

PAWEŁ SKONIECZEK
MIROSLAW NOWAKOWSKI

Zakład Technologii Produkcji Roślin Okopowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Oddział w Bydgoszczy

Występowanie sprawców zgorzeli siewek buraka na stanowiskach z uprawą buraka cukrowego

Occurrence of the root rot beet pathogens in sugar beet cultivation sites

Z plantacji buraka cukrowego na terenie województw: kujawsko-pomorskiego, pomorskiego i warmińsko-mazurskiego dostarczono w 2010 roku do IHAR — PIB w Bydgoszczy 11 prób porażonych korzeni buraka cukrowego i gleby celem zbadania występowania grzybów, w tym *Rhizoctonia solani*. W próbach gleby oceniono zawartość makroskładników pokarmowych, zasolenie i pH. Glebę umieszczono w kuwetach i wysiano w nich nasiona buraka cukrowego. Na porażonych młodych roślinach buraka stwierdzono obecność grzybów z rodzaju: *Fusarium*, *Aphanomyces*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Cladosporium* i *Alternaria*. *Rhizoctonia solani* wykryto w glebie pochodzącej z miejscowości Minikowo i Sypniewo (woj. kujawsko-pomorskie) oraz Wandowo (woj. pomorskie). W wymienionych glebach wykazano następujące porażenie siewek buraka przez *R. solani*: 15,3% (średnio dla odmian buraka cukrowego: Janosik i Jenna) 7,9% (Janosik) i 15,7% (Janosik). Na preparatach z porażoną tkanką buraka obserwowano wielokrotnie jednoczesne występowanie wielu grzybów, wśród których dominowały rodzaje: *Aphanomyces*, *Fusarium*, *Pythium*, *Verticillium* i *Rhizoctonia*. Badania nadesłanych prób korzeni i gleby potwierdziły w 3 przypadkach obecność *R. solani* w glebie i na roślinie.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, porażenie, występowanie *Alternaria*, *Aphanomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium*

The IHAR — PIB in Bydgoszcz received in 2010 eleven samples of infected sugar beet roots and soil. The samples were taken from areas of the following provinces: Kujawy-Pomerania, Pomerania and Warmia-Masuria. The main purpose of the tests was to examine the occurrence of *Rhizoctonia solani*. The content of macronutrients, salinity and pH were evaluated in the samples of the soil. First, the soil was placed on trays and then sugar beet seeds were sown. The occurrence of various fungi genera, including *Fusarium*, *Aphanomyces*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Cladosporium* and *Alternaria* was noted. *R. solani* was detected in the soil obtained from Minikowo and Sypniewo areas (Kujawy-Pomerania) and also from Wandowo area (Pomerania). After growth in the mentioned soils the following *R. solani* infection rates on the sugar beet seedlings were found: 15.3% (on average for Janosik and Jenna sugar beet cultivars), 7.9% (Janosik) and 15.7% (Janosik). Frequent observations and examinations of the microscopic specimen of infected sugar beet tissue showed simultaneous

occurrence of many fungi, among which fungi such as genera *Aphanomyces*, *Fusarium*, *Pythium*, *Verticillium* and *Rhizoctonia* dominated. The studies of received roots and soils samples confirmed that in three cases *R. solani* was present in the soil as well as on the plant.

Key words: infection, occurrence of *Alternaria*, *Aphanomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani* and *Verticillium*, sugar beet

WSTĘP

Rhizoctonia solani Kühn jest jednym z groźniejszych patogenów, ograniczającym istotnie plonowanie wielu ważnych gospodarczo upraw rolniczych. Grzyb ten występuje powszechnie w glebie, w postaci grzybni bądź sklerocjów, przyczyniając się do rozkładu materii organicznej (Domsch i in., 1980; Windels i Lamey, 1998). Jako pasożyt okolicznościowy, wywołuje choroby nie tylko buraka cukrowego, ale także ziemniaka, kukurydzy, rzepaku, zbóż, pomidora, kapusty, szeregu traw, a nawet krzewów i drzew (Führer Ithurrart i in., 2004). Roślinami żywicielskimi dla *R. solani* są również chwasty (Zellner i in., 2002).

W początkowym okresie wzrostu roślin, przy wysokiej temperaturze i dużej wilgotności gleby *R. solani* bywa sprawcą zgorzeli siewek buraka cukrowego. Grzyb jest odporny na fungicydy i w następstwie tego powoduje dosyć często zamieranie pojedynczych roślin buraka lub części rzędów, przyczyniając się do istotnych strat w obsadzie roślin. Poraża on także w drugiej połowie okresu wegetacji starsze buraki, co objawia się rozwojem brunatnej zgnilizny korzeni. Na styku tkanki zdrowej i chorej tworzy się wówczas na korzeniu wyraźna granica (Windels i Lamey, 1998; Harveson i in., 2002; Borodynko i in., 2011). Mocno porażone korzenie ulegają pęknięciom i wtórnym zakażeniom przez inne mikroorganizmy glebowe. Grzyb może przyczyniać się do spowolnienia rozwoju roślin, także poprzez wydzielanie toksyn (Moliszewska, 2009). Rośliny porażone, które nie zamarły w czasie wegetacji dają plon korzeni znacznie niższy, o gorszej jakości przerobowej. Chore korzenie są bardzo podatne na gnicie i nie nadają się do przechowywania na polu.

Rhizoctonia solani staje się coraz większym problemem na plantacjach buraka cukrowego, także w Polsce. Z informacji udostępnianych przez działy surowcowe przemysłu cukrowniczego wynika, że rizoktonioza stwarza w Europie co roku poważne problemy na około 50 tysiącach hektarów uprawy buraka cukrowego (Dircks i in., 2011). Rozwojowi choroby w Polsce sprzyja duży udział w płodozmianach buraka cukrowego, kukurydzy i rzepaku oraz kwaśny odczyn i wadliwa struktura gleby będąca następstwem uproszczeń uprawy oraz stosowania ciężkich maszyn.

Celem pracy było przeprowadzenie wstępnej oceny występowania grzybów, w tym *R. solani* na stanowiskach z uprawą buraka cukrowego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w trakcie realizacji zadania pt. „Monitorowanie zmian w populacjach patogena *Rhizoctonia solani* — sprawcy rizoktoniozy korzeni buraka

cukrowego” w programie wieloletnim „Ulepszanie roślin dla zrównoważonych agroekosystemów, wysokiej jakości żywności i produkcji roślinnej na cele nieżywnościowe”.

Z różnych rejonów uprawy buraka cukrowego w województwie kujawsko-pomorskim (Bydgoszcz — IHAR, Minikowo, Radłówek, Stablewice i Sypniewo), pomorskim (Wandowo) i warmińsko-mazurskim (Bałcyny) dostarczone zostały w 2010 roku przez inspektoraty Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa, cukrownie i Oddział Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Bydgoszczy próby korzeni buraka cukrowego oraz gleby z 11 plantacji, na których wystąpiły objawy porażenia zbliżone do tych powodowanych przez *R. solani*. Na korzeniach pochodzących z Minikowa, Sypniewa i Wandowa, wykazano obecność *R. solani*.

Przeprowadzono także ocenę potencjału infekcyjnego dostarczonych prób gleby, ze szczególnym uwzględnieniem *R. solani*. Próby gleby z 11 plantacji umieszczono w kuwetach (45×35×8 cm) i wysiano do nich po 100 nieotoczonych i niezaprawianych nasion buraka cukrowego odmiany Janosik (odmiana nietolerancyjna na *R. solani*), a w przypadku miejscowości, z których przywieziono większe ilości gleby do testów, przeprowadzono badania wysiewając dodatkowo odmianę Jenna (odmiana tolerancyjna na *R. solani*). Badania wykonano w trzech powtórzeniach. Kuwety umieszczono w komorze klimatycznej ze stałą temperaturą 22°C. Podlewano je w celu utrzymania stałej wilgotności, w zakresie 60–65% polowej pojemności wodnej. Zastosowano sztuczne oświetlenie lampami typu Fluora przez 12 godzin dziennie. Po siedmiu dobach od siewu policzono wschody i wyrażono je w procentach. Od początku wschodów rejestrowano rośliny chore i zamierające. Fragmenty porażonych siewek wykładano na agar wodny celem namnożenia i identyfikacji patogenów grzybowych. Po 72 godzinach inkubacji w temperaturze 25°C określano mikroskopowo mikroflorę. Dla roślin, które weszły określono procent porażenia ogółem. Przyjmując ilość porażonych roślin (% porażenia ogółem) jako 100% obliczono udział procentowy porażenia wywołanego przez poszczególne rodzaje grzybów. Doświadczenie zakończono po 42 dniach od momentu siewu.

Określono także wybrane właściwości chemiczne badanych gleb, aby zinterpretować ich wpływ na stan zdrowotności roślin. Oznaczono zawartość podstawowych makroskładników pokarmowych, odczyn i zasolenie gleby. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic weryfikowano testem t-studenta.

OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy wschodami buraka cukrowego określanymi w 11 próbach gleb pochodzących z różnych rejonów uprawy (tab. 1). W trakcie badań potencjału infekcyjnego gleb ogólny udział porażonych siewek oscylował w granicach od 13,8 do 92,0%. Na przygotowanych preparatach z tkanką porażonych siewek, obserwowano często jednoczesne występowanie kilku patogenów, wśród których przeważały grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Aphanomyces*, *Pythium*, *Verticillium* i *Rhizoctonia*. Z tego względu suma udziałów porażen wywołanych przez poszczególne rodzaje grzybów przekraczała dla niektórych gleb 100%.

Dominującą grupę grzybów izolowanych z porażonych tkanek korzeni stanowili przedstawiciele rodzaju *Fusarium* (12,6–53,3% roślin porażonych; największe porażenie w Wandowie) (tab. 2). Należą do niego zarówno niebezpieczne patogeny wielu gatunków roślin, ale także grzyby nieszkodliwe, a nawet pożyteczne, które przyczyniają się do rozkładu materii organicznej gleby i jednocześnie ograniczają występowanie innych chorobotwórczych grzybów (Orlikowski, 1989; Nitschke i Varrelmann, 2008). Z porażonych tkanek buraka udało się wyizolować w badaniach własnych, podobnie jak w doświadczeniach Martyn i in. (1989), *F. oxysporum* i *F. oxysporum* f. sp. *betae*. *Fusarium oxysporum* jest znanym i powszechnie występującym patogenem korzeni, jednak niektóre prace nie potwierdzają jego wysokiej patogeniczności w stosunku do buraka (MacDonald i Leach, 1976). Stosunkowo niedużą szkodliwość *F. oxysporum* wobec siewek buraka obserwowała Moliszewska (1999). Dużą patogeniczność niektórych izolatów *F. oxysporum* f. sp. *betae* w stosunku do siewek buraka cukrowego zanotowała Kowalik (1983), jednak analogicznie jak w przypadku opisanych w niniejszej pracy testów zagrożenie ze strony patogena w odniesieniu do starszych roślin wyraźnie malało. Brak jest doniesień o dużej szkodliwości *Fusarium* spp. w uprawie buraka cukrowego na terenie Polski.

Z rodzaju *Aphanomyces* wyizolowano *Aphanomyces cochlioides*, który jest jednym z najgroźniejszych i najbardziej rozpowszechnionych patogenów powodujących zgorzel siewek. Uzyskane, własne wyniki potwierdziły, że *Aphanomyces* bywa bardzo często sprawcą zgorzeli siewek (8,7–68,4% roślin porażonych) (tab. 1). Najsilniejsze porażenie grzybem wystąpiło w Minikowie i Stablewicach. Grzyb ten podobnie jak *R. solani* atakuje zarówno młode siewki jak i starsze rośliny w drugiej połowie okresu wegetacji, przyczyniając się do zgnilizn korzeni. Uszkodzenia spowodowane przez tego grzyba ułatwiają wnikanie i wtórne infekowanie buraka przez inne mikroorganizmy glebowe, zwłaszcza z rodzaju *Fusarium* (Borodynko i in., 2011). Stąd też w trakcie przeprowadzania doświadczeń laboratoryjnych z glebami pochodzącymi z różnych pól wykrywano w porażonych tkankach różne gatunki grzybów. Zbliżone uwarunkowania, sprzyjające mieszanym infekcjom na buraku cukrowym opisała Moliszewska (2009).

Oprócz *Aphanomyces cochlioides* często sprawcami infekcji siewek buraka były także grzyby z rodzaju *Pythium* (1,7–33,3% roślin porażonych; największe porażenie w Minikowie). Na współistnienie w glebie wymienionych mikroorganizmów wskazują Williams i Asher (1996) oraz Piszczek (2004). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono obecność na porażonych tkankach siewek *P. ultimum*. Nie obserwuje się w praktyce rolniczej szkodliwego wpływu grzybów z rodzaju *Pythium* na rozwój buraka cukrowego w późniejszych fazach rozwojowych (Piszczek, 2004).

Do grupy grzybów powodujących zgorzel siewek zalicza się także *Rhizoctonia solani*. Przyczynił się on do porażenia siewek mieszczącego się w granicach od 7,9 do 16,5%. Gleba, w której wykryto *R. solani* pochodziła z miejscowości Minikowo i Sypniewo (woj. kujawsko-pomorskie) oraz Wandowo (woj. pomorskie). Istotne porażenie badanych siewek przez *R. solani* (15,7%) wystąpiło na glebie pobranej z miejscowości Wandowo. W Sypniewie *Rhizoctonia* miał udział w 7,9% wszystkich infekcji.

Tabela 1

Badanie potencjału infekcyjnego gleb pochodzących z różnych plantacji buraka cukrowego
The examination of infectious potential of the soil from different sugar beet fields

| Miejscowość Locality | % wzrostów Emergence % | % porażenia ogółem, po wzrostach Percentage of infected plants total, past emergence | Procent siewek porażonych przez rodzaj Percentage of infected seedlings by genus | | | | | | |
|---|---------------------------------|--|---|--------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| | | | <i>Fusarium</i> | <i>Aphano- myces</i> | <i>Pythium</i> | <i>Rhizocto- nia</i> | <i>Verticil- lium</i> | <i>Cladospo- rium</i> | <i>Alternaria</i> |
| Bałcyny M (Ja) | 82 | 77,5 | 34,0 | 10,2 | 18,1 | 0,0 | 9,4 | 1,6 | 7,9 |
| Bałcyny P (Ja) | 77 | 49,5 | 29,1 | 17,4 | 10,2 | 0,0 | 15,9 | 1,1 | 6,8 |
| Bydgoszcz (Ja) | 69 | 60,0 | 44,5 | 25,4 | 19,3 | 0,0 | 31,8 | 11,4 | 1,1 |
| Minikowo 1 (Ja) | 88 | 85,7 | 33,6 | 68,4 | 33,3 | 16,5 | 21,0 | 0,0 | 9,1 |
| Minikowo 1 (Je) | 80 | 79,0 | 35,0 | 56,7 | 25,9 | 14,0 | 18,8 | 0,0 | 6,4 |
| Minikowo 2 (Ja) | 73 | 32,3 | 30,6 | 8,7 | 1,7 | 0,0 | 31,3 | 17,4 | 1,7 |
| Radłówek (Ja) | 94 | 13,8 | 45,0 | 38,2 | 15,6 | 0,0 | 34,4 | 6,3 | 6,0 |
| Stablewice (Ja) | 98 | 92,0 | 41,2 | 48,1 | 18,0 | 0,0 | 6,2 | 0,0 | 1,0 |
| Stablewice (Je) | 89 | 72,0 | 40,2 | 41,8 | 12,0 | 0,0 | 8,0 | 0,0 | 1,5 |
| Sypniewo 1 (Ja) | 93 | 88,3 | 43,4 | 18,1 | 8,0 | 0,0 | 6,3 | 0,0 | 0,0 |
| Sypniewo 2 (Ja) | 87 | 75,3 | 12,6 | 14,8 | 5,3 | 7,9 | 5,3 | 1,3 | 11,0 |
| Sypniewo 3 (Ja) | 87 | 34,0 | 45,0 | 12,4 | 9,4 | 0,0 | 6,3 | 25,0 | 12,5 |
| Wandowo (Ja) | 90 | 80,7 | 53,3 | 9,1 | 21,2 | 15,7 | 15,2 | 15,2 | 15,2 |
| NIR _(0,05) ; LSD _(0,05) | n.i. | 7,9 | 8,5 | 6,8 | 3,4 | 0,8 | 4,1 | 2,3 | 0,7 |

(Ja) — odmiana buraka cukrowego Janosik; sugar beet cultivar Janosik

(Je) — odmiana buraka cukrowego Jenna; sugar beet cultivar Jenna

n.i. — różnica nieistotna; no significant difference

Silną patogeniczność *R. solani* zaobserwowano na plantacji buraka cukrowego w Minikowie, gdzie stwierdzono w zasiedlonej grzybem części pola 100% zniszczenie plonu (rys. 1). Badania potencjału inokulum gleb potwierdziły występowanie na tym polu *R. solani* zarówno na siewkach buraka cukrowego odmiany Janosik (16,5%) jak i Jenna (14,0%). Odmiana Jenna, tolerancyjna na *R. solani*, wykazała większą odporność na infekcje powodowane przez *R. solani* (w Minikowie), *Aphanomyces* sp. (w Minikowie), przez *Pythium* sp. (w Minikowie i Stablewicach) oraz *Alternaria* sp. (w Minikowie).

W badaniach Kowalik (1983), zarejestrowano zróżnicowane porażenie siewek buraka przez *R. solani* w zależności od odmiany buraka, jak i od szczepu patogena. Występowanie *R. solani* wśród sprawców zgorzeli siewek buraka cukrowego w Polsce wykazali Moliszewska (2000), Szymczak-Nowak i in. (2001, 2002), Moliszewska i Burgieł (2002) oraz Szymczak-Nowak (2005). Potwierdzili oni różnorodność reakcji badanych odmian buraka na różne izolaty *R. solani*. Zarówno w badaniach laboratoryjnych jak i polowych Moliszewska i Schneider (2002) udowodnili bardzo silną agresywność niektórych izolatów *R. solani* w stosunku do młodych roślin buraka cukrowego.

W badaniach własnych zaobserwowano także objawy infekcji siewek spowodowane przez grzyby z rodzaju *Verticillium* (5,3–34,4% roślin porażonych; największe porażenie w Radłówku), *Cladosporium* (0–25,0% roślin porażonych; największe porażenie w Sypniewie „3”) i *Alternaria* (0–15,2% roślin porażonych; największe porażenie w Wandowie).



Rys. 1. Silne porażenie przez *R. solani* plantacji buraka cukrowego w Minikowie
Fig. 1. Sugar beet plantation in Minikowo with manifestations of severe *R. solani* infection

Biorąc pod uwagę przedziały zasobności opracowane przez Gutmańskiego i in. (2000) nie stwierdzono szkodliwych dla roślin zawartości makroskładników i zasolenia (tab. 2). Niesprzyjający rozwojowi roślin buraka kwaśny odczyn gleby wystąpił na stanowiskach w Bałcynach i Wandowie.

Nie zarejestrowano wyraźnych zależności pomiędzy odczynem, zasoleniem i zasobnością gleby w makroskładniki a występowaniem porażenia buraków cukrowych spowodowanym przez *R. solani* oraz przez pozostałe badane grzyby. Jedynie na stanowisku w Wandowie, które charakteryzowało się kwaśnym odczynem oraz niską zasobnością P, K i Mg, wykazano istotne porażenie roślin buraka przez *R. solani* oraz *Fusarium* sp. Takie relacje pomiędzy niekorzystnymi właściwościami chemicznymi gleby, a nasilonym porażeniem przez *R. solani* obserwowane były wcześniej w innych badaniach (Pisarek i Moliszewska, 1999; Skonieczek i Nowakowski, 2011).

Zawartość składników pokarmowych, zasolenie i pH badanych gleb
Content of nutrients, salinity and pH of investigated soils

| Pole Field | pH KCL | Zasolenie Salinity | N-NO ₃ | P | | K | | Mg | |
|---------------|-----------|------------------------|-------------------|------------------------|-------|------------------------|--|------------------------|--|
| | | (mg·dm ⁻³) | | (mg·dm ⁻³) | | (mg·dm ⁻³) | | (mg·dm ⁻³) | |
| Bałcyny M | 5,1 k | 0,80 s | 42 bw | 70 s | 30 bn | 25 bn | | | |
| Bałcyny P | 5,5 k | 0,80 s | 45 bw | 75 w | 35 bn | 30 bn | | | |
| Bydgoszcz | 7,7 z | 0,16 bn | 40 w | 118 bw | 53 bn | 25 bn | | | |
| Minikowo 1 | 7,2 o | 0,60 s | 55 bw | 70 s | 35 bn | 28 bn | | | |
| Minikowo 2 | 7,0 o | 0,50 s | 53 bw | 93 w | 33 bn | 35 n | | | |
| Radłówek | 7,7 z | 0,30 n | 58 bw | 100 bw | 28 bn | 27 bn | | | |
| Stablewice | 5,7 lk | 0,10 bn | 29 s | 38 n | 75 n | 52 s | | | |
| Sypniewo 1 | 6,2 lk | 0,27 n | 48 bw | 67 s | 80 n | 32 n | | | |
| Sypniewo 2 | 6,0 lk | 0,30 n | 42 bw | 85 w | 65 n | 25 bn | | | |
| Sypniewo 3 | 5,9 lk | 0,35 n | 50 bw | 94 w | 84 n | 30 bn | | | |
| Wandowo | 5,5 k | 0,41 s | 60 bw | 32 n | 82 n | 35 n | | | |

Odczyn gleby; soil reaction: k — kwaśny; acid, lk — lekko kwaśny; slightly acid, o — obojętny; neutral, z — zasadowy; alkaline

Ocena zawartości składnika/ zasolenia; nutrient content class / salinity:

bw — bardzo wysoka; very high, w — wysoka; high, s — średnia; middle

n — niska; low, bn — bardzo niska; very low

WNIOSKI

1. Analiza potencjału infekcyjnego 11 prób gleby wykazała w 3 miejscowościach, położonych w północnej części Polski, obecność grzyba *Rhizoctonia solani*, porażającego rośliny buraka cukrowego.
2. W przeprowadzonych badaniach zgorzel siewek buraka cukrowego powodowały najczęściej grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Aphanomyces* i *Pythium*.
3. W warunkach silnego i wczesnego porażenia przez *R. solani* straty w obsadzie roślin i plonie buraka cukrowego mogą wynosić do 100% na części pola zasiedlonej wymienionym patogenem.

LITERATURA

- Borodynko N., Moliszewska E., Wiśniewski W. 2011. Choroby buraka cukrowego. Biuletyn Agrotechniczny KWS nr 1/2011 (10): 1 — 22.
- Dires Ch., Behn A., Varrelmann M. 2011. Optimization of sugar beet *Rhizoctonia solani* resistance test in field trials by irrigation and fleece cover. Abstracts presented at the 2011 General Meeting of the ASSBT. Journal of Sugar Beet Research. Vol. 48 Nos. 1-2: 82 — 83.
- Domsch K. H., Gams W., Anderson T. H. 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, London: 859 pp.
- Führer Ithurrart M. E., Büttner G., Petersen J. 2004. *Rhizoctonia* root rot in sugar beet (*Beta vulgaris* ssp. *altissima*) — Epidemiological aspects in relation to maize (*Zea mays*) as a host plant. J. Plant Dis. Prot., 111: 302 — 312.
- Gutmański I., Nowakowski M., Mikita J. 2000. Possibilities of balanced sugar beet nutrition in Poland. Proc. of Reg. Workshop of Beta Research Institute, WPI, IPI: Balanced plant nutrition in sugar beet cropping systems for high yield and quality. Budapest, 1-2.09.1999: 120 — 130.

- Harveson R. M., Hein G. L., Smith J. A., Wilson, R. G., Yonts C. D. 2002. An integrated approach to cultivar evaluation and selection for improving sugar beet profitability: a successful case study for the Central High Plains. *Plant Disease* 86 (3): 192 — 204.
- Kowalik M. 1983. Patogeniczność wybranych szczepów grzybów zgorzelowych buraka cukrowego. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 179, *Ogrodn.* 12: 157 — 168.
- MacDonald J. D., Leach J. D. 1976. The association of *Fusarium oxysporum* f. sp. *betae* with nonprocessed and processed sugarbeet seed. *Phytopathology* 66: 868 — 872.
- Martyn, R. D., Rush, C. M., Biles, C. L., Baker, E. H. 1989. Etiology of a root rot disease of sugar beet in Texas. *Plant Disease* 73: 879 — 884.
- Moliszewska E. B. 1999. Wpływ wybranych herbicydów na zdrowotność siewek buraka cukrowego, praca doktorska, Uniwersytet Opolski — Akademia Rolnicza w Krakowie: 129 ss.
- Moliszewska E. B. 2000. The influence of some herbicides on species variation of fungi associated with rotted tissue of sugar beet seedlings. *Phytopathologia Polonica* 20: 85 — 95.
- Moliszewska E. B. 2009. Etiologia wybranych chorób korzeni buraka cukrowego, Uniwersytet Opolski, *Studia i monografie nr 412, Opole 2009*: 131 ss.
- Moliszewska E. B., Burgiel Z. J. 2002. Badania wybranych szczepów grzyba *Rhizoctonia solani* Kühn wyizolowanych z zamierających siewek buraka cukrowego. *Z. Nauk. AR w Krakowie* 82: 101 — 104.
- Moliszewska E. B., Schneider J. H. M. 2002. Studies on pathogenic properties of *Rhizoctonia solani* against sugar beet seedlings, *Plant Protection Science* 38 (Special Issue 2): 322 — 324.
- Nitschke E., Varrelmann M. 2008. *Fusarium* vs. sugar beet — characterization of pathogenicity and colonization patterns of different *Fusarium* species. In: Abstract of Papers of 71st IIRB Congress, Brussels: 87.
- Orlikowski L. 1989. Mechanizm oporności gleb na formy specjalne *Fusarium oxysporum*. *Post. Nauk Roln.* 4: 41–56.
- Pisarek I., Moliszewska E. B. 1999. Badanie wpływu właściwości fizyko-chemicznych gleb na populację *Rhizoctonia solani* Kühn w obecności wybranych herbicydów. *Zesz. Probl. Postępu Nauk Rolniczych* 467: 579 — 585.
- Piszczek J. 2004. Occurrence of root rot of sugar beet cultivars. *Journal of Plant Protection Research* 44 (4): 341 — 345.
- Skonieczek P., Nowakowski M. 2011. Rizoktonioza, choroba zagrażająca uprawie buraka cukrowego. *Polski Cukier* 4 (9) 2011: 24 — 25.
- Szymczak-Nowak J. 2005. Wrażliwość wybranych odmian buraka cukrowego na *Rhizoctonia solani* Kühn. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin, Poznań*, 45 (2): 1141 — 1144.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowska H., Pańczyk T., Sitarski A., Wąsacz E., Skibowska B. 2001. Ocena wrażliwości materiałów hodowlanych buraka cukrowego na *Cercospora beticola* Sacc. i *Rhizoctonia solani* Kühn. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin, Poznań*, 41 (2): 779 — 782.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowska H., Sitarski A., Wąsacz E. 2002. Patogeniczność izolatów grzyba *Rhizoctonia solani* Kühn dla kilku odmian buraka cukrowego. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin, Poznań*, 42 (2): 913 — 916.
- Williams G. E., Asher M. J. C. 1996. Selection of rhizobacteria for the control of *Pythium ultimum* and *Aphanomyces cochlioides* on sugar-beet seedlings. *Crop Protection* 15 (5): 479 — 486.
- Windels C. E., Lamey H. A. 1998. Identification and control of seedling diseases, root rot and Rhizomania on sugar beet. BU-7192-S. North Dakota State University: 1142 pp.
- Zellner M., Hügl A., Büttner P., Opitz K. 2002. Monitoren Ergebnisse zum Befall mit *Rhizoctonia solani* an Rüben, Mais und Unkräutern. — *Mitt. Biol. BundAnst. Ld.- u. Forstw. H.* 390: 346 — 347.