

**OCENA WZROSTU SIEWEK JABŁONI ‘ANTONÓWKA’
UPRAWIANYCH W GLEBIE „ZMĘCZONEJ” I PO ZABIEGACH
POPRAWIAJĄCYCH JEJ WŁAŚCIWOŚCI**

**Evaluation of the growth of ‘Antonowka’ apple seedlings cultivated in
a replant soil and after treatments to improve its properties**

Danuta Krzewińska, Waldemar Treder,
Krzysztof Klamkowski, Anna Tryngiel-Gać,
Piotr Sobiczewski

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

e-mail: danuta.krzewinska@insad.pl

ABSTRACT

The aim of the study, conducted in a greenhouse during 2006 and 2007, was to determine the effectiveness of some plants cultivated as a cover crop in eliminating apple replant disease. In a soil with replant disease symptoms, wheat (*Triticum vulgare* Vill.), triticale (*Triticosecale* Wittm.), or white mustard (*Sinapis alba* L.) were cultivated for 1, 2, or 3 successive cycles. In each cycle, the cover plants were grown for 4 weeks, and afterwards their roots were crushed and mixed with the soil. Moreover, trials were conducted to eliminate the disease by adding white mustard seed meal (1.0% v/v) to the soil. ‘Antonowka’ apple seedlings (8 weeks old) were then planted in the treated soil, and after 12-13 weeks their vegetative growth parameters were determined.

It was found that almost all of the applied treatments stimulated the vegetative growth of apple seedlings, especially of their above-ground parts. A particularly promoting effect in that respect was obtained after the application of white mustard plant and seed matter. The cultivation of cereals, especially of winter wheat in 3 cycles, significantly reduced the severity of apple replant disease.

Key words: soil, replant disease, cover crop, vegetative growth

WSTĘP

„Zmęczeniem” gleby określa się obniżenie jej żyzności z powodu wytworzenia warunków niekorzystnych dla wzrostu roślin. Skutkiem „zmęczenia” jest choroba replantacji, którą powodują czynniki biotyczne (grzyby, bakterie, nicienie) (Utkhede i in. 1992; Dullahide i in. 1994; Mazzola 1998) i abiotyczne (zachwianie równowagi pokarmowej, zła struktura gleby, nieodpowiednie pH) (Traquair 1984). Znaczenie tych czynników może być różne w różnych siedliskach (Mazzola 1998). Choroba replantacji przynosi duże straty w wielu rejonach intensywnej produkcji sadowniczej na świecie, powodując osłabienie wzrostu i owocowania, a nawet zamieranie drzew (Pacholak i Rutkowski 2001; Traquair 1984). Szczególnie się nasila po posadzeniu roślin tego samego gatunku po sobie, np. jabłoni po jabłoniach. Szczygieł i Zepp (1998) wykazali, że „zmęczenie” gleby występuje w Polsce w większości sadów (61% spośród 244 badanych). Gleba, rośliny i mikroorganizmy tworzą zespoły biologiczne, a niektóre składniki tego kompleksu mają naturalną zdolność ograniczania „zmęczenia” gleby (Larkin i in. 1993). Związki biologicznie czynne (glukozynolany, fenole, saponiny) występujące w roślinach, np. z rodziny *Brassicaceae*, mogą być wykorzystane do zwalczania glebowych patogenów (Smolińska 2004). Rośliny wysiewane na zielony nawóz mogą ograniczać występowanie szkodliwych mikroorganizmów glebowych (allelopatia) oraz poprawić strukturę gleby (Abawi i Widmer 2000). W badaniach amerykańskich pszenica wysiana jako przedplon przed sadzeniem jabłoni wpływała na polepszenie ich wzrostu, zmieniając skład populacji bakterii fluoryzujących, uważanych za pożyteczne w glebie, zwłaszcza jako czynniki biologicznej ochrony (Mazzola i Gu 2002).

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu uprawy roślin zbożowych i gorzycy oraz dodawania do gleby nasion gorzycy w formie mączki na ograniczenie „zmęczenia” gleby i poprawy jej własności.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2006-2007 w szklarni Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach, na glebie „zmęczonej”,

pochodzącej z sadu jabłoniowego z Rolniczo-Sadowniczego Gospodarstwa Doświadczalnego Przybroda, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Przeprowadzone badania tej gleby wykazały istotnie więcej nicieni (Pacholak i Rutkowski 2001) i promieniowców oraz niższą aktywność enzymów (proteaza, ureaza, dehydrogeneaza) w porównaniu z glebą „nowiną” (Zydlík 2004, Zydlík informacja ustna).

Uprawa roślin sanitarnych

Do „zmęczonej” gleby, umieszczonej w płaskiej skrzynce (600 x 400 x 116 mm), wysiewano nasiona roślin zbożowych: pszenice (*Triticum vulgare* Vill.) jara – ‘Zebra’ i ozimą – ‘Finezja’, pszenżyto ozime (*Triticosecale* Wittm. – ‘Witon’) oraz gorczycę białą (*Sinapis alba* L.), w jednym, dwu lub trzech cyklach uprawowych. W każdym cyklu rośliny uprawiano przez 4 tygodnie w standardowych warunkach szklarniowych. Po każdym cyklu część nadziemną roślin ścinano i odrzucano, a system korzeniowy rozdrabniano i mieszano z glebą. Do tak przygotowanej gleby wysiewano nasiona tej samej rośliny sanitarnej w kolejnym cyklu uprawowym.

Uprawa roślin testowych

Do 10-litrowych pojemników z glebą traktowaną według poniższego schematu posadzono 8-tygodniowe siewki jabłoni ‘Antonówka’. W każdym roku badań rośliny sadzono w trzech terminach: w kwietniu (po jednym cyklu uprawy roślin sanitarnych), maju (po dwóch) i czerwcu (po trzech cyklach).

Kombinacje doświadczalne

- gleba „zmęczona” (Z) – kontrola I,
- gleba „nowina” (D) – kontrola II,
- gleba „zmęczona” z 1% dodatkiem mączki z nasion gorczycy (G 1) – w 2006 roku w I i III cyklu uprawy,
- gleba „zmęczona” – gorczyca (G) – w 2006 roku w II i III cyklu uprawy,
- gleba „zmęczona” – pszenica jara (PJ),
- gleba „zmęczona” – pszenica ozima (PO),
- gleba „zmęczona” – pszenżyto (PZ).

Każda kombinacja była reprezentowana przez 20 siewek (4 pojemniki x 5 roślin), które uprawiano przez okres 12-13 tygodni w standardowych warunkach szklarniowych.

Pomiary i obserwacje

Wzrost wegetatywny siewek (wszystkich roślin testowych):

- wysokość roślin (w cm od szyjki korzeniowej do wierzchołka pędu),
- świeża masa liści (w gramach, bezpośrednio po oberwaniu z rośliny)
- świeża masa pędu (w gramach, po odcięciu pędu nad szyjką korzeniową),
- świeża masa korzeni (w gramach, po wypłukaniu korzeni, odcięciu od pędu i odwirowaniu w wirówce przez 1 minutę).

Wymienione parametry określano w trzech terminach: w lipcu (po jednym cyklu uprawy roślin sanitarnych), sierpniu (po dwóch cyklach uprawy) i wrześniu (po trzech cyklach uprawy).

Wyniki opracowano przy użyciu metody analizy wariancji, do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu t-Duncana, przyjmując poziom istotności 5%.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wysokość siewek

W 2006 roku w każdym terminie oceny najslabiej rosły siewki 'Antonówki' w glebie „zmęczonej”. Po jednym cyklu uprawy roślin sanitarnych większość zabiegów, a w pozostałych terminach wszystkie zabiegi, istotnie stymulowały wzrost roślin w porównaniu z siewkami rosnącymi w glebie „zmęczonej” (tab. 1). Po jednym cyklu uprawy rośliny sanitarne wpływały na wzrost siewek w niewielkim stopniu, a najsilniej rosły siewki w kombinacji z mączką z nasion gorczycy, następnie w glebie „nowinie”. Natomiast najslabiej, poza roślinami kontrolnymi, rosły siewki w kombinacji z pszenżytem. Po dwóch cyklach uprawy roślin sanitarnych najdłuższe przyrosty miały siewki w kombinacjach z uprawą gorczycy i pszenicy ozimej, a po trzech cyklach – z uprawą gorczycy i dodatkiem mączki z gorczycy. Jednakże siewki 'Antonówki' rosnące po każdym

cyklu uprawy roślin fitosanitarnych były istotnie niższe niż siewki z gleby „nowiny”, z wyjątkiem tych po uprawie gorczycy i po dodaniu mączki z nasion.

Tabela 1

Przeciętna wysokość siewki ‘Antonówki’ [cm roślina⁻¹] – Mean height of ‘Antonovka’ plants [cm plant⁻¹]

Kombinacja Treatment Termin/Cycle	2006			2007		
	I	II	III	I	II	III
Z	22,5 a	16,9 a	22,1 a	9,4 a	5,0 a	5,2 a
D	40,3 c	41,5 d	37,9 c	17,3 c	14,2 c	11,4 bc
G 1	59,3 d	-	37,6 c	15,4 c	14,9 c	13,7 c
G	-	34,4 c	37,2 c	21,9 d	14,5 c	12,9 c
PJ	29,2 b	29,8 bc	32,8 bc	12,5 b	5,9 a	9,7 b
PO	28,7 b	34,2 c	32,8 bc	11,7 ab	10,4 b	11,8 bc
PZ	22,5 a	24,5 b	30,5 b	11,7 ab	6,5 a	10,2 b

Analizę statystyczną wykonano oddzielnie dla każdego roku i cyklu badań. Średnie w kolumnach oznaczone taką samą literą nie różnią się istotnie przy P = 5% zgodnie z testem t-Duncana – Analyses were performed separately for each year and each cycle of the study. Means followed by the same letter within columns do not differ significantly (P = 5%) according to Duncan’s multiple range t-test

Z – gleba „zmęczona” – diseased soil

D – gleba „nowina” – virgin soil

G1 – gleba „zmęczona” z dodatkiem mączki z nasion gorczycy 1% – diseased soil with the addition of meal of white mustard seeds(1.0% v/v).

G – gorczyca – white mustard as a cover crop

PJ – pszenica jara – spring wheat as a cover crop

PO – pszenica ozima – winter wheat as a cover crop

PZ – pszenżyto – triticale as a cover crop

W 2007 roku w każdym cyklu uprawy, podobnie jak w 2006 roku, najslabiej rosły siewki ‘Antonówki’ w glebie „zmęczonej”. Po jednym cyklu uprawy roślin sanitarnych najsilniej rosły drzewka w glebie „zmęczonej” po uprawie gorczycy, istotnie silniej od rosnących w glebie „nowinie” i w glebie „zmęczonej” z dodatkiem mączki z gorczycy. Po dwóch cyklach uprawy najsilniej rosły siewki w glebie z uprawą gorczycy. Podobnie rosły siewki w glebie „nowinie” i w glebie „zmęczonej” z dodatkiem

mączki z nasion gorczycy. Po trzech cyklach uprawy najdłuższe przyrosty miały siewki ‘Antonówki’ w glebie „zmęczonej” z uprawą gorczycy i pszenicy ozimej, ale nie różniły się istotnie od rosnących w „nowinie” oraz po dodaniu 1% mączki z nasion gorczycy.

Świeża masa pędu

W 2006 roku najwyższą świeżą masę pędu miały rośliny rosnące w glebie z dodatkiem mączki z nasion gorczycy w pierwszym terminie oceny, natomiast w drugim i trzecim terminie – rośliny rosnące w glebie „nowinie”. Najniższą masę miały pędy roślin kontrolnych (gleba „zmęczona”) oraz po jednym i dwóch cyklach uprawy pszenżyta, choć nie zawsze różnice były istotne statystycznie (tab. 2).

Tabela 2

Świeża masa pędu ‘Antonówki’ [g roślin⁻¹] – Fresh weight of ‘Antonovka’ shoots [g plant⁻¹]

Kombinacja Treatment Termin/Cycle	2006			2007		
	I	II	III	I	II	III
Z	2,5 ab	1,9 a	1,8 a	0,8 a	0,5 a	0,4 a
D	4,8 c	4,5 c	4,1 b	1,8 c	1,7 c	1,0 bc
G 1	7,9 d	-	4,0 b	1,8 c	1,7 c	1,2 d
G	-	3,8 bc	4,0 b	2,4 d	1,6 c	1,2 d
PJ	3,4 b	3,3 b	3,5 b	1,4 b	0,7 a	0,9 b
PO	3,1 ab	3,5 b	3,7 b	1,3 b	1,2 b	1,2 cd
PZ	2,3 a	2,6 a	3,5 b	1,2 b	0,8 a	1,0 bc

Objaśnienie patrz tabela 1. – For explanation see Table 1

W 2007 roku świeża masa pędu ‘Antonówki’ była bardzo zróżnicowana w pierwszym terminie oceny. Istotnie najsilniej rosły siewki w glebie „zmęczonej” po uprawie gorczycy, a następnie w glebie „nowinie” i w glebie „zmęczonej” z 1% dodatkiem mączki z nasion gorczycy. Uprawiane zboża stymulowały przyrost świeżej masy pędu ‘Antonówki’. Po trzech cyklach ich uprawy stwierdzono istotnie większą masę pędu w porównaniu z siewkami rosnącymi w glebie „zmęczonej”,

natomiast nie stwierdzono różnic w porównaniu z siewkami z gleby „nowiny” (tab. 2).

Świeża masa liści

W 2006 roku świeża masa liści była na ogół najwyższa na siewkach rosnących w glebie z dodatkiem mączki z nasion gorczycy oraz na roślinach rosnących w glebie nowinie i po 2 cyklach uprawy gorczycy. Istotnie niższą masę miały liście roślin kontrolnych (gleba „zmęczona”) oraz po jednym cyklu uprawy zbóż (tab. 3).

W 2007 roku świeża masa liści siewek 'Antonówki' była bardzo zróżnicowana w pierwszym terminie oceny. Liście z roślin uprawianych w glebie „zmęczonej” z 1% dodatkiem mączki z nasion gorczycy i po uprawie gorczycy miały ponad dwukrotnie wyższą masę od rosnących w glebie „zmęczonej”. Uprawiane zboża, stymulowały przyrost świeżej masy liści siewek 'Antonówki'. Jednakże, tylko rośliny po uprawie pszenicy ozimej uzyskały masę liści podobną do siewek z gleby „nowiny”, w każdym terminie oceny (tab. 3).

Tabela 3
Świeża masa liści siewek 'Antonówki' [g roślina⁻¹] – Fresh weight of
'Antonovka' leaves [g plant⁻¹]

Kombinacja Treatment Termin/Cycle	2006			2007		
	I	II	III	I	II	III
Z	4,2 a	3,6 a	3,6 a	1,8 a	1,0 a	0,8 a
D	7,2 b	6,7 d	6,5 b	3,3 c	4,2 bc	2,8 c
G 1	11,2 c	-	7,3 b	4,6 d	4,8 c	3,7 d
G	-	6,8 d	6,3 b	4,9 d	4,1 bc	3,6 d
PJ	5,1 a	5,4 bc	6,3 b	3,0 bc	1,7 a	1,8 b
PO	4,5 a	5,9 cd	6,7 b	2,6 bc	3,5 b	2,7 c
PZ	3,6 a	4,7 ab	6,2 b	2,3 ab	1,8 a	1,8 b

Objaśnienie patrz tabela 1. – For explanation: see Table 1

Świeża masa systemu korzeniowego

W 2006 roku świeża masa systemu korzeniowego była zróżnicowana w poszczególnych terminach oceny. Po jednym cyklu uprawy roślin fitosanitarnych najsłabszy system korzeniowy miały siewki 'Antonówki'

rosnące w glebie z dodatkiem mączki z nasion gorczycy i po uprawie pszenżyta. W pierwszym i drugim terminie oceny rośliny kontrolne uprawiane w glebie „nowinie” osiągnęły istotnie większą masę korzeni w porównaniu z siewkami po uprawie roślin sanitarnych (tab. 4).

T a b e l a 4

Świeża masa korzeni siewek ‘Antonówki’ [g/roślina⁻¹] – Fresh weight of ‘Antonowka’ root [g/plant⁻¹]

Kombinacja Treatment Termin/Cycle	2006			2007		
	I	II	III	I	II	III
Z	8,8 ab	9,9 bc	7,2 a	3,1 a	1,7 a	2,0 a
D	12,8 c	10,6 c	10,5 b	5,8 b	5,2 d	2,7 a
G I	8,0 a	-	11,4 b	5,2 b	5,3 d	4,8 bc
G	-	8,3 ab	9,7 ab	7,4 c	5,3 d	5,2 c
PJ	8,9 ab	7,7 a	11,8 bc	4,7 b	2,7 b	4,1b
PO	10,7 bc	6,8 a	11,8 bc	4,7 b	3,7 c	4,6 bc
PZ	8,2 a	7,5 a	14,3 c	4,8 b	2,7 b	4,1 b

Objaśnienie patrz tabela 1. – For explanation see Table 1

W 2007 roku świeża masa systemu korzeniowego była także zróżnicowana w poszczególnych terminach oceny, jednakże w każdym terminie najniższe wartości stwierdzono u roślin kontrolnych (gleba „zmęczona”). Po pierwszym cyklu uprawy roślin fitosanitarnych najwyższą świeżą masę miały korzenie siewek po uprawie gorczycy. W drugim terminie oceny istotnie większą masę miały korzenie siewek z gleby „nowiny” i po zastosowaniu gorczycy w obu formach. Po trzech cyklach uprawy zbóż i gorczycy świeża masa korzeni siewek ‘Antonówki’ była większa niż siewek rosnących w glebie „zmęczonej” i „nowinie” (tab. 4).

PODSUMOWANIE

Prawie wszystkie zastosowane zabiegi stymulowały wzrost wegetatywny siewek, szczególnie ich części nadziemnej. Siewki rosnące w glebie traktowanej rosły silniej od rosnących w glebie „zmęczonej”.

Uprawa roślin sanitarnych istotnie zmniejsza liczebność organizmów szkodliwych w glebie (Schung i Ceynowa 1990) i zwiększa populację pożytecznych mikroorganizmów (Mazzola i Gu 2002; Traquair 1984). Jeśli przyjmiemy, że gleba jest siedliskiem różnych organizmów współżyjących i wzajemnie się ochraniających (Badura 2004), to uzyskane wyniki wskazują na możliwość wystąpienia zmian w kompleksie mikrobiologicznym gleby „zmęczonej” spowodowanych uprawą roślin fitosanitarnych, szczególnie po trzech cyklach ich uprawy.

Wpływ gorczycy, zarówno wysiewanej do gleby, jak i dodawanej w formie mączki z nasion, na wzrost części nadziemnej siewek był największy spośród zastosowanych zabiegów. Jednakże trudny do wyjaśnienia był słaby rozwój systemu korzeniowego siewek po stosowaniu gorczycy, szczególnie w 2006 roku. Tanner i inni (2006) wykazali, że wzrost korzeni brzoskwini może istotnie zależeć od składu mikrobiologicznego gleby, a poziom rozwoju fizycznego i anatomicznego korzeni od wzajemnych interakcji. Nasze badania nad populacjami bakterii i grzybów zasiedlających glebę „zmęczoną” oraz glebę traktowaną różnymi zabiegami wskazują na możliwość występowania tego zjawiska (dane niepublikowane).

Podziękowania

Autorzy dziękują Prof. Eugeniuszowi Pacholakowi za konsultacje przy prowadzeniu badań.

Badania prowadzono w ramach projektu: PBZ-KBN-112/P06/02/4/1

LITERATURA

- Abawi G.S., Widmer T.L. 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Appl. Soil. Ecol.* 15: 37-47.
- Badura L. 2004. Czy znamy wszystkie uwarunkowania funkcji mikroorganizmów w ekosystemach lądowych? *Kosmos Prob. Nauk Biol.* 53: 373-379.

- Dullahide S.R., Stirling G.R., Nikulin A. Stirling A.M. 1994. The role of nematodes, bacteria and abiotic factors in etiology of apple replant problems in the Granite Belt of Queensland. *Aust. J. Exp. Agric.* 32: 1177-1182.
- Larkin R.P., Hopkins D.L., Martin F.N. 1993. Effect of successive watermelon plantings on *Fusarium oxysporum* and other microorganisms in soil suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. *Phytopathology* 83: 1097-1105.
- Mazzola M. 1998. Elucidation of the microbial complex having a causal role in development of apple replant disease in Washington. *Ptytopathology* 88: 930-938.
- Mazzola M., Gu Y.H. 2002. Wheat genotype-specific induction of soil microbial communities suppressive to disease incited by *Rhizoctonia solani* anastomosis group (AG)-5 and AG-8. *Phytopathology* 92: 1300-1307.
- Pacholak E., Rutkowski K. 2001. Wpływ sposobów zapobiegania zmęczeniu gleby na liczebność nicieni oraz wzrost i plonowanie jabłoni odmiany 'Elstar' w warunkach zróżnicowanej wilgotności gleby. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac.* 9: 7-14.
- Schung E., Ceynowa J. 1990. Phytopathological aspects of glucosinolates in oilseed rape. *J. Agronomy Crop Sci.* 165: 319-328.
- Smolińska U. 2004. Badania nad możliwością wykorzystania roślin *Brassicaceae*, zawierających związki biologicznie czynne, w ograniczaniu *Sclerotium cepivorum*. Rozprawa habilitacyjna. Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach.
- Szczygieł A., Zepp A.L. 1998. An occurrence and importance of apple replant disease in Polish orchards. *Acta Hort.* 477: 99-105.
- Tanner S.C., Reighard G.I., Wells C.E. 2006. Soil treatments differentially affect peach tree root development and demography in a replant site. *Acta Hort.* 713: 381-387.
- Traquair J.A. 1984. Etiology and control of orchard replant problems: A review. *Can. J. Plant Pathol.* 6: 54-62.
- Utkhede R.S., Vrain T.C., Yorston J.M. 1992. Effects of nematodes, fungi and bacteria on growth of young apple trees grown in apple replant disease soil. *Plant Soil* 139: 1-6.
- Zydlik Z. 2004. Effect of locality on microbiological condition of soil from replanted apple orchard. *Folia Univ. Agric. Stetinensis, Agricultura* 240 (96): 219-224.