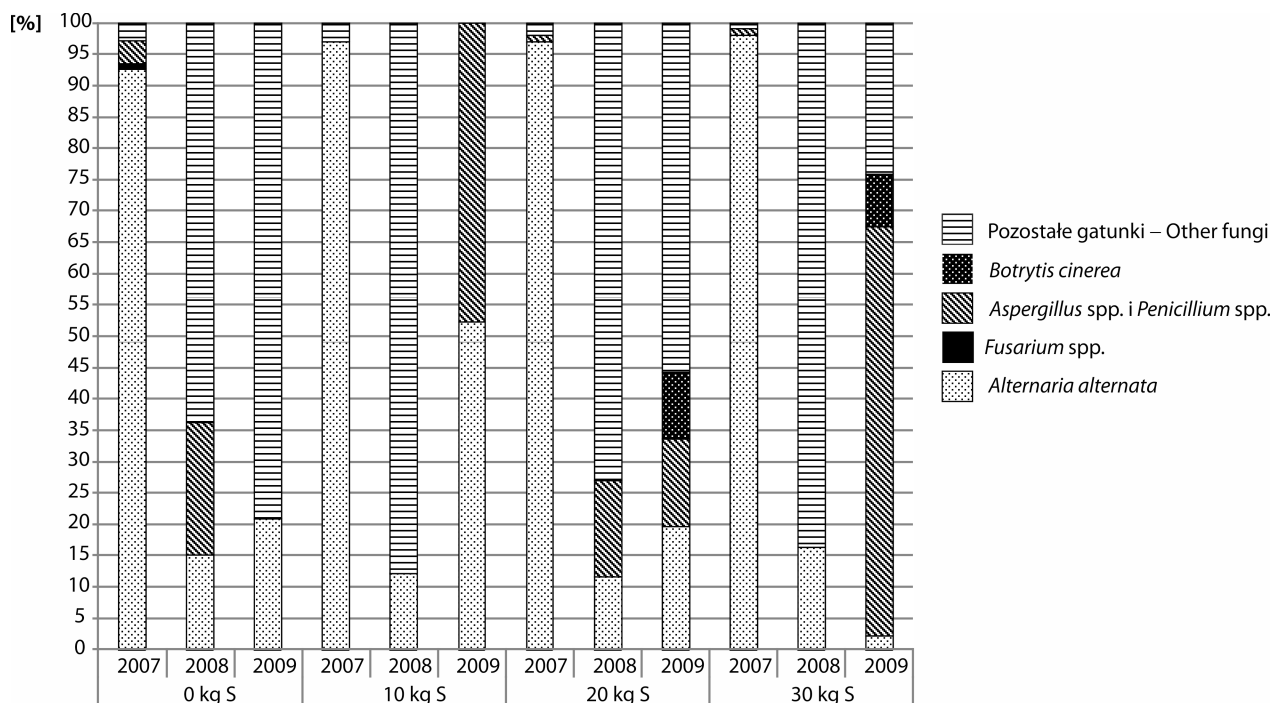
Nasiona odmiany Nakielska były również najliczniej zasiedlane przez grzyb *A. alternata*, którego izolaty stanowiły największy procentowy udział w poszczególnych latach badań (rys. 2). Na nasionach gorzycy białej pochodzących ze zbioru w 2009 roku stwierdzono ponadto występowanie *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary. Procentowy udział grzybów wyosobnionych z nieodkazanych nasion gorzycy białej (rys. 3) wskazuje na dominację gatunku *A. alternata* oraz znaczny udział pozostałych oznaczanych gatunków grzybów w przedziale 26,3–40,9% w zależności od odmiany. Zastosowanie siarki w dawce 10 kg/ha nie wpłynęło znacząco na stopień porażenia nasion przez *A. alternata*. Zastosowanie wyższych dawek siarki spowodowało natomiast wzrost obecności *A. alternata* średnio o 10% w stosunku do kontroli i najmniejszej stosowanej dawki siarki. Udział tego gatunku po zastosowaniu siarki w dawce 20 i 30 kg/ha wynosił ponad 59% wszystkich wyosobnionych gatunków grzybów (rys. 4). Procentowy udział mikroorganizmów najliczniej wyizolowanych z nieodkazanych nasion gorzycy (rys. 5) jednoznacznie wskazuje na wpływ warunków wilgotnościowo-termicznych w latach badań, na stopień zasiedlenia nasion przez grzyby, z których największe znaczenie miał *A. alternata*. Procentowy udział tego gatunku w strukturze ilościowej wszystkich analizowanych gatunków, przekroczył 90% w 2007 roku, natomiast w latach 2008 oraz 2009 wynosił ponad 30%.

Analiza mikologiczna odkażonych powierzchniowo nasion gorzycy białej

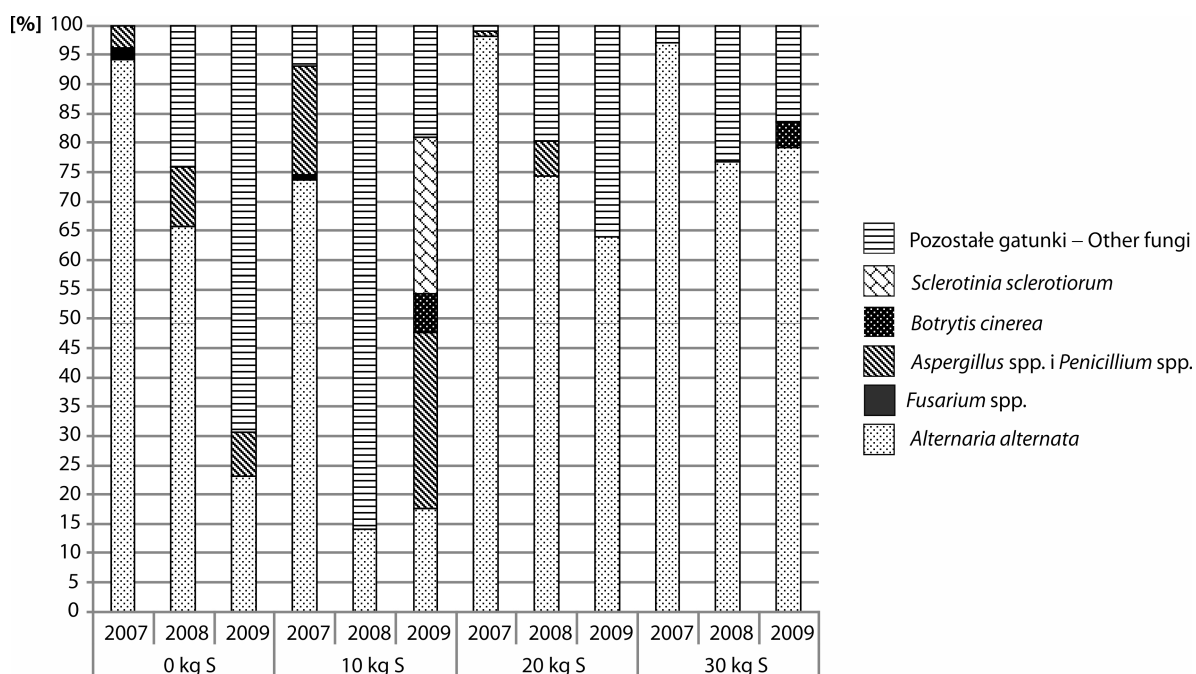
Odkażane nasiona gorzycy odmiany Metex były najliczniej zasiedlane przez *A. alternata*, a w mniejszej liczności przez rodzaje *Aspergillus* i *Penicillium* oraz grzyby niezarodnikujące o białych strzępkach. Udział dominujących gatunków grzybów (rys. 6) był zmienny w latach badań, z tym że przy zastosowaniu w uprawie odmiany Metex 20 lub 30 kg siarki na 1 ha odnotowano wzrost procentowego udziału *Aspergillus* i *Penicillium*, przy jednoczesnym spadku liczebności *A. alternata*. Odkażane powierzchniowo nasiona odmiany Nakielska były zasiedlane głównie przez *A. alternata*, rodzaj *Penicillium* i białe kolonie niezarodnikujące. Ponadto sporadycznie wyosobniono z nasion gorzycy grzyby o cechach patogenicznych należące do rodzaju *Fusarium*. W uprawie odmiany Nakielska zastosowanie siarki w dawce 30 kg/ha skutkowało zmianą procentowego udziału wyizolowanych gatunków grzybów. Stwierdzono spadek liczebności rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*, z jednoczesnym

wzrostem udziału *A. alternata* oraz pozostałych gatunków grzybów (rys. 7). Analiza procentowego udziału grzybów izolowanych z odkażonych nasion odmian Nakielska i Metex wskazuje, że były one w równym stopniu porażone przez *A. alternata* (rys. 8). Ponadto stwierdzono wahający udział, od około 16% do 22%, ogólnej puli mikroorganizmów, grzybów rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Gatunek *A. alternata* dominował w procentowym udziale wszystkich izolowanych gatunków na powierzchni odka-

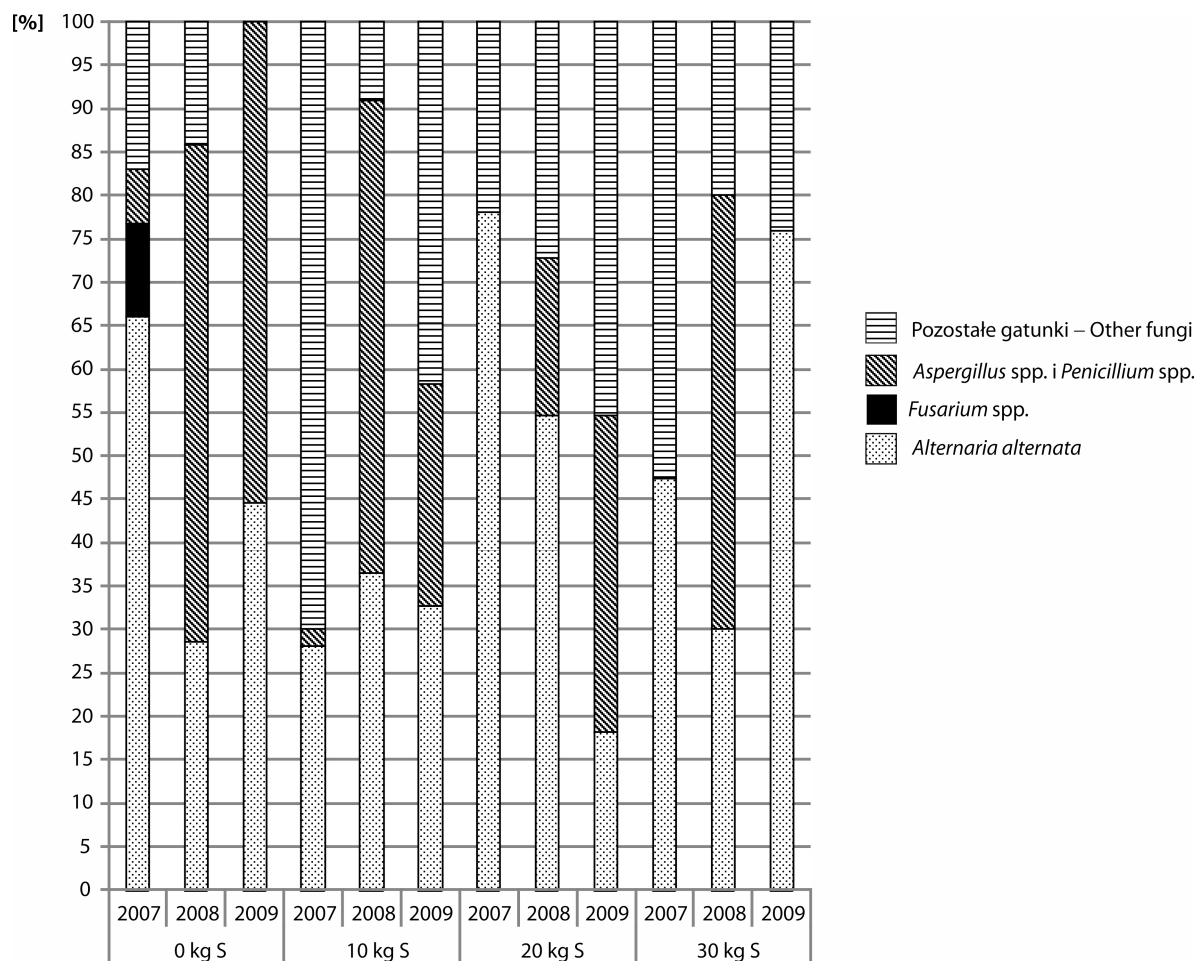
żonych nasion gorczycy białej i stanowił około 50% (rys. 9). Odnotowano natomiast inhibycyjny wpływ siarki w dawce 10 kg/ha, gdyż spowodowała ona spadek liczebności tego grzyba o ponad 10% w porównaniu do kontroli (bez nawożenia). Z kolei zastosowanie zwiększonych dawek siarki nie wpływało na strukturę ilościową taksonu. Analogicznie do zbiorowiska mikroorganizmów z nasion odkażonych, nasiona odkażone gorczycy białej w największej liczbie porażone były przez *A. alternata* (rys. 10). W dalszej



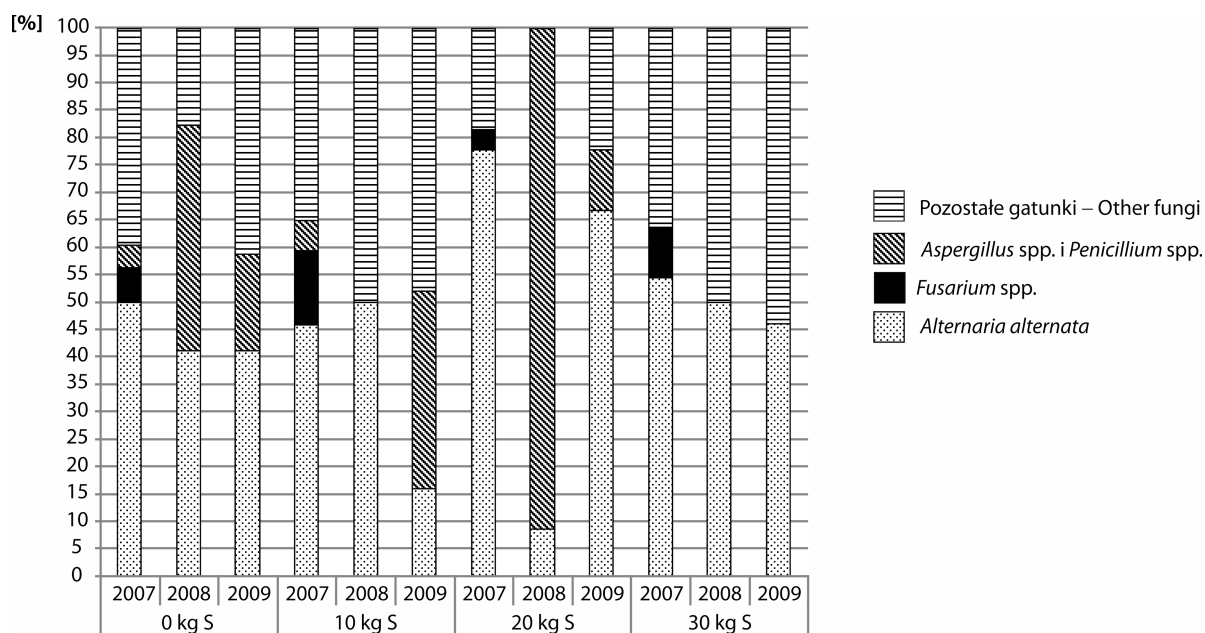
Rys. 1. Procentowy udział grzybów izolowanych z nieodkażonych nasion gorczycy białej odmiany Metex
Fig. 1. Percentage share of fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard cultivar Metex



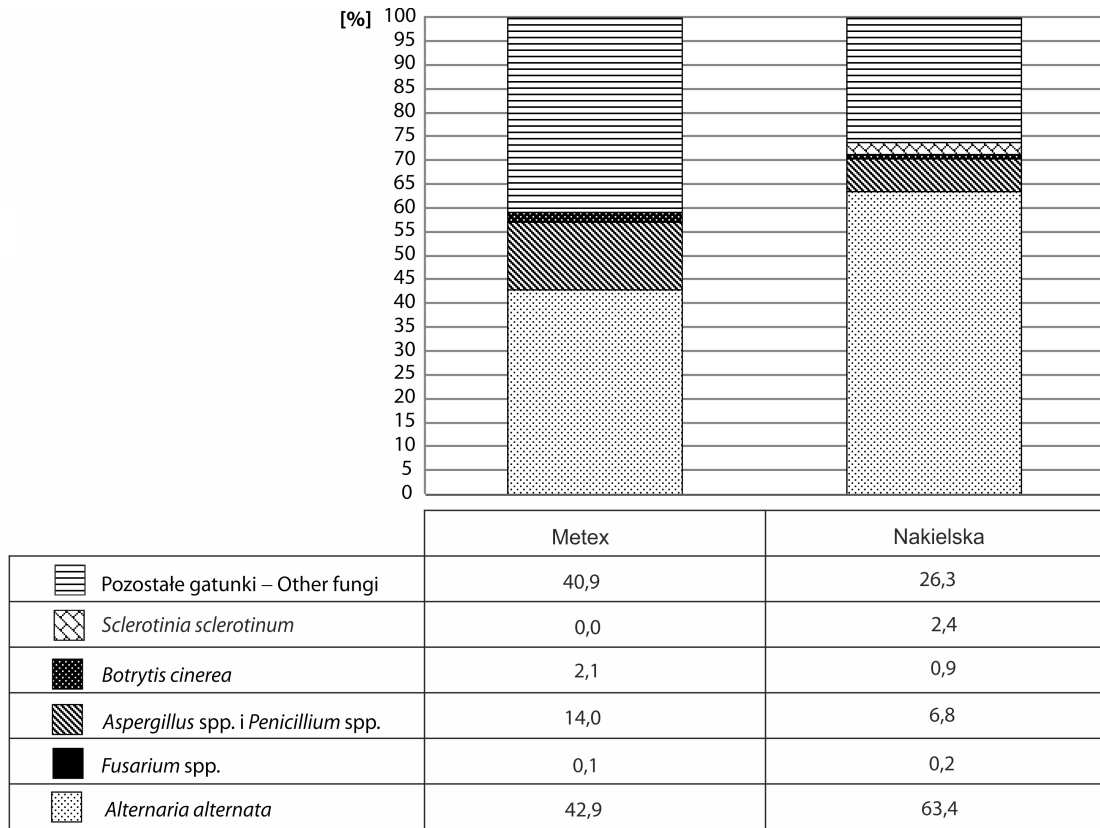
Rys. 2. Procentowy udział grzybów izolowanych z nieodkażonych nasion gorczycy białej odmiany Nakielska
Fig. 2. Percentage share of fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard cultivar Nakielska



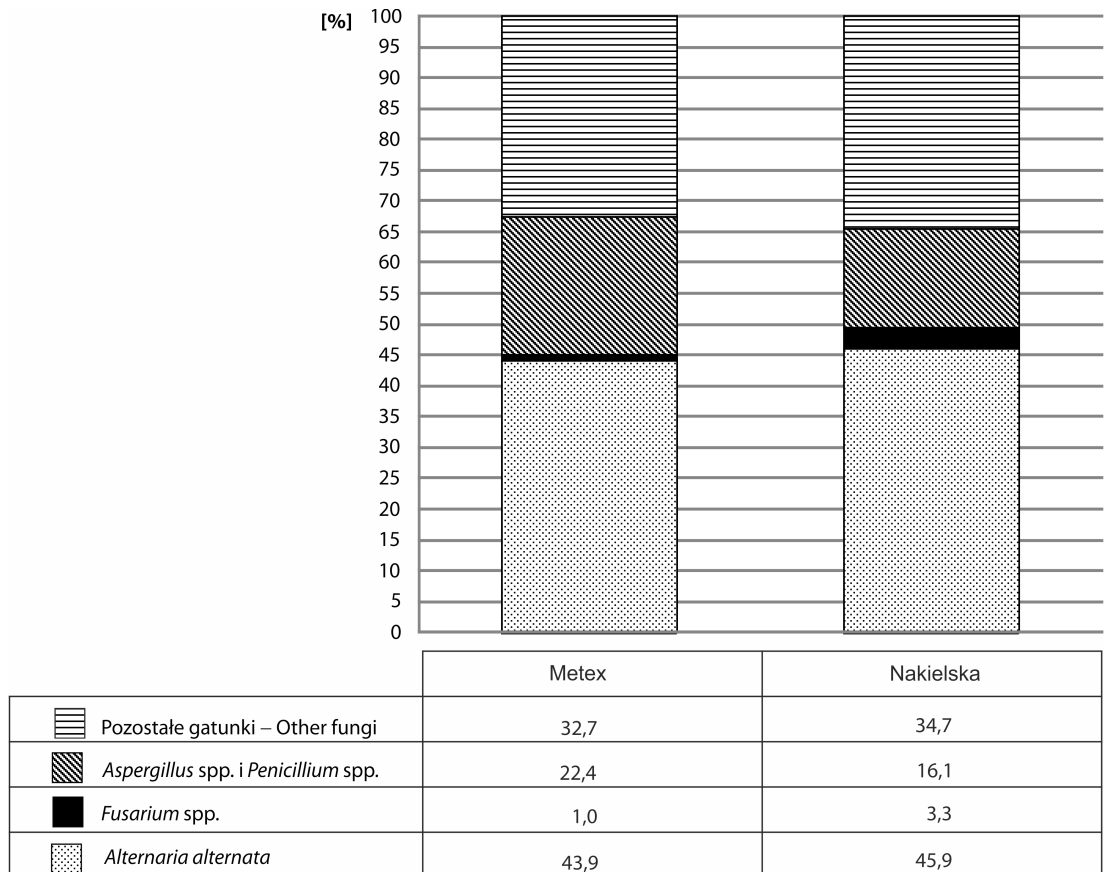
Rys. 3. Średni procentowy udział grzybów izolowanych z nieodkażonych nasion gorczyicy białej w zależności od odmiany
 Fig. 3. Percentage share of fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard depending on the cultivar



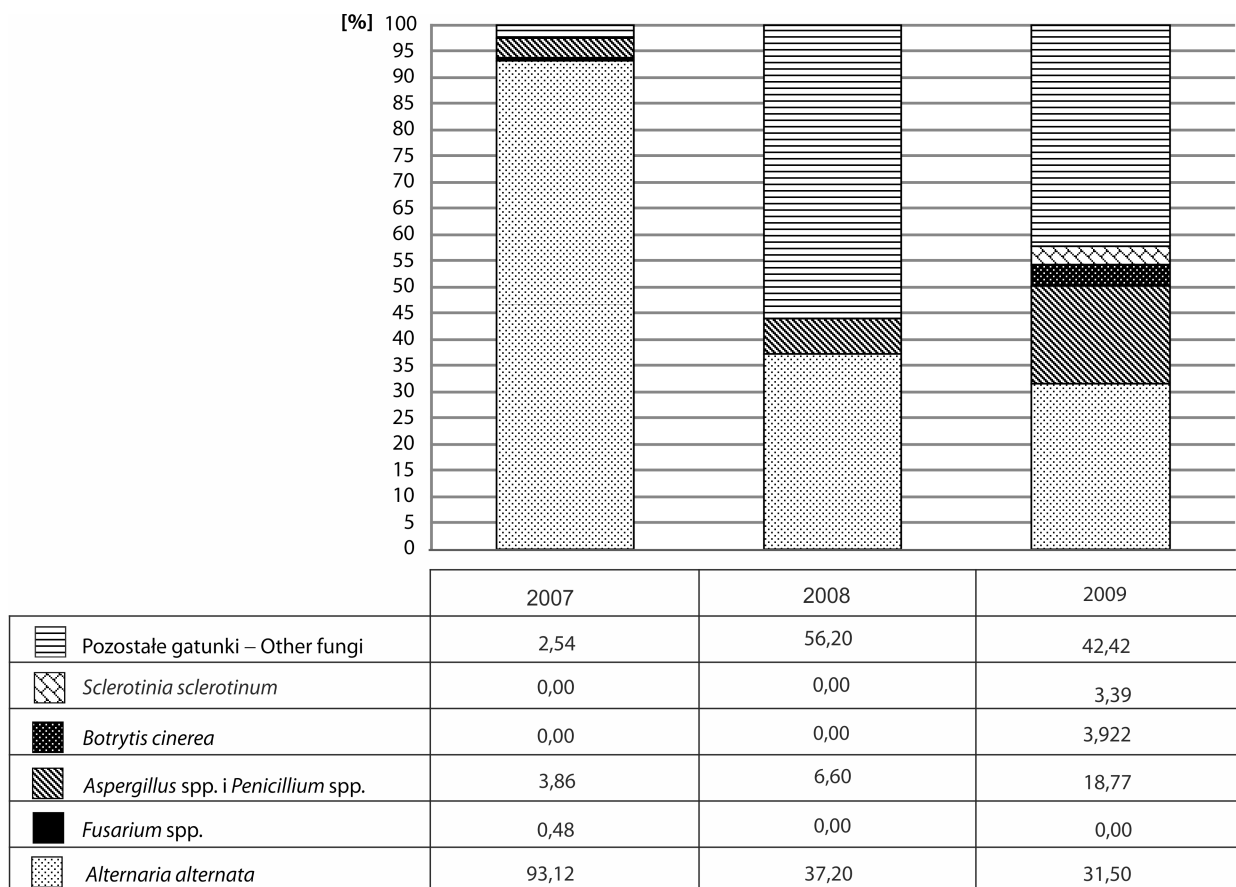
Rys. 4. Średni procentowy udział grzybów izolowanych z nieodkażonych nasion gorczyicy białej w zależności od zastosowanej dawki nawozu siarkowego
 Fig. 4. Percentage share of fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard depending on the S dose



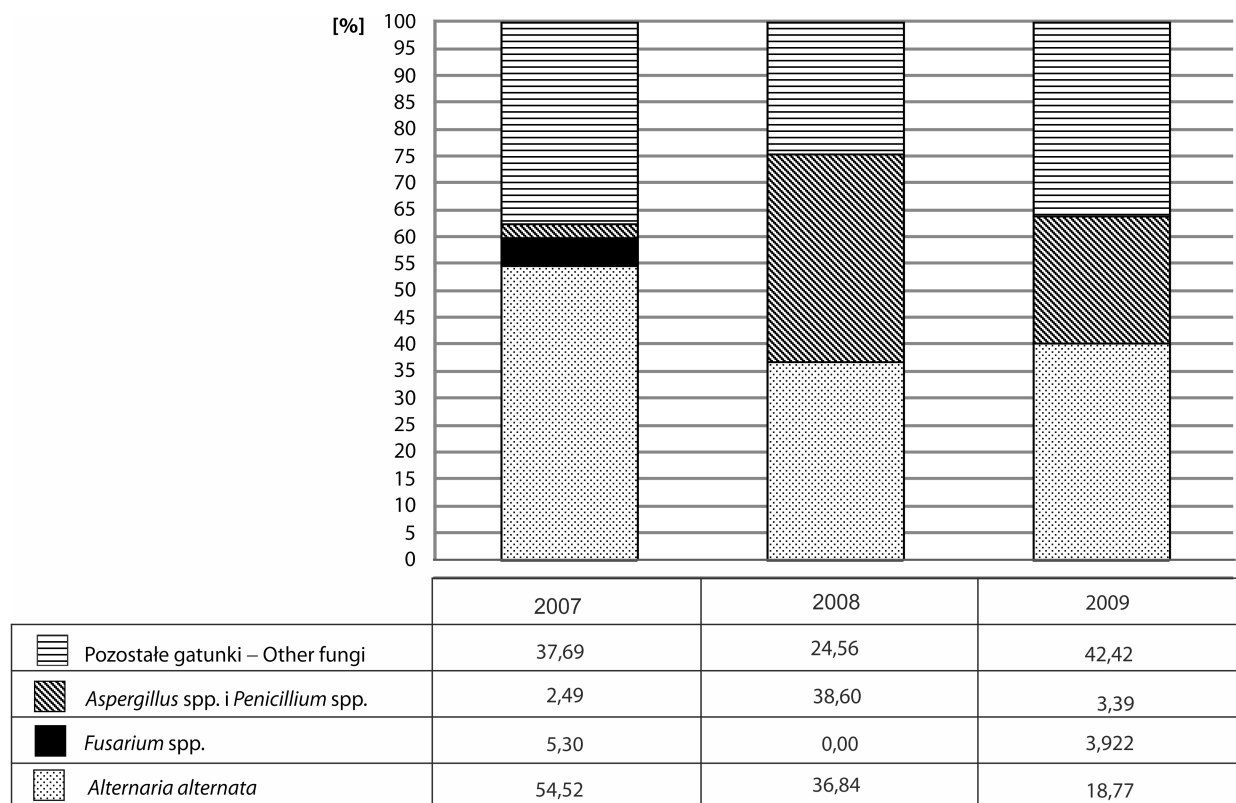
Rys. 5. Średni procentowy udział grzybów izolowanych z nieodkażonych nasion gorczycy białej w zależności od roku badań
 Fig. 5. Percentage share of fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard depending on the year of experiment



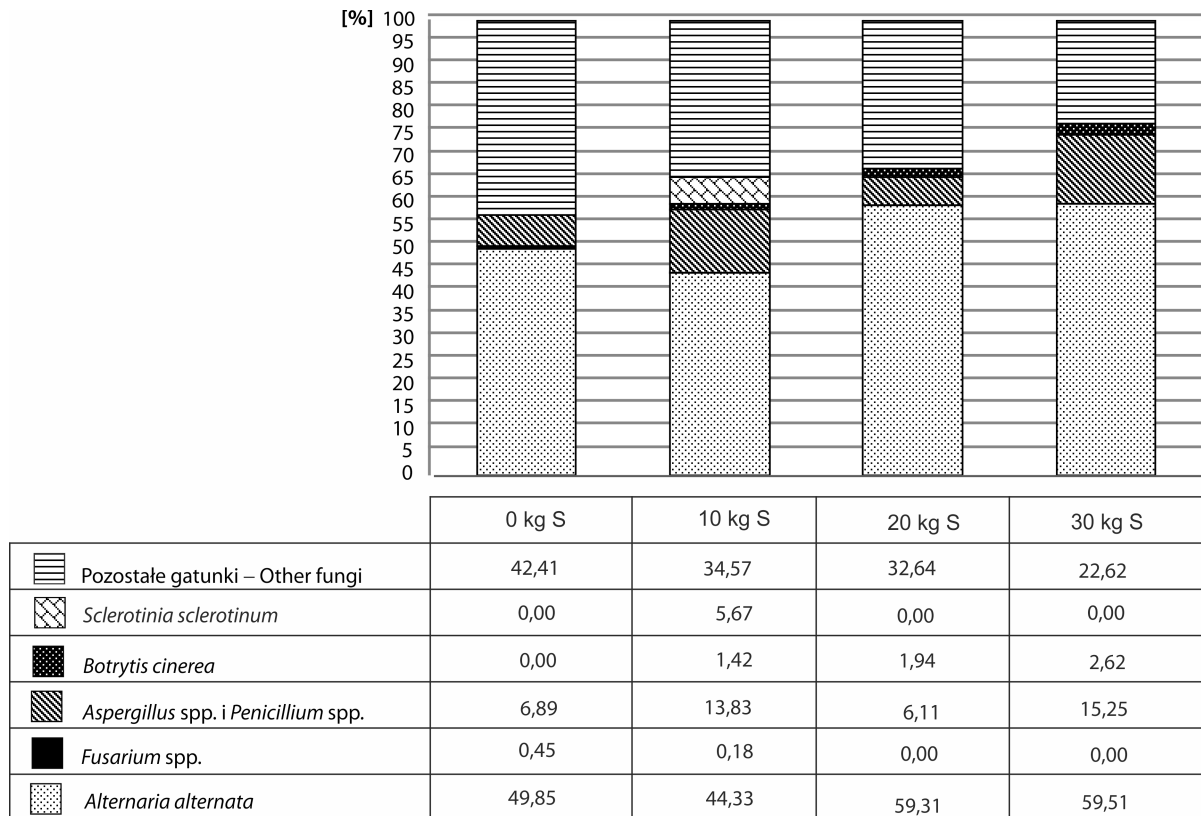
Rys. 6. Procentowy udział grzybów izolowanych z odkażonych nasion gorczycy białej odmiany Metex
 Fig. 6. Percentage share of fungi isolated from disinfected seeds of white mustard cultivar Metex



Rys. 7. Procentowy udział grzybów izolowanych z odkażonych nasion gorczycy białej odmiany Nakielska
 Fig. 7. Percentage share of fungi isolated from disinfected seeds of white mustard cultivar Nakielska

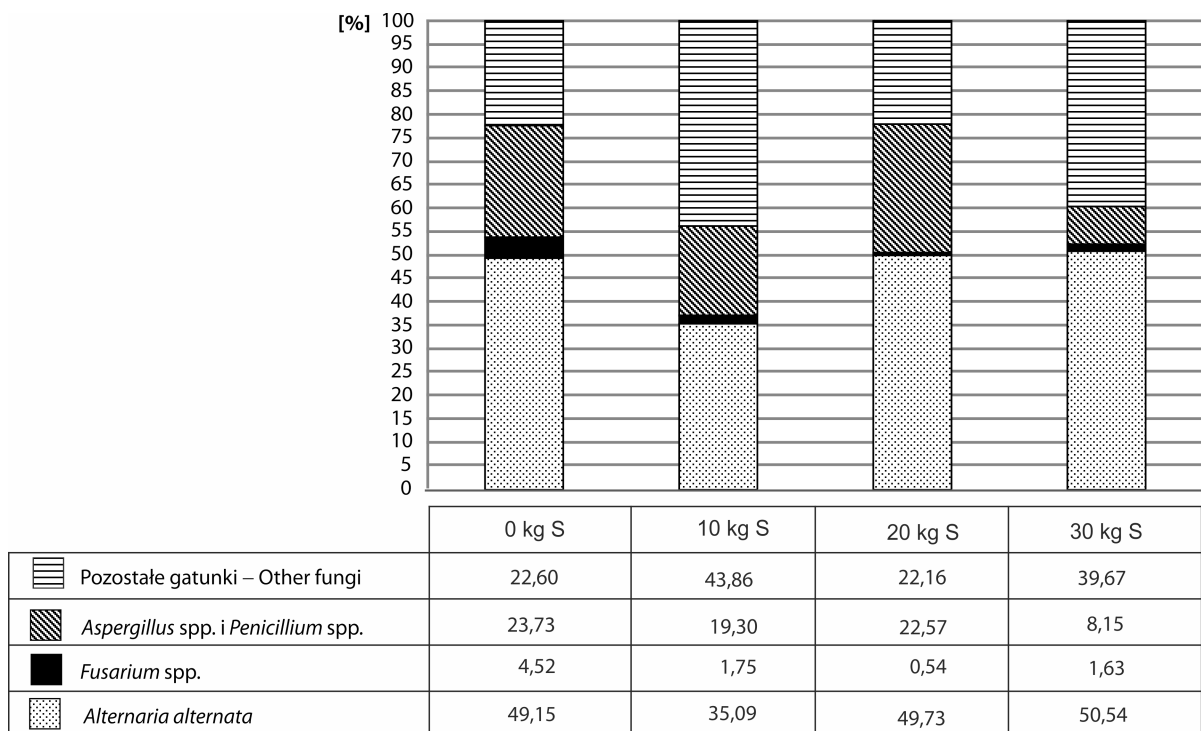


Rys. 8. Średni procentowy udział grzybów najliczniej izolowanych z odkażonych nasion gorczycy białej w zależności od odmiany
 Fig. 8. Percentage share of fungi isolated from disinfected seeds of white mustard depending on the cultivar



Rys. 9. Średni procentowy udział grzybów najliczniej izolowanych z odkażonych nasion gorczycy białej w zależności od zastosowanej dawki siarki

Fig. 9. Percentage share of fungi isolated from disinfected seeds of white mustard depending on the S dose



Rys. 10. Średni procentowy udział grzybów najliczniej izolowanych z odkażonych nasion gorczycy białej w zależności od roku badań

Fig. 10. Percentage share of fungi isolated from disinfected seeds of white mustard depending on the year of experiment

kolejności odnotowano łączne występowanie pozostałych niepatogenicznych gatunków, a spośród patogenicznych w niewielkim nasileniu rodzaju *Fusarium*. W roku 2008, a także w 2009 odnotowano zwiększenie udziału gatunków z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. W literaturze krajowej opracowania dotyczące podjętego zagadnienia występują nielicznie. Jednak w innym doświadczeniu z gorczycą białą odmiany Radena nie potwierdzono korzystnego wpływu nawożenia siarką na zdrowotność nasion (Pusz i wsp. 2012). Podobnie, badania dotyczące wpływu nawożenia azotem i siarką na zdrowotność gorczycy białej i sarepskiej (Kurowski i Jankowski 2003), nie potwierdzają istotnego wpływu przedsięwzięcia stosowania siarki lub magnezu na ograniczenie występowania chorób grzybowych. Wykazały one jednocześnie wpływ dolistnego nawożenia azotem na zmniejszenie stopnia porażenia patogenami. Wiele opracowań (Schnug i Ceynowa 1990; Makulec i wsp. 1995) wskazuje jednak na istotne powiązanie pomiędzy odpowiednim zaopatrzeniem roślin z rodziny Brassicaceae w siarkę, a odpornością na porażające je patogeny. Również Figas i wsp. (2008) donoszą o pozytywnym wpływie nawożenia rzepaku jarego siarką na spadek zasiedlenia roślin przez *A. brassicaceae*.

Literatura / References

- Figas A., Drozdowska L., Sadowski C. 2008. Zależność między nawożeniem siarką a zawartością glukozynolanów i zasiedleniem nasion rzepaku jarego 'Margo' przez *Alternaria brassicae*. [Relationship between sulphur fertilization, glucosinolate content and infection level of seeds of spring oilseed rape 'Margo' with *Alternaria brassicae*]. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura 7 (3): 43–52.
- Gornas Z. 1995. Uprawiamy zioła – gorczyca biała. Informator Ośrodka Doradztwa Rolniczego, Bonin 6: 13–14.
- Grzebisz W., Gaj R. 2000. Zbilansowane nawożenie rzepaku ozimego. s. 83–97. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy” (W. Grzebisz, red.). Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań, 306 ss.
- Grzebisz W., Podleśna A., Wielebski F. 2005. Potrzeby pokarmowe i nawożenie. s. 74–89 W: „Technologia produkcji rzepaku” (Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński, red.). Wieś Jutra Sp. z o.o., Warszawa, 203 ss.
- Haneklaus S., Bloem E., Schung E. 2000. Sulphur in agroecosystems. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura 204 (81): 17–32.
- Kozłowski J., Buchwald W., Szczeglewska D., Dorycka A. 1997. Biologia kiełkowania nasion roślin leczniczych. XVIIIa. Nasiona lecznicze gatunków z rodziny *Cruciferae* = *Brassicaceae*. Herba Polonica 43 (1): 5–11.
- Kurowski T.P., Jankowski K. 2003. Wpływ nawożenia na zdrowotność gorczycy białej i sarepskiej. [The influence of fertilisation on health status of white and Indian mustard]. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 24 (2): 465–476.
- Makulec I., Marczak E., Lipkowski A., Baranowska B. 1995. Przeciwbakteryjne i przeciwgrzybowe działanie glukozynolanów wyekstrahowanych ze śrutki rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 16: 255–258.
- Piętka T., Krzymański J., Michalski K., Krótka K. 1998. Postępy prac nad tworzeniem gorczycy białej podwójnie ulepszonej. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 19 (2): 455–462.
- Pusz W., Serafin-Andrzejewska M., Płaskowska E., Kozak M. 2012. Wpływ zróżnicowanego nawożenia siarką na zdrowotność nasion gorczycy białej, odmiany Radena. [The effect of different sulphur fertilization rates on seed health of white mustard seeds, cultivar Radena]. Progress in Plant Protection 52 (3): 590–595. DOI: <http://dx.doi.org/10.14199/ppp-2012-102>.
- Scherer H.W. 2001. Sulphur in crop production – invited paper. European Journal of Agronomy 14 (2): 81–111. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00082-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00082-4).
- Schnug E., Ceynowa J. 1990. Phytopathological aspects of glucosinolates in oilseed rape. Journal of Agronomy and Crop Science 165: 319–328.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M. 2000. Efekt antymykatykowy i plonowanie gorczycy białej, facelii błękitnej i rzodkwi oleistej uprawianych w plonie głównym. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 21 (1): 286–291.
- Zhao F.J., McGrath S.P., Blake-Kalff M.M.A., Link A., Tucker M. 2003. Crop responses to sulphur fertilization. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers Fertilization 3 (16): 26–51.

Istotne jest poszukiwanie źródeł zwiększonej odporności roślin uprawnych na patogeny, zwłaszcza porażające części generatywne. Skłania to w przyszłości do dalszej analizy powyższego problemu w odniesieniu do uprawy gorczycy białej, ale także pozostałych roślin kapustnych, w uprawie których nawożenie siarką może okazać się istotnym zabiegiem agrotechnicznym wpływającym nie tylko na jakość i wielkość plonu, ale również na tworzenie odporności roślin na stropy biotyczne.

Wnioski / Conclusions

1. *A. alternata* był dominantem w zbiorowisku mikroorganizmów niezależnie od odmiany gorczycy białej, dawki nawożenia siarką oraz roku badań.
2. Siarka nie wpływała na skład jakościowy i ilościowy grzybów izolowanych z nasion gorczycy białej.
3. Obie badane w doświadczeniu nasienne odmiany gorczycy białej: Metex i Nakielska były w podobnym stopniu zasiedlane przez grzyby patogeniczne, nie wykazano wpływu czynnika odmianowego na stopień porażenia nasion.
4. Gatunki i rodzaje grzybów zasiedlały głównie powierzchnię nasion.