

EUGENIUSZ PACHOLAK, ZOFIA ZYDLIK

## WPLYW NAWOŻENIA I NAWADNIANIA NA STAN MIKROBIOLOGICZNY GLEBY W REPLANTOWANYM SADZIE JABŁONIOWYM

### Część I

### LICZEBNOŚĆ NICIENI

#### WSTĘP

W okresie intensyfikacji sadownictwa, kiedy prowadzenie sadu skraca się do kilkunastu lat, istnieje konieczność zakładania sadu po sadzie. Ten sposób postępowania powoduje pojawienie się choroby replantacyjnej drzew, która wpływa na obniżenie ich wzrostu i plonowania (CONSTANTE i in. 1985; RUTKOWSKI, PACHOLAK 1999). Przyczyn biotycznych i abiotycznych wywołania choroby replantacyjnej może być wiele, lecz jako główną wymienia się nadmierny rozwój w glebie pasożytniczych nicieni.

NYCZEPIR i in. (1983) wskazują, że nicienie powodują zaburzenia w syntezie fitohormonów w korzeniach drzew. Prowadzi to do akumulacji dużych ilości auksyn, co opóźnia wejście drzew w okres spoczynku zimowego, a co za tym idzie, zwiększa się ich wrażliwość na przemarzanie, a także wrażliwość na porażenie przez choroby.

Nicienie w pierwszych latach po posadzeniu drzew opanowują nieliczne jeszcze korzenie włośnikowe i niszczą ich wierzchołki, co powoduje zahamowanie wzrostu i opóźnia wejście drzew w okres owocowania (RUTKOWSKI, PACHOLAK 1999). Spowodowane jest to utrudnieniem pobierania wody i składników pokarmowych. Jeśli chodzi o to przybierze dużą skalę, może powodować zamieranie drzew (PACHOLAK 1999).

Rozwój nicieni w glebie i ich szkodliwość zależy od wielu czynników, m.in. od typu gleby, zawartości w niej substancji organicznej, klimatu i innych, a także od reakcji odmiany, jej odporności lub tolerancji na najważniejsze czynniki chorobotwórcze oraz od systemu uprawy. Odczyn gleby, a także zróżnicowane ilości składników uważane są za czynniki w bardzo dużym stopniu modyfikujące liczebność nicieni (SEWELL i in. 1992; PACHOLAK, RUTKOWSKI 2000).

Celem badań była ocena wpływu nawadniania i nawożenia na skład gatunkowy i ilościowy nicieni w glebie w sadzie w pełni owocowania replantowanego w roku 1994.

## MATERIAŁ I METODY

Sad jabłoniowy założono wiosną 1994 r. po wykarczowaniu jesienią 1993 r. drzew jabłoni, które rosły na tym miejscu od 1976 r. Pole skultywatorowano i wyrównano bez dodatkowego nawożenia mineralnego czy organicznego, zachowując poprzedni układ poletek nawozowych i bloków nawodnieniowych, stosowanych nieprzerwanie od 1976 r. Na tak przygotowanym polu wysadzono w rozstawie  $3,5 \times 1,5$  m (1900 drzew/ha) drzewa odmiany 'Šampion' z zapylaczem odmiany 'Golden Delicious' na podkładce P60. Drzewa z formą korony DRYLING były prowadzone przy specjalnie przygotowanej konstrukcji wspierającej.

W sadzie zastosowano trzy poziomy nawadniania:

$W_0$  – kontrolna, bez nawadniania,

$W_1$  – nawadniano dla utrzymania wilgotności gleby na poziomie  $-0,03$ MPa potencjału wodnego gleby,

$W_2$  – nawadniano dla utrzymania wilgotności gleby na poziomie  $-0,01$ MPa potencjału wodnego.

Nawadnianie, utrzymywane od 1976 r., było wykonywane za pomocą deszczowni stałej z wydajnością zraszacza 3 mm na godzinę.

W obrębie każdego poziomu nawadniania zastosowano następujące kombinacje nawożenia:

1. 65 kg N/ha
2. 65 kg N/ha; 95 kg  $K_2O$ /ha
3. 65 kg N/ha; 95 kg  $K_2O$ /ha + 2000 kg CaO/ha
4. 130 kg N/ha; 190 kg  $K_2O$ /ha
5. 130 kg N/ha; 190 kg  $K_2O$ /ha + 2000 kg CaO/ha
6. brak nawożenia (do 1993 r. stosowano 195 kgN i 285 kg  $K_2O$ /ha)
7. jak wyżej + 2000 kg CaO/ha
8. nowina

Nawożenie wykonywano każdego roku wiosną, stosując saletrę amonową 34%, sól potasową 60% oraz wapno magnezowe.

Próby gleby w celu przeprowadzenia analizy liczebności nicieni pobierano w latach 2000–2003, każdego roku w maju, w następujących terminach: 11.05.00; 13.05.01; 09.05.02 oraz 12.05.03. Była to kontynuacja badań z lat 1997–1999 (PACHOLAK, RUTKOWSKI 2000). Pobierano próby z warstwy ornej z miejsc, w których występowała największa liczba korzeni włośnikowych, w ilości 500 g z każdej kombinacji w 4 powtórzeniach.

Analizę gleby na liczebność nicieni wykonano w Zakładzie Nematologii Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu metodą wirówkową w próbce  $200 \text{ cm}^3$  gleby.

Otrzymane wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji przy zastosowaniu programu STATGRAFICS PLUS. Istotność różnic opracowano testem Duncana przy poziomie prawdopodobieństwa  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI

Analiza liczebności nicieni przeprowadzona w latach 1997–1999 (PACHOLAK, RUTKOWSKI 2000) wykazała obecność 8 grup taksonomicznych, a ich liczebność była bardzo zróżnicowana i wysoka. W latach 2000–2003 stwierdzono również w glebie te same grupy taksonomiczne, lecz przy znacznym obniżeniu ich liczebności (tab. 1). I tak jak w pierwszych latach po posadzeniu, tak i teraz najliczniejszą grupą taksonomiczną była rodzina *Belondaimidae*, a liczebność osobników wahała się w granicach od 27 do 51 sztuk. Na to zróżnicowanie miało wpływ zastosowane nawożenie (tab. 1). Nawadnianie wpływało na istotny wzrost liczebności nicieni z tej rodziny niezależnie od stopnia utrzymywania wilgotności gleby (tab. 1).

Bardzo szkodliwym rodzajem nicieni w sadach jabłoniowych jest *Pratylenchus*. Stwierdzono występowanie aż trzech jego gatunków: *P. penetrans*, *P. coffi* i *P. neglectus*. Liczebność tych nicieni była zróżnicowana w zależności od nawożenia i nawadniania i wahała się od ok. 10 do 28 sztuk na 200 cm<sup>3</sup> gleby dla nawożenia i 13–21,4 sztuki dla nawadniania (tab. 1). Nawadnianie, podobnie jak w przypadku poprzedniej rodziny, wpływało na wzrost liczebności rodzaju *Pratylenchus*.

Tabela 1 – Table 1

Nawożenie i nawadnianie a liczebność nicieni w sadzie jabłoniowym replantowanym – szt./200 cm<sup>3</sup> gleby (średnie z lat 2000–2003)

Fertilization and irrigation versus numbers of nematodes in a replanted apple orchard (means for 2000–2003)

Kombinacje Treatments	Rodziny lub rodzaje nicieni Family or genera of nematodes								Nicienie Nematodes		
	<i>Belondaimidae</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchidae</i>	<i>Trichodoridae</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Aphelenchoides</i>	<i>Cricematidae</i>	<i>Paratylenchus</i>	Nieszkodliwe Harmful	Szkodliwe Harmless	Ogółem Total
1. 65 N	28,0 b*	14,4 c	12,2 d	0,0 a	0,5 a	0,3 a	0,3 a	2,1 a	29,1	28,7	57,8
2. 65 N + 95 K	40,2 c	27,7 f	3,5 bc	1,2 a	0,5 a	0,3 a	0,0 a	0,8 a	41,0	33,2	74,2
3. 65 N + 95 K + Ca	38,5 c	23,2 e	8,0 cd	1,0 a	1,5 a	1,0 a	0,0 a	1,0 a	39,7	33,2	72,9
4. 130 N + 190 K	38,0 c	22,2 de	11,0 de	1,5 a	1,0 a	2,0 a	1,0 a	0,5 a	42,0	35,2	77,2
5. 130 N + 190 K + Ca	37,2 c	12,5 bc	6,2 c	0,5 a	0,0 a	0,0 a	0,3 a	2,0 a	38,0	21,2	59,2
6. 0 N + 0 K	51,0 d	18,7 d	21,0 f	0,5 a	0,3 a	0,6 a	0,7 a	4,0 ab	52,6	44,2	96,8
7. 0 N + 0 K + Ca	27,4 b	10,5 b	14,0 e	1,0 a	1,6 a	1,0 a	0,0 a	3,2 a	30,0	28,7	58,7
8. Nowina – Virgin soil	21,0 a	0,0 a	1,0 a	3,0 a	1,0 a	0,0 a	0,0 a	6,0 b	22,0	10,0	32,0
<i>W</i> <sub>0</sub>	15,8 a	13,0 a	4,5 a	0,0 a	0,1 a	0,5 a	1,1 a	3,0 b	17,5 a	20,5 a	38,0 a
<i>W</i> <sub>1</sub>	49,0 b	21,4 b	14,2 b	1,0 a	1,0 b	0,4 a	0,8 a	2,1 ab	51,2 b	36,6 b	82,4 b
<i>W</i> <sub>2</sub>	46,0 b	20,6 b	20,8 c	1,0 a	1,8 b	0,2 a	0,2 a	1,1 a	48,2 b	43,5 c	91,7 b

\* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$  (Means marked with the same letters are not significantly different at  $\alpha = 0.05$ )

Tabela 2 – Table 2

Wpływ nawożenia na liczebność nicieni szkodliwych w sadzie replantowanym (średnie z lat 2000–2003)

Effect of fertilization on numbers of harmful nematodes in a replanted apple orchard (means for 2000–2003)

Kombinacje Treatments	Średnia z lat 1997–1999 Mean for 1997–1999	Lata – Years				Średnia z lat 2000–2003 Mean for 2000–2003
		2000	2001	2002	2003	
1. 65 N	125	37 d*	30 bc	31 d	17 b	28,6 c
2. 65 N + 95 K	191	52 f	35 c	25 c	21 cd	33,2 cd
3. 65 N + 95 K + Ca	170	44 e	35 c	32 d	22 cd	33,2 cd
4. 130 N + 190 K	82	41 e	43 d	33 d	24 de	35,2 d
5. 130 N + 190 K + Ca	132	29 b	20 b	18 b	18 bc	21,2 b
6. 0 N + 0 K	133	62 g	54 e	34 d	27 e	44,2 e
7. 0 N + 0 K + Ca	144	38 d	35 c	23 c	19 bc	28,7 c
8. Nowina – Virgin soil	3	6 a	0 a	9 a	10 a	6,3 a
Średnia – Mean	122,5 e	38,6 d	31,5 c	25,6 b	19,8 a	

\* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$  (Means marked with the same letters are not significantly different at  $\alpha = 0,05$ )

Tabela 3 – Table 3

Wpływ nawadniania na liczebność nicieni szkodliwych w sadzie replantowanym (średnie z lat 2000–2003)

Effect of irrigation on numbers of harmful nematodes in a replanted apple orchard (means for 2000–2003)

Kombinacje Treatments	Średnia z lat 1997–1999 Mean for 1997–1999	Lata – Years				Średnia z lat 2000–2003 Mean for 2000–2003
		2000	2001	2002	2003	
$W_0$	85 a*	31 a	20 a	16 a	15 a	20,5 a
$W_1$	147 b	40 b	37 b	28 b	20 b	31,2 b
$W_2$	178 c	57 c	51 c	39 c	27 c	43,5 c
Średnia – Mean	137 e	42,6 d	36,0 c	27,7 b	20,7 a	

\* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$  (Means marked with the same letters are not significantly different at  $\alpha = 0,05$ )

Trzecią grupą nicieni, które występowały w większej ilości, były nicienie z rodzin *Tylenchidae* i *Trichodoridae*. Obie rodziny zaliczane są do szkodliwych dla drzew jabłoni. Liczebność tych nicieni była zależna od nawożenia, jak i nawadniania. Przy braku nawadniania liczebność ich była niższa i wzrastała wraz z wilgotnością gleby (tab. 1).

W glebie z sadu replantowanego stwierdzono jeszcze obecność nicieni z rodzajów: *Aphelenchus*, *Aphelenchoides* i *Paratylenchus* oraz z rodziny *Cricone-*

*matidae*. Nicienie te występowały w małej ilości i obserwowano tu pewne różnice w zależności od warunków wilgotnościowych utrzymywania gleby (tab. 1).

Analizując liczebność nicieni w latach 2000–2003 oraz wpływ nawożenia (tab. 2) i nawadniania (tab. 3), stwierdzono, że w miarę upływu lat systematycznie obniżała się liczebność nicieni szkodliwych. Pomimo tak istotnego obniżania się liczebność nicieni w porównaniu do liczebności w glebie, na której nie uprawiano uprzednio jabłoni, była jeszcze istotnie wyższa (tab. 1, 2, 3)

Ponadto należy stwierdzić, że zastosowanie wapnowania obniżało liczbę nicieni szkodliwych (tab. 2).

## DYSKUSJA

Fakt wystąpienia zmęczenia gleby w ocenianym sadzie został potwierdzony już wcześniej (PACHOLAK, RUTKOWSKI 2000, 2002). Natomiast zdecydowanie trudniej było uzasadnić, jakie czynniki wywołały to zjawisko, gdyż mogło być to wiele czynników (UTKHEDE, SMITH 1994; ČATSKA 1993). Za jedną z głównych i najgroźniejszych przyczyn występowania choroby replantacyjnej u wielu gatunków drzew i krzewów owocowych uważa się występowanie nicieni pasożytniczych (MAI, ABAWI 1981; MAI i in. 1994; MERWIN, STILES 1989; REBANDEL, SZCZYGIEL 1995; SZCZYGIEL, REBANDEL 1988; PACHOLAK, RUTKOWSKI 2000).

W glebie z sadu replantowanego, na której uprawiano drzewa prawie 25 lat, stwierdzono istotnie wyższą liczebność nicieni w porównaniu do liczby nicieni w glebie, na której nie uprawiano jabłoni. Z sumy ilości nicieni, niezależnie od gatunku, wynika, że była ona zależna od warunków nawadniania i nawożenia. Przy braku nawadniania wzrost dawek nawożenia obniżał wyraźnie liczebność nicieni. Natomiast utrzymanie wilgotności na poziomie  $-0,03\text{MPa}$  potencjału wodnego gleby i wzrost dawek nawożenia powodował wzrost liczebności nicieni. A wapnowanie, niezależnie od wilgotności gleby, obniżało liczbę nicieni szkodliwych.

W przeprowadzonej analizie stwierdzono, że w miarę upływu lat prowadzenia sadu obniżała się liczebność nicieni szkodliwych w glebie. Potwierdzona została opinia KIRKPATRICKA i in. (1964) oraz ZEPPA (1993), że dobra pielęgnacja gleby w sadzie i starzenie się drzew może powodować obniżenie się liczebności nicieni, zwłaszcza z rodzaju *Pratylenchus penetrans*, najbardziej szkodliwego dla młodych drzew.

## WNIOSKI

1. Liczebność nicieni ogółem, jak i pasożytniczych wraz z wiekiem sadu istotnie ulegała zmniejszeniu w porównaniu z pierwszymi latami po zastosowaniu replantacji sadu jabłoniowego.
2. Nawadnianie miało istotny wpływ na zwiększoną liczebność nicieni szkodliwych
3. Wapnowanie obniżało liczebność nicieni szkodliwych w glebie.

4. Nawożenie, w zależności od poziomu wilgotności gleby, wpływało na różnicowanie liczebności nicieni. W warunkach naturalnych opadów atmosferycznych nawożenie obniżało liczebność nicieni, natomiast nawodnienie, czyli wzrost wilgotności gleby, powodowało, że wraz ze wzrostem dawki nawozów wzrastała liczebność nicieni.

## LITERATURA

- CONSTANTE J.F., MAI W.F., KLEIN R.M. (1985): Effect of roodstock and soil tape on *Pratylenchus penetrans* population in apple feeder roots. J.A.M. Soc. Hort. Sci., 110: 38–41.
- ČAŤSKA V. (1993): Fruit tree replant problem and microbial antagonism in soil. Acta Hort., 324: 23–34.
- KIRKPATRICK J.D., MAI W.F., PARKER K.G., FISHER E.G. (1964): Effect of phosphorus and potassium nutrition of sour cherry on the soil population levels of five plant-parasitic nematodes. Phytopathology, 54, 6: 706–412.
- MAI W.F., ABAWI G.S. (1981): Controlling replant diseases of pome and stone fruits in Northeastern United States by replant fumigation. Plant Disease, 65, 11: 859–864.
- MAI W.F., MERWIN I.A., ABAWI G.S. (1994): Diagnosis, etiology and management of replant disorders in New York cherry and apple orchards, 363: 33–41.
- MERWIN I.A., STILES W.C. (1989): Root-lesion nematodes, potassium deficiency, and prior cover crops as factors in apple replant disease. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114: 724–728.
- NYCZEPIR A.P., ZEHR E.I., LEWIS S.A., HARSHMAN D.C. (1983): Short life of peach trees induced by *Criconebella xenoplax*. Plant Dis., 67: 507–508.
- PACHOLAK E. (2003): Czynniki wpływające na chorobę replantacyjną. Czynniki biologiczne. Sad Nowocz., 12: 4–6.
- PACHOLAK E., RUTKOWSKI K. (2000): Ocena stanu mikrobiologicznego gleby przy zróżnicowanych warunkach nawożenia i nawadniania w sadzie replantowanym. Cz. 3: Liczebność nicieni. Pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN, 89: 193–198.
- PACHOLAK E., RUTKOWSKI K. (2002): Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany Šampion w warunkach replantowanego sadu. Inst. Sad. i Kwiat. Prace Inst., 41: 145–146.
- REBANDEL Z., SZCZYGIEL A. (1995): Choroba replantacji maliny i możliwości jej zwalczania. Pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN, 79: 209–215.
- RUTKOWSKI K., PACHOLAK E. (1999): Wpływ sposobów zapobiegania zmęczeniu gleby na wzrost jabłoni odmiany Elstar. Zesz. Nauk. AR Kraków, 351: 135–140.
- SEWELL G.W.F., ROBERTS A.L., ELSEY R.F. (1992): Apple replant disease: the assessment and result of seedling bio-assays of growth responses to soil fumigation with chloropicrin. Ann. Appl. Biol., 121: 199–209.
- SZCZYGIEL A., REBANDEL Z. (1988): Wpływ korzeniaka szkodliwego (*Pratylenchus penetrans*) na wzrost i plonowanie wiśni. Pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN, 65: 199–209.
- UTKHEDE R.S. SMITH E.M. (1994): Biotic and abiotic causes of replant problems of fruit trees, 363: 25–32.
- ZEPP A. (1993): Występowanie nicieni z rodzaju *Pratylenchus* w sadach i ich szkodliwość dla wybranych podkładek generatywnych. Autoref. pr. dr. Brzezna. IsiK.

## EFFECT OF FERTILIZATION AND IRRIGATION ON SOIL MICROORGANISMS IN A REPLANTED APPLE ORCHARD

### I. Numbers of nematodes

#### Summary

The experiment was established in the Experimental Agricultural and Pomicultural Farm at Przybroda on podzolic soil. In the autumn of 1993, apple trees were dug up and after recultivation and levelling of the plots that formerly were fertilized and irrigated, apple trees of cv. 'Šampion' with apple trees of cv. Golden Delicious as pollinators on P60 rootstock were planted in the spring of 1994 in a row system and 3.5 m  $\times$  1.5 m spacing (1900 trees/ha).

Three irrigation levels were applied in the orchard:  $W_0$  = control without irrigation;  $W_1$  = irrigation to maintain soil moisture level at  $-0.03$  MPa of water potential;  $W_2$  = irrigation to maintain soil moisture level at  $-0.01$  MPa of water potential. The following fertilization combinations were applied within each irrigation level: (1) control no fertilization for the past 21 years; (2) 65 kg N, (3) 65 kg N; 95 kg  $K_2O$ /ha, (4) 65 kg N; 95 kg  $K_2O$ /ha + Ca, (5) 130 kg N; 190 kg  $K_2O$ /ha, (6) 130 kg N; 190 kg  $K_2O$ /ha + Ca; (7) no fertilization; (8) no fertilization + Ca; and for microbiological evaluation, an additional combination was introduced (9) virgin soil, where fruit trees had never been grown before.

In 2000–2003, the soil from the orchard was examined to detect the presence of nematodes. *Pratylenchus* spp., Belonolamidae, Tylenchidae and Trichodoridae were found in large quantities. *Apchelenchus*, *Apchelenchoides* and *Paratylenchus* spp. occurred in smaller amounts. The listed nematodes were absent or infrequent in the soil in which no apple trees were cultivated. The numbers of some nematode species depended on fertilization and were related to the moisture of the soil. Lime application irrespective of soil humidity decreased nematode numbers. Irrigation increased the number of nematodes, Trichodoridae in particular.