

The effect of different sulphur fertilization rates on seed health of white mustard seeds, cultivar Radena

Wpływ zróżnicowanego nawożenia siarką na zdrowotność nasion gorczycy białej, odmiany Radena

Wojciech Pusz¹, Magdalena Serafin-Andrzejewska², Elżbieta Płaskowska¹, Marcin Kozak²

Summary

In the years 2007–2009 on the research fields of the Department of Crops Production at Wrocław University of Environmental and Life Sciences, the field experiment was conducted in order to evaluate the effect of different sulphur rates on health state of seeds of white mustard, cultivar Radena.

Among all the analyzed fungi species, the highest infestation was observed with *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. regardless sulphur rates and time of the experiment. In a three-years period, the lowest *A. alternata* infestation of seeds which had not been surface-sterilized, was noted after fertilization with 20 kg of sulphur per 1 ha before sowing date. Compared to the surface-sterilized seeds of white mustard cultivar Radena, no positive effect of the increased S fertilization was proved with respect to fungi infestation.

Key words: white mustard, sulphur, fertilization, sanitary stage

Streszczenie

W latach 2007–2009 na polach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, przeprowadzono eksperyment polowy mający na celu określenie wpływu zróżnicowanych dawek siarki na zdrowotność nasion gorczycy białej, odmiany Radena. Spośród analizowanych gatunków i rodzajów grzybów, niezależnie od dawki nawożenia siarką oraz roku badań najliczniej był izolowany *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. Średnio, w ciągu trzech lat badań najmniejsze porażenie nieodkażonych powierzchniowo nasion przez *A. alternata* odnotowano przy zastosowaniu przedsięwziętego nawożenia roślin siarką w dawce 20 kg na 1 ha. W odniesieniu do odkażonych powierzchniowo nasion gorczycy białej odmiany Radena nie potwierdzono korzystnego wpływ zwiększonego nawożenia siarką na ograniczenie występowania grzybów patogenicznych.

Słowa kluczowe: gorczyca biała, siarka, nawożenie, zdrowotność

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław

¹ Katedra Ochrony Roślin
wojciech.pusz@up.wroc.pl

² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Wstęp / Introduction

Gorzycza biała, spośród uprawianych w Polsce jarych roślin z rodziny *Brassicaceae*, odznacza się najbardziej stabilnym plonowaniem (Dembiński i wsp. 1962; Muśnicki i wsp. 1997; Toboła i Muśnicki 1999) oraz największą odpornością na niedobory wilgoci występujące w okresie letniej wegetacji roślin (Dembiński i wsp. 1958; Dembiński 1975). Gatunek ten uprawia się na nasiona, które mają zastosowanie jako przyprawa i naturalny konserwant oraz składnik medykamentów wykorzystywanych w fitofarmacji (Muśnicka 1986; Rumińska 1993; Ochmańska 1994; Sawicka i Kotiuk 2007). Ponadto gorzycza biała uprawiana w międzyplonach na zieloną masę stanowi obecnie cenny nawóz naturalny, szczególnie w gospodarstwach nie stosujących nawożenia obornikiem. Korzystne oddziaływanie gorzycy białej polega przede wszystkim na polepszeniu struktury gleby oraz działaniu nawozowym i fitosanitarnym (Ochmańska 1994).

Można przypuszczać, że w uprawie gorzycy białej, podobnie jak w przypadku innych gatunków należących do rodziny *Brassicaceae*, obok podstawowych biogenów, jakimi są azot, fosfor i potas, duże znaczenie dla optymalnego rozwoju, plonowania i zdrowotności ma prawidłowe zaopatrzenie roślin w siarkę (Wielebski i Muśnicki 1998; Grzebiś i Gaj 2000; Grzebiś i wsp. 2005; Malarz i wsp. 2010a, b). W dostępnej literaturze brak jest obecnie ścisłych danych dotyczących wpływu tego składnika na występowanie chorób gorzycy białej, przez co podjęto badania nad wpływem zróżnicowanego nawożenia siarką na zdrowotność nasion odmiany Radena.

Celem badań polowych i laboratoryjnych było określenie wpływu zróżnicowanych dawek siarki na zdrowotność nasion gorzycy białej odmiany Radena. Jest to zielonkowa odmiana gorzycy białej, mączkowiec, wykorzystywana przez rolników szczególnie w zasiewach międzyplonowych w ramach pakietu 8. „Ochrona gleb i wód. Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich” na lata 2007–2013, co skutkuje koniecznością zwiększenia produkcji materiału siewnego charakteryzującego się wysokimi parametrami jakościowymi.

Materiały i metody / Materials and methods

W latach 2007–2009 na polach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono eksperyment polowy mający na celu ocenę reakcji gorzycy białej odmiany Radena na zróżnicowane dawki nawożenia siarką. Doświadczenie polowe zakładano corocznie na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu brunatnoziemnych, typu płowego, podtypu typowe, wytworzonej z gliny lekkiej, zalegającej na glinie średniej. Gleba ta jest zaliczana do kompleksu przydatności rolniczej pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Zawartość siarki ogólnej we wszystkich latach prowadzenia eksperymentu polowego, kształtowała się na bardzo niskim poziomie. Z kolei zawartość fosforu w roku 2007 była wysoka, natomiast w latach 2008 i 2009 bardzo wysoka. We wszystkich latach badań zasobność gleby

w potas była średnia, a w magnez była zróżnicowana – w roku 2007 średnia, w roku 2008 bardzo wysoka, a w roku 2009 wysoka. Odczyn gleby był kwaśny we wszystkich latach badań.

Corocznie przed założeniem doświadczenia zgodnie z przyjętą metodyką wykonywano nawożenie mineralne stosując (kg/ha): 0 (kontrola), 10, 20, 30 S w siarczanie amonu, a pozostałą dawkę N uzupełniano do 100 kg (saletra amonowa 34%), ponadto stosowano 60 kg P₂O₅ (superfosfat potrójny 46%) i 120 kg K₂O (sól potasowa 60%). Na 1 m² wysiewano 100 nasion o pełnej wartości użytkowej. Rozstawa rzędów wynosiła 15 cm, a głębokość siewu 1–2 cm. Jednoetapowy zbiór nasion przeprowadzono kombajnem poletkowym w dojrzałości pełnej.

W celu izolacji grzybów zasiedlających nasiona gorzycy białej zebranych z badań polowych, sporządzono próby mieszane, utworzone z czterech powtórzeń w obrębie danej kombinacji badawczej (nawozowej). Z każdej kombinacji analizowano 200 nasion. Połowę nasion wykładano po 10 sztuk na szalki Petriego, bezpośrednio na zestaloną pożywkę PDA (Potato Dextrose Agar – agar ziemniaczano-glukozowy). Pozostałą ich część, przed wyłożeniem na tę samą pożywkę odkażano powierzchniowo 1% roztworem podchlorynu sodu przez 60 sekund. Nadmiar podchlorynu odsączano na sterylnej bibule, a następnie nasiona wykładano na szalki z pożywką PDA. Wyrastające kolonie grzybów odczczepiano sukcesywnie na skosy z zestaloną pożywką PDA. Uzyskane izolaty oznaczano do gatunku według dostępnych monografii.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Wyniki przeprowadzonych analiz mikologicznych nasion nieodkażonych i odkażonych powierzchniowo gorzycy przedstawiono w tabelach 1–2. Na rysunkach 1–2 zobrazowano procentowy udział najliczniej wyizolowanych z nich gatunków grzybów, w zależności od roku badań oraz zastosowanej przedsięwzięcia dawki siarki.

Nieodkażone nasiona gorzycy były zasiedlane głównie przez gatunek *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., we wszystkich latach badań (tab. 1). Sumarycznie gatunek ten stwierdzano najczęściej, niezależnie od zastosowanej dawki siarki. Najliczniej izolowano go z nasion pochodzących ze zbiorów w 2007 roku (744 izolaty). Miał na to niewątpliwie wpływ przebieg pogody podczas okresu wegetacji roślin, a szczególnie wystąpienie silnych opadów deszczu o charakterze burzowym w I dekadzie sierpnia, które to wpłynęły niekorzystnie na dojrzewanie łuszczyń i spowodowały silne uwilgotnienie całych roślin przed zbiorem. Średnio, w ciągu trzech lat badań odnotowano najmniejsze porażenie nieodkażonych nasion przez *A. alternata* przy zastosowaniu przedsięwzięcia nawożenia siarką w dawce 20 kg na 1 ha. Z kolei w uprawie tej odmiany, przy stosowaniu nawożenia 20 lub 30 kg siarki na 1 ha, odnotowano większe nasilenie występowania grzybów z rodzaju *Penicillium*, a także *Trichoderma* oraz gatunku *Rhizopus nigricans* Ehrenb.

Spośród wyizolowanych gatunków grzybów z nasion nieodkażonych, największy procentowy udział w ogólnej liczbie izolatów miał *A. alternata*, niezależnie od zasto-

Tabela 1. Grzyby wyizolowane z nieodkażonych nasion gorczycy białej, odmiany Radena
Table 1. Fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard, cultivar Radena

Gatunek grzyba Fungus species	0 kg S/ha			10 kg S/ha			20 kg S/ha			30 kg S/ha		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	200	112	156	200	120	152	200	108	90	144	130	182
<i>Aspergillus</i> spp.		10			6						4	
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.						6						
<i>Cladosporium cladosporioides</i> Fresen												
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer		12							18	4		
<i>Penicillium</i> spp.	2		44						24	12	24	6
<i>Phoma exigua</i> Sacc.												
<i>P. medicaginis</i> Malbr. ex Roum.												
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.		28	32		30			40		2	120	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Lib. de Bary												
<i>Trichoderma</i> spp.			62			44		30	124		20	6
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss										4		
Kolonie niezarodnikujące Non-sporulating colonies	2		6			18	2		12	6		
Razem – Total	204	162	300	200	156	220	202	178	268	172	298	194

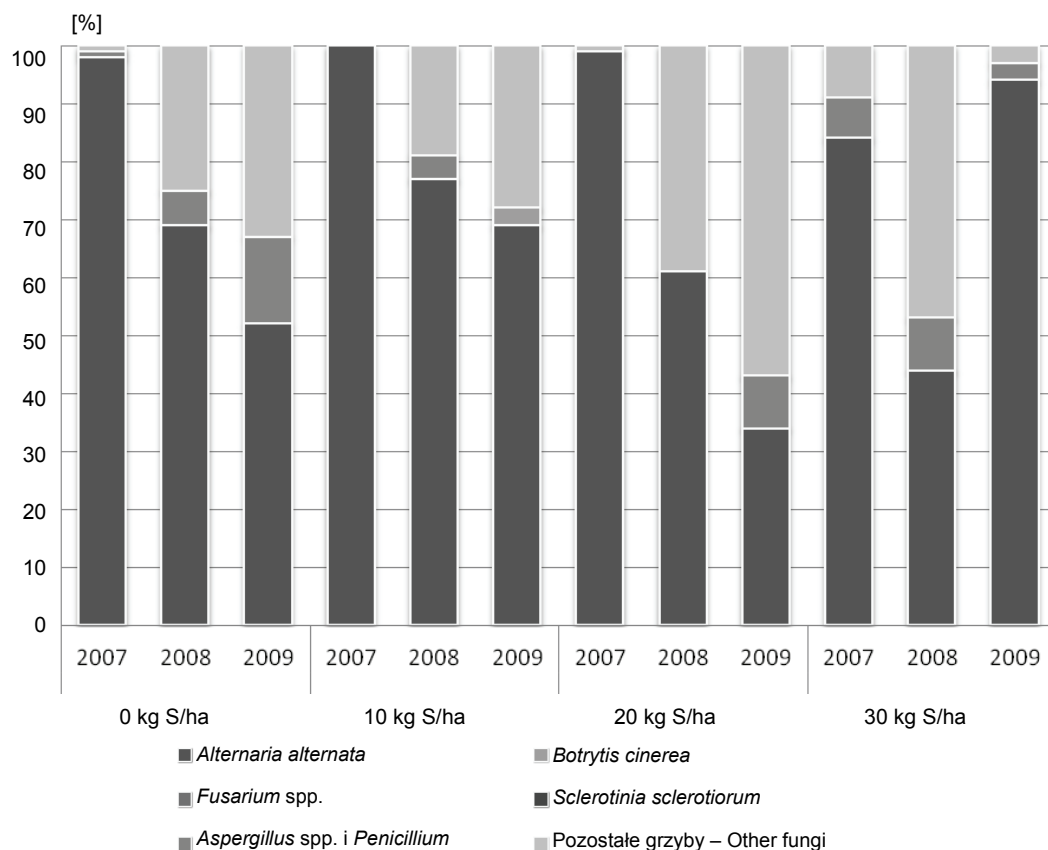
Tabela 2. Grzyby wyizolowane z odkażonych nasion gorczycy białej, odmiany Radena
Table 2. Fungi isolated from disinfected seeds of white mustard, cultivar Radena

Gatunek grzyba Fungus species	0 kg S/ha			10 kg S/ha			20 kg S/ha			30 kg S/ha		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	46	18	18	114	12	64	60	34	108	30	24	64
<i>Aspergillus</i> spp.					12							
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.												
<i>Cladosporium cladosporioides</i> Fresen	8			4						4		
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.				4						4		
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer							4		4			
<i>Penicillium</i> spp.				2	24			24	6	8	12	
<i>Phoma exigua</i> Sacc.				4								
<i>Phoma medicaginis</i> Malbr. ex Roum.										4		
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Lib. de Bary										2		
<i>Trichoderma</i> spp.										2		
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss	6	20		4			2			4	4	
Kolonie niezarodnikujące Non-sporulating colonies	4	6	18	26	22	6	14		24	10	12	6
Razem – Total	64	44	36	158	70	70	80	58	142	68	52	70

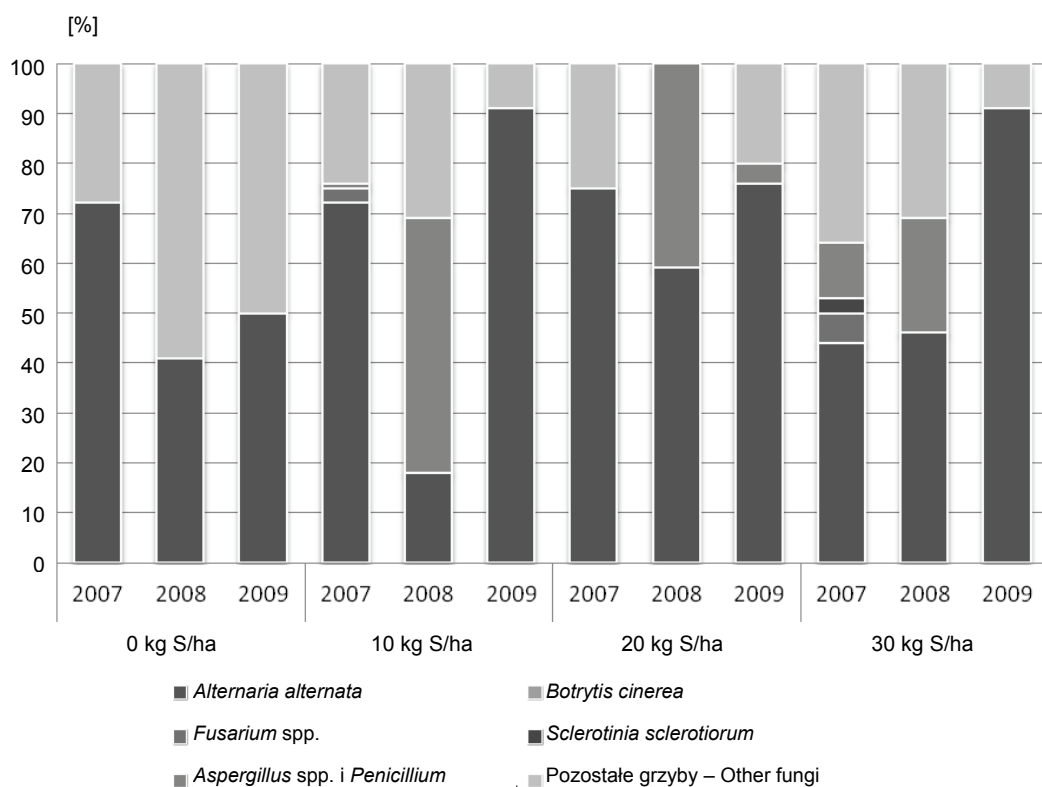
sowanej dawki siarki i roku badań (rys. 1). Szczególnie silnie uwidoczniło się to w 2007 roku. Ponadto stwierdzono duże zróżnicowanie w zasiedleniu nasion przez grzyby z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*, zwłaszcza w okresach wegetacyjnych 2008 i 2009 roku.

Podobnie jak w przypadku nasion nieodkażonych, odkażone nasiona gorczycy były w największym stopniu zasiedlone przez *A. alternata*. Dość licznie występowały

również grzyby z rodzaju *Penicillium* oraz kolonie niezarodnikujące (tab. 2). Procentowy udział gatunków grzybów wyizolowanych z odkażonych nasion gorczycy był jednak zmienny w latach badań i niejednoznaczny pod względem wpływu wzrastających dawek nawożenia siarką na liczbę uzyskanych izolatów grzybów (rys. 2). Jednak odnotowano największy procentowy udział grzyba *A. alternata*. Liczebność gatunków grzybów wyizolowanych



Rys. 1. Procentowy udział grzybów najliczniej wyizolowanych z nieodkażonych nasion gorczycy białej, odmiany Radena
Fig. 1. Percentage share of most numerous fungi isolated from non-disinfected seeds of white mustard, cultivar Radena



Rys. 2. Procentowy udział grzybów najliczniej wyizolowanych z odkażonych nasion gorczycy białej, odmiany Radena
Fig. 2. Percentage share of most numerous fungi isolated from disinfected seeds of white mustard, cultivar Radena

z odkażonych nasion gorczycy białej była o około 2–3 razy mniejsza niż z nasion powierzchniowo nieodkażonych (tab. 1, 2). W stosunku do odkażonych nasion gorczycy białej odmiany Radena nie potwierdzono korzystnego wpływ zwiększonego nawożenia siarką na ograniczenie występowania grzybów patogenicznych, a w przypadku *A. alternata* odnotowano nawet wzrost jego liczebności w odniesieniu do kontroli (bez nawożenia siarką). Jednak odkażanie powierzchniowe w znacznym stopniu redukowało liczebność występujących gatunków grzybów, w porównaniu do materiału nieodkażanego.

Grzyby patogeniczne dla nasion gorczycy białej były reprezentowane głównie przez *A. alternata*, sporadycznie przez *Botrytis cinerea* Pers. Spośród analizowanych gatunków grzybów, niezależnie od dawki nawożenia siarką oraz roku badań, najliczniej był wyisobniony *A. alternata*. Jego procentowy udział uzyskany z nieodkażonych i odkażonych powierzchniowo nasion gorczycy był jednak bardzo silnie zróżnicowany w latach badań, czego bezpośrednią przyczyną był zmienny przebieg warunków pogodowych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. W badaniach własnych nie wykazano jednoznacznego wpływu przedsiewnego nawożenia siarką na zdrowotność nasion gorczycy białej Radena. Niewielka liczba gatunków grzybów patogenicznych dla roślin kapustowatych izolowanych z nasion (poza bardzo licznym *A. alternata*), nie pozwoliła na jednoznaczną analizę zagadnienia dotyczącego wpływu nawożenia siarką na przeciwwgrzybową aktywność glukozyzolanów. Podobnie Buchwald i wsp. (1985) nie wykazali wpływu zróżnicowanego poziomu glukozyzolanów na rozwój grzybów chorobotwórczych i patogenicznych bakterii. Nieliczne badania krajowe (Kurowski i Jankowski 2003) dotyczące wpływu nawożenia azotem i siarką na zdrowotność gorczycy białej i sarepskiej nie potwierdzają korzystnego wpływu przedsiewnego stosowania siarki lub magnezu na ograniczenie występowania patogenów tych roślin, natomiast wskazują na zmniejszenie

stopnia porażenia na skutek dolistnego nawożenia azotem. Na podstawie cytowanych powyżej badań nasuwa się wniosek, że nasilenie występowania chorób gorczycy białej i sarepskiej w największym stopniu jest zdeterminowane przebiegiem pogody w sezonie wegetacyjnym tych roślin. Jednak wielu autorów (Mithen i wsp. 1986; Milford i wsp. 1989; Schnug i Ceynowa 1990; Makulec i wsp. 1995) uzyskało wyniki wskazujące na silny związek pomiędzy zaopatrzeniem roślin kapustowatych w siarkę i odpowiednim poziomem zawartości glukozyzolanów a odpornością na infekcję przez zakażające je patogeny. Podleśna i wsp. (2005) zwracają uwagę, iż rzepak, w uprawie którego zastosowano ochronę fungicydową połączoną z równoczesnym nawożeniem siarką, wykazywał na ogół mniejszą podatność na choroby, w porównaniu do obiektów chronionych tylko fungicydami. Również Figas i wsp. (2008) donoszą o pozytywnym wpływie nawożenia siarką na zdrowotność rzepaku jarego i obniżenie porażenia roślin przez *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. Skłania to w przyszłości do dalszej analizy powyższego problemu w odniesieniu do uprawy gorczycy białej w warunkach naszego kraju.

Wnioski / Conclusions

1. Gatunek *A. alternata* był jednym z najliczniej występujących patogenów nasion gorczycy białej Radena, niezależnie od dawki nawożenia siarką oraz roku badań.
2. Na podstawie trzech lat badań można uznać, że zastosowanie przedsiewnego nawożenia roślin siarką w dawce 20 kg na 1 ha w największym stopniu ogranicza zasiedlenie nieodkażonych powierzchniowo nasion przez *A. alternata*.
3. W odniesieniu do odkażonych powierzchniowo nasion gorczycy białej Radena nie potwierdzono korzystnego wpływ zwiększonego nawożenia siarką na ograniczenie występowania grzybów patogenicznych.

Literatura / References

- Buchwald I., Nielsen J.K., Sørensen H. 1985. Preliminary investigations on the effect of sinigrin on *in vitro* growth of three fungal pathogens of oilseed rape. p. 206–267. In: „Advances in the Production and Utilization of Cruciferous Crops” (H. Sørensen, ed.). Martinus Nijhoff, Amsterdam, 332 pp.
- Dembiński F. 1975. Rośliny Oleiste. PWRiL, Warszawa: 291–301.
- Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska H. 1962. Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych. Pam. Puł. 8: 3–82.
- Dembiński F., Matusiewicz E., Kopańska E., Dubas A., Wiatroszak I. 1958. Badania nad wpływem wilgotności gleby na rozwój i strukturę plonu niektórych jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Roczn. WSR Poznań 4: 3–67.
- Figas A., Drozdowska L., Sadowski C. 2008. Zależność między nawożeniem siarką a zawartością glukozyzolanów i zasiedleniem nasion rzepaku jarego „Margo” przez *Alternaria brassicae*. Acta Sci. Pol., Agricultura 7 (3): 43–52.
- Grzebisz W., Gaj R. 2000. Zbilansowane nawożenie rzepaku ozimego. s. 83–97. W: „Zbilansowane Nawożenie Rzepaku. Aktualne Problemy” (W. Grzebisz, red.). Wyd. AR im. A. 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, Warszawa, 203 ss.
- Kurowski T.P., Jankowski K. 2003. Wpływ nawożenia na zdrowotność gorczycy białej i sarepskiej. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 24 (2): 465–476.
- Makulec I., Marczak E., Lipkowski A., Baranowska B. 1995. Przeciwbakteryjne i przeciwwgrzybowe działanie glukozyzolanów wyekstrahowanych ze śruty rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 16 (2): 255–258.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2010a. Wpływ nawożenia siarką na rozwój i plonowanie odmian rzepaku ozimego. Część I. Rozwój roślin i cechy morfologiczne. s. 115–116. Mat. 30. Konferencji Naukowej Rośliny Oleiste – Oilseed Crops. Poznań, 16–17 marca 2010, 213 ss.

- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2010b. Wpływ nawożenia siarką na rozwój i plonowanie odmian rzepaku ozimego. Część II. Plon nasion i jego jakość. s. 116–118. Mat. 30. Konferencji Naukowej Rośliny Oleiste – Oilseed Crops. Poznań, 16–17 marca 2010, 213 ss.
- Milford G.F.J., Fieldsend J.K., Porter A.J.R., Rawlinson C.J., Evans E.J., Bilsborrow P. 1989. Changes in glucosinolate concentration during the vegetative growth of single and doublelow cultivars of winter oilseed rape. *Asp. Appl. Biol.* 23: 83–90.
- Mithen R.F., Lewis B.G., Fenwick G.R. 1986. In vitro activity of glucosinolates and their products against *Leptosphaeria maculans*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 87: 433–440.
- Muśnicka B. 1986. Uprawa gorczycy białej. *Wiadomości Zielarskie* 5: 3–4.
- Muśnicki C., Toboła P., Muśnicka B. 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 18 (2): 269–278.
- Ochmańska M. 1994. Uprawa gorczycy białej na nasiona. *Doradca* 30: 13–14.
- Podleśna A., Jędryczka M., Lewartowska E. 2005. Występowanie chorób grzybowych na rzepaku ozimym w warunkach zróżnicowanego nawożenia siarką i azotem. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 26 (1): 173–184.
- Rumińska A. 1993. Gorczyca. *Wiadomości Zielarskie* 5: 17–18.
- Sawicka B., Kotiuk E. 2007. Gorczyce jako rośliny wielofunkcyjne. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6 (2): 17–27.
- Schnug E., Ceynowa J. 1990. Phytopathological aspects of glucosinolates in oilseed rape. *J. Agron. Crop Sci.* 165: 319–328.
- Toboła P., Muśnicki C. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 20 (1): 93–100.
- Wielebski F., Muśnicki C. 1998. Wpływ wzrastających dawek siarki i sposobu jej aplikacji na plon i zawartość glukozynolanów w nasionach dwóch odmian rzepaku ozimego w warunkach doświadczeń polowych. *Rocz. AR Pozn.* 303, Agric. 51: 149–167.