

MICHAŁ W. BRZESKI  
*Instytut Warzywnictwa Skierniewice*

## TAKTYKA I STRATEGIA OCHRONY ROŚLIN PRZED NICIENIAMI

Ochrona roślin przed szkodliwymi nicieniami, jak i wieloma chorobami atakującymi rośliny z gleby, jest odmienna od zwalczania szkodników i chorób nalatujących na nadziemne części roślin, wymaga planowania i działań wieloletnich, a więc przyjęcia innych założeń strategicznych. Łączenie rozmaitych zabiegów taktycznych w takie strategie zapobiegania lub zmniejszania biologicznej degradacji gleby, jaką jest nadmierne nagromadzenie patogenów, przedstawiam w tym artykule.

Niczenie-pasożyty roślin wbijają sztylet do komórki żywiciela i najpierw wprowadzają tam enzymy trawienne. Potem częściowo strawiona zawartość komórki zostaje pobrana przez szkodniki i dalej jest trawiona. Taki sposób odżywiania się oznacza, że w komórkach zaatakowanej rośliny muszą znajdować się odpowiednie związki chemiczne reagujące z enzymami nicieni. Powiązania pasożyta i żywiciela są więc bardzo ściśle. Efektem wprowadzania enzymów do tkanki rośliny jest hipertrofia (wyrośla, powiększenie jąder) obejmująca nie tylko komórki, do których nicien wbił sztylet, ale także sąsiednie. Objawy chorobowe obejmują całego żywiciela, także nie atakowane bezpośrednio części systemu korzeniowego i organy nadziemne rośliny. W ten sposób nicienie wywołują chorobę rośliny. Nicienie, jako zwierzęta, zwykle nazywamy szkodnikami, ale z punktu widzenia reakcji żywiciela są czynnikami chorobotwórczymi. Dlatego dalej w tekście nazywam nicienie przemienienie szkodnikami lub patogenami roślin.

Przy tej okazji warto zwrócić uwagę na nieprecyzyjność podziału przyjętego w polskiej ochronie roślin na zwierzęta-szkodniki i drobnoustroje-patogeny lub czynniki chorobotwórcze. Taki podział jest nieadekwatny, bo opiera się o niejednakowe kryteria.

### *Zagęszczenie nicieni a plon*

Poznanie układu pasożyt-żywiciel ma fundamentalne znaczenie w planowaniu ochrony roślin przed nicieniami. Nie wszystkie nicienie-pasożyty roślin wywołują spadek plonu, który miałby znaczenie gospodarcze i uzasadniałby zwalczanie. Najczęściej rośliny porażone przez szkodliwe nicienie rosną wolniej, co powoduje zmniejszenie, a nieraz pogorszenie jakości plonu. Niekiedy porażone rośliny nie mają żadnej wartości handlowej, przykładami mogą być cebula lub czosnek porażo-

ne przez niszczyka zjadliwego (*Ditylenchus dipsaci*) albo rozsada roślin zaatakowanych przez guzaki (*Meloidogyne*). W obu przypadkach stopień zniszczenia roślin jest tym większy, im większe jest zagęszczenie populacji szkodników w glebie. Nie jest to jednak zależność prostoliniowa. Roślina ma pewną naturalną zdolność tolerowania uszkodzeń korzeni, co wynika z faktu, że system korzeniowy jest zwykle większy, niż to jest potrzebne dla zapewnienia dobrego wzrostu. Oznacza to, że szkodniki do pewnego zagęszczenia populacji nie wywołują spadku plonu. Takie zagęszczenie nazywamy progiem tolerancji roślin ( $T$ ). Z drugiej strony szkodnik nie zawsze prowadzi do śmierci rośliny. Zabicie żywiciela przez pasożyta jest niekorzystne dla tego ostatniego i świadczy o jego stosunkowo niedawnym, w ewolucyjnym sensie, przystosowaniu do takiego trybu życia. Najczęściej pasożyt osłabia żywiciela i zmniejsza plon tylko do pewnego stopnia. Ten największy możliwy spadek plonu nazywamy plonem minimalnym ( $m$ ). Inaczej mówiąc, plon minimalny jest to najmniejsza nie utracona część plonu maksymalnego, a więc możliwego do uzyskania, gdyby roślina nie była atakowana przez szkodniki. Doświadczenia wskazują, że próg tolerancji ( $T$ ) jest wartością stałą dla danej rasy szkodliwego nicienia i odmiany rośliny, a zmiany warunków środowiska bądź wywieranie stresu na roślinę nie powodują zmiany progu tolerancji. Plon minimalny natomiast zmienia się zależnie od warunków środowiska. Oznacza to, że taka sama liczba nicieni może w rozmaitych warunkach mniej lub bardziej zmniejszyć plon. Ilościowe zależności spadku plonu od zagęszczenia nicieni zostały opracowane przez Seinhorsta [17, 21, 22, 23].

Zależność wielkości plonu od zagęszczenia nicieni w sytuacji, gdy populacja ( $P$ ) jest większa od progu tolerancji ( $T$ ), czyli gdy  $P > T$ , opisuje równanie [21]

$$y = m + (1 - m) z^{P-T} \quad (1)$$

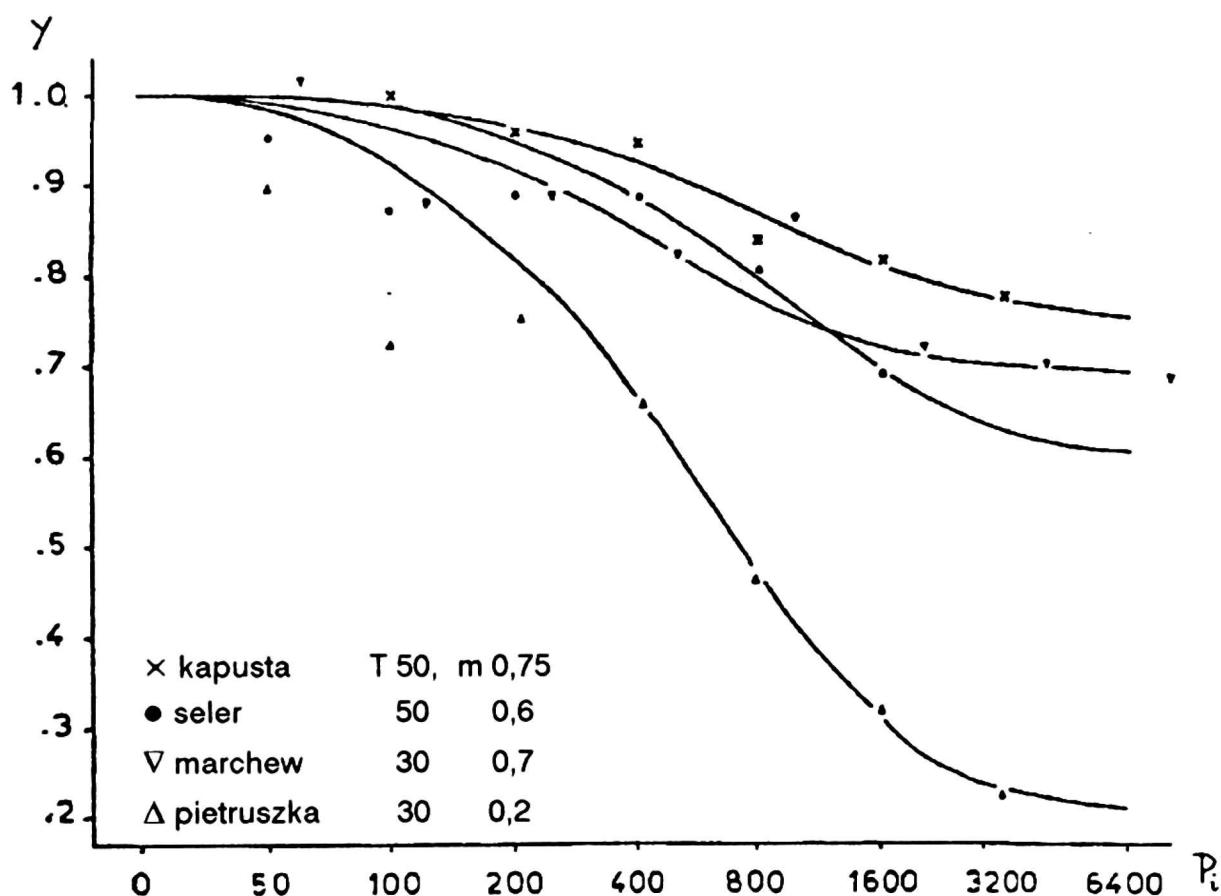
w którym:  $y$  = plon wyrażony jako część plonu maksymalnego ( $y_{max} = 1,0$ );  $m$  = plon minimalny;  $z$  = współczynnik wahający się między 1,05 a 1,10 oddający tolerancję roślin na uszkodzenia przez nicienie;  $P$  = zagęszczenie populacji nicieni;  $T$  = próg tolerancji. Wyliczenie wyrażenia  $z^{P-T}$  może sprawiać pewną trudność, a ponieważ  $z^{P-T} = z^P \cdot z^{-T}$ , więc można przyjąć  $z^{-T} = c$  i wtedy równanie (1) przyjmie łatwiejszą do obliczeń formę

$$y = m + (1 - m) c z^P \quad (2)$$

gdzie  $c$  jest współczynnikiem mniejszym od 1.

Przykład doświadczeń nad szkodliwym wpływem szpilecznika baldasznika (*Paratylenchus bukowinensis*) na plon czterech roślin pokazuje rys. 1. Dane empiryczne odpowiadają liniom wykreślonym według równania (2), co pozwala na wyznaczenie progu tolerancji ( $T$ ) i plonu minimalnego ( $m$ ).

W warunkach uprawy polowej zmienność glebowa i związana z tym zmienność zagęszczenia nicieni oraz innych czynników chorobotwórczych powodują znaczne wahania warunków środowiska, a co za tym idzie również plonu minimalnego. Wtedy obliczenie wyników doświadczeń zgodnie z równaniem (2) może być znacznie utrudnione, czasami wręcz niemożliwe. Znajomość układu nicieni-roślina może pomóc w interpretacji doświadczeń polowych i w planowaniu sposobów ochrony roślin.



Rys. 1. Zależność plonu ( $y$ ) czterech roślin od zagęszczenia populacji szpilecznika baldasznika (*Paratylenchus bukowinensis*) w początku doświadczenia ( $P_i$ ). Plon przedstawiono jako frakcję plonu maksymalnego ( $y_{max} = 1,0$ ) roślin wolnych od nicieni. Populację wyrażono liczbą osobników w  $100 \text{ cm}^3$  ziemi. Wyniki doświadczeń wazonowych; linie wykreślono według równania (2).

Przedstawiłem tu zależności ilościowe między zagęszczeniem nicieni a wielkością plonu. Pomiąłem mechanizmy szkodliwości nicieni, których przegląd podał Kornobis [13] i udział nicieni w kompleksowych chorobach roślin wywoływanych przez współdziałanie nicieni i grzybów bądź bakterii, czym szczegółowo zajmował się Szczygieł [26].

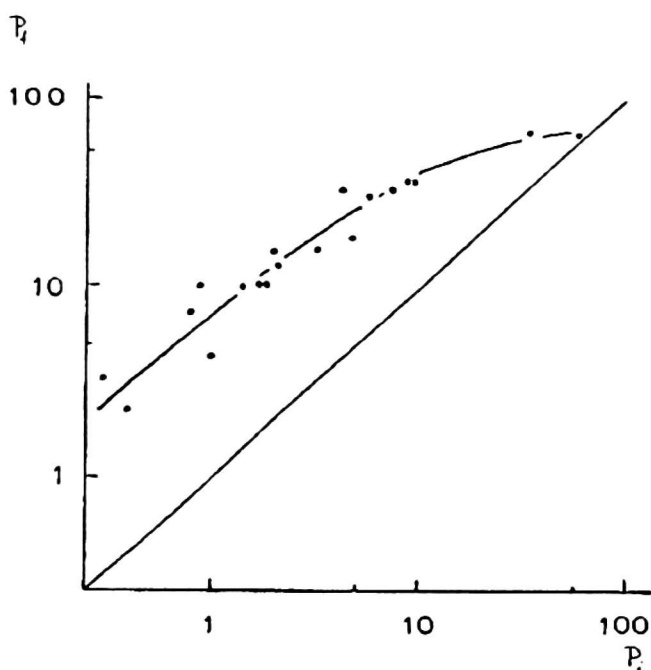
### Zagęszczenie a wzrost populacji nicieni

Nicienie-pasożyty roślin należą do zwierząt rozmnażających się powoli. Obowiązuje tu ogólna zasada, że im więcej osobników jakiegoś gatunku znajduje się w środowisku, tym powolniejszy jest wzrost populacji. Istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój, obok warunków środowiska, jest ilość i jakość pokarmu dostępnego dla każdego nicienia. Ilość pokarmu maleje wraz ze wzrostem zagęszczenia populacji. Zaczyna się wówczas wewnątrzgatunkowa konkurencja o pokarm, co obniża płodność samic, niekiedy wydłuża cykl rozwojowy, a czasami wpływa na zwiększenie udziału samców w populacji. Wzrost populacji w określonych warunkach środowiska i w określonym czasie wyraża równanie [18, 19, 20, 21]

$$P_f = aEP_i / (a - 1) P_i + E \quad (3)$$

w którym  $P_f$  = zagęszczenie populacji w końcu doświadczenia (lub sezonu wege-

tacyjnego);  $P_i$  = zagęszczenie populacji na początku doświadczenia (lub sezonu wegetacyjnego);  $a$  = wielokrotność maksymalnego zwiększenia liczby nicieni w czasie trwania doświadczenia;  $E$  = zdolność żywiciela do utrzymania określonej wielkości populacji, czyli sytuacja gdy  $P_f = P_i$ . Najszybszy przyrost liczby osobników ( $a$ ) obserwuje się przy małym początkowym zagęszczeniu, gdy  $P_f = a P_i$ . Wśród niektórych nicieni, jak na przykład mątwik ziemniaczany (*Globodera rostochiensis*), wewnątrzgatunkowa konkurencja o pokarm rozpoczyna się już, gdy zagęszczenie populacji osiągnie wartość progu tolerancji ( $T$ ). Przykład obserwacji wzrostu zagęszczenia populacji mątwika burakowego (*Heterodera schachtii*) w różnych częściach tego samego pola kapusty późnej pokazuje rys. 2.



Rys. 2. Rozród mątwika burakowego (*Heterodera schachtii*) na plantacji kapusty późnej. Zagęszczenie populacji przed sadzeniem ( $P_i$ ) i po zbiorze ( $P_f$ ) wyrażono liczbą jaj/gram gleby. Każdy punkt reprezentuje jedno poletko o powierzchni 6 m<sup>2</sup>. Linie wykreślono według równania (3). Dane według [4].

### Taktyka zwalczania nicieni

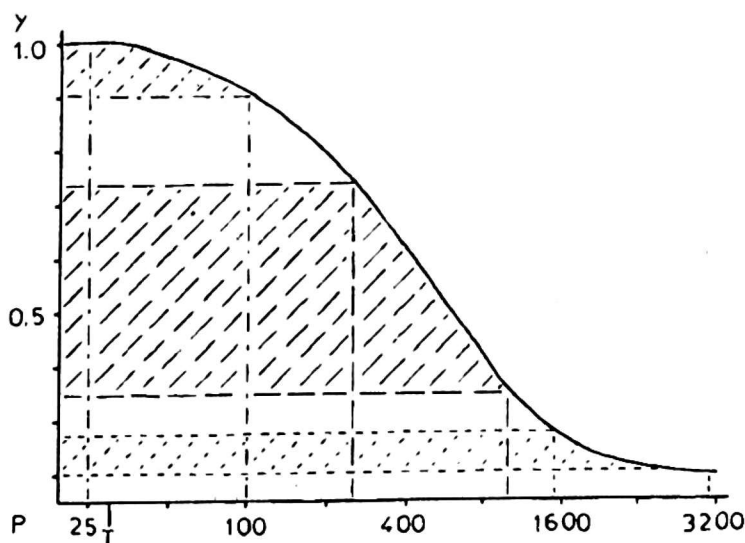
Szczegółowe zalecenia zwalczania nicieni zmieniają się dosyć często, są podawane w rozmaitych ulotkach i tu nie będą omawiane. Zatrzymam się tylko nad ogólnym omówieniem rozmaitych sposobów walki z tymi szkodnikami.

Najszerzej stosowane jest zmianowanie, czyli wprowadzanie do uprawy roślin nie atakowanych przez najbardziej szkodliwe gatunki występujące na polu. Brak pokarmu powoduje wymieranie szkodników z głodu, przy czym tempo spadku zagęszczenia populacji nie zależy od wielkości zagęszczenia. Zmianowanie jest najtańszym sposobem zwalczania nicieni, ale może w istotny sposób ograniczać uprawę roślin przynoszących spore zyski. Z zasady szerokie zmianowanie, czyli uprawa wielu rozmaitych roślin i nieczęsty powrót z uprawą jakiejś określonej rośliny na to samo pole, jest podstawowym warunkiem sanacji gleby. To z kolei stoi w sprzeczności ze specjalizacją gospodarstw, która jest jednym z przejawów intensyfikacji produkcji.

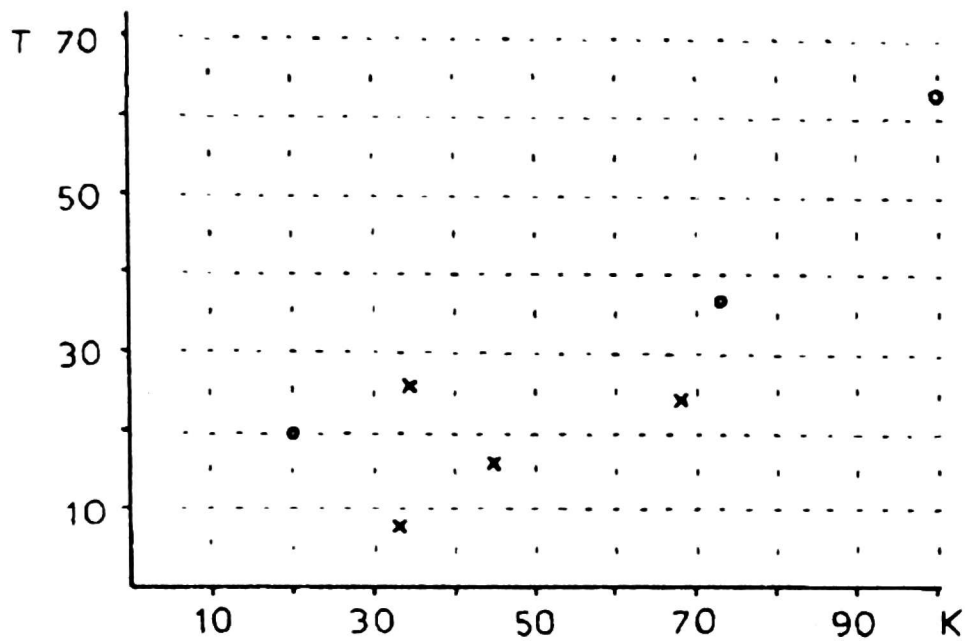
Zwalczanie chemiczne jest innym sposobem zmniejszenia szkodliwości nicieni. Nematocydy są jednak kosztowne, często wymagają specjalnych urządzeń do stosowania, nie zawsze są opłacalne. Nadto wiele pestycydów, w tym nematocydów, jest fitotoksycznych, a wzrost plonu po zabiegu jest różnicą między obniżeniem plonu wskutek tej fitotoksyczności a zwykłą, dzięki ograniczeniu szkodliwości zwalczanych organizmów szkodliwych. Baksik [1] wykazał, że po zastosowaniu Vydate 10G lub Hostathion 5G przed siewem cebuli w celu ochrony przed niszczykiem zjadliwym (*Ditylenchus dipsaci*) plon na poletkach chronionych wzrósł dopiero wtedy, gdy ponad 20% roślin było porażonych na poletkach kontrolnych. Do tej granicy 20% – fitotoksyczny wpływ nematocydów nie był rekompensowany zmniejszeniem szkodliwości nicieni.

Przy stosowaniu nematocydów przeważają zabiegi polegające na wprowadzeniu środków nicieniobójczych do gleby przed siewem lub wysadzeniem, by ochronić najmłodsze i najwrażliwsze rośliny. Rzadziej zaleca się dodatkowe opryskiwanie roślin zwiększające skuteczność zwalczania. Próby zaprawiania nasion nematocydami nie dały dotychczas tak oczywistych wyników jak zaprawianie nasion przeciwko innym szkodnikom. Prawdopodobnie jest to związane z dużą trwałością nicieni w glebie i szybkim rozkładem preparatu. Zaprawianie chroni rośliny przed nicieniami zwykle przez krótki czas, niewystarczający dla zapewnienia dobrych plonów [9, 10, 15, 27].

Opłacalność chemicznych metod zwalczania nicieni zależy od zagęszczenia szkodliwego gatunku w glebie wiosną przed siewem [8, 24]. Skuteczność nematocydów, wyrażona w procentach zabitych osobników w stosunku do całej populacji, jest niezależna od zagęszczenia. Oznacza to, że w określonych warunkach zginie taka sama część populacji, a im większe było zagęszczenie, tym więcej osobników przeżyje zabieg. To z kolei wpływa na porażenie roślin (rys. 3 i 4). A więc stosowanie nematocydów musi być rozumiane jako sposób skracania nieuniknionego zmniejszenia. Wobec tego w sytuacji optymalnej nematocydy powinny być stosowane dopiero wtedy, gdy wyniki analizy gleby wykażą potrzebę takich zabiegów. Analizy



Rys. 3. Streszczenie doświadczeń polowych nad zwalczaniem szpilecznika baldasznika (*Paratylenchus bukowinensis*) na pietruszce. Plon ( $y$ ) wyrażony jako frakcja plonu maksymalnego ( $y_{max}=1,0$ ). Zagęszczenie populacji szpilecznika ( $P$ ) wyrażone liczbą osobników w  $100\text{ cm}^3$  gleby. Zależność  $y/P$ ; według równania (2) i rys. 1. Skuteczność zabiegu 75% niezależnie od zagęszczenia populacji. Wzrost plonu po zabiegu zależy od zagęszczenia populacji przed zabiegiem i liczby nicieni, które przeżyją zabieg.



Rys. 4. Streszczenie doświadczeń polowych nad zwalczaniem niszczyka zjadliwego (*Ditylenchus dipsaci*) na cebuli. Skuteczność zabiegów wyrażono procentem roślin porażonych na poletkach kontrolnych (K) i traktowanych nematocydami (T). Stosowano Nemafos 10G (x) w dawce 40 kg/ha [2] i Vydate 10G (o) w dawce 1,5 g/mb rzędu [1].

nie tylko zwiększałyby koszty zwalczania, ale przede wszystkim takich analiz nikt w Polsce nie wykonuje.

Podnoszenie dawek preparatów nie fumigujących prowadzi do zmniejszenia porażenia roślin tylko do pewnej granicy, a dalsze zwiększanie ilości preparatów nie zwiększa ich skuteczności [2, 3]. Natomiast preparaty fumigujące (głównie nienasycone halogenkowe węglowodory) mogą doprowadzić do całkowitego zniszczenia nicieni w warstwie gleby, dokąd dojdą trujące pary nematocydów. Ta grupa preparatów jest jednak wycofywana z użycia ze względu na bardzo szerokie spektrum działania, przenikanie niektórych z tych preparatów do wód gruntowych i uboczne kancerogenne działanie pewnych środków. W warunkach krajowych dodatkową trudnością jest brak maszyn do stosowania tych nematocydów.

Uprawa odpornych odmian roślin jest inną metodą stosowaną w walce z nicieniami. Z zasady rośliny odporne są atakowane przez nicienie, ale te szkodniki nie mogą się dalej rozwijać i giną. Jednak samo żerowanie nicieni na odpornych roślinach powoduje zahamowanie rozwoju żywiciela. Inaczej mówiąc, uprawa odpornych odmian roślin prowadzi do zmniejszenia liczby szkodliwych nicieni w glebie, ale przy dużym zagęszczeniu szkodników wymaga także ochrony chemicznej dla zapewnienia dobrego plonu. W praktyce w Polsce uprawia się odmiany ziemniaka odporne na mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) i pomidory odporne na guzaki (*Meloidogyne* spp.) z wyjątkiem guzaka północnego (*Meloidogyne hapla*). Tak mała liczba gatunków roślin odpornych jest związana z brakiem źródeł odporności, a niekiedy brakiem rzeczywistego rozpoznania roli nicieni i określenia potrzeb wprowadzenia takich odmian do uprawy. Przykładem takiego niepełnego rozpoznania może być brak całościowego opracowania występowania i szkodliwości mątwików atakujących zboża (*Heterodera avenae*, *H. latipons*, *H. bifestora*) w Polsce. Odporne odmiany zbóż są główną metodą walki z tymi nicieniami w wielu krajach Europy. Być może metody inżynierii genetycznej, powszechnie sto-

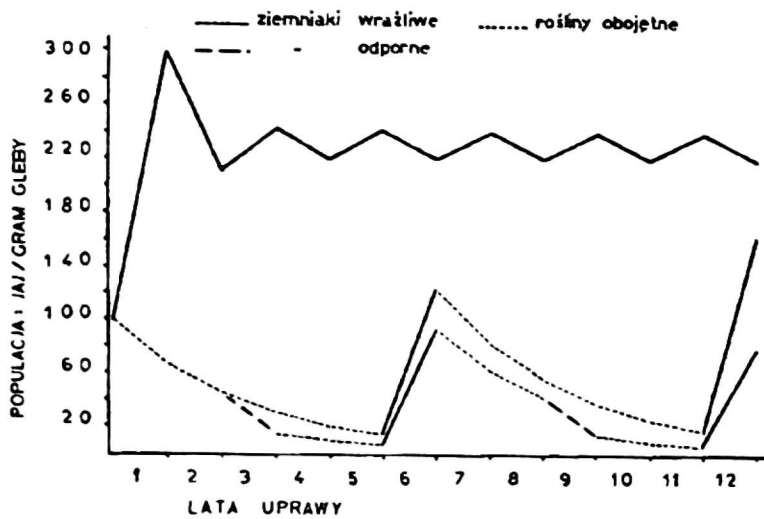
sowane już w hodowli roślin, pozwolą na wprowadzenie do produkcji rolniczej odmian odpornych na więcej szkodliwych nicieni i innych patogenów.

Inne metody zwalczania nicieni – jak traktowanie roślin ciepłą wodą czy metody biologiczne – mają znaczenie marginalne i nie będą tu omawiane.

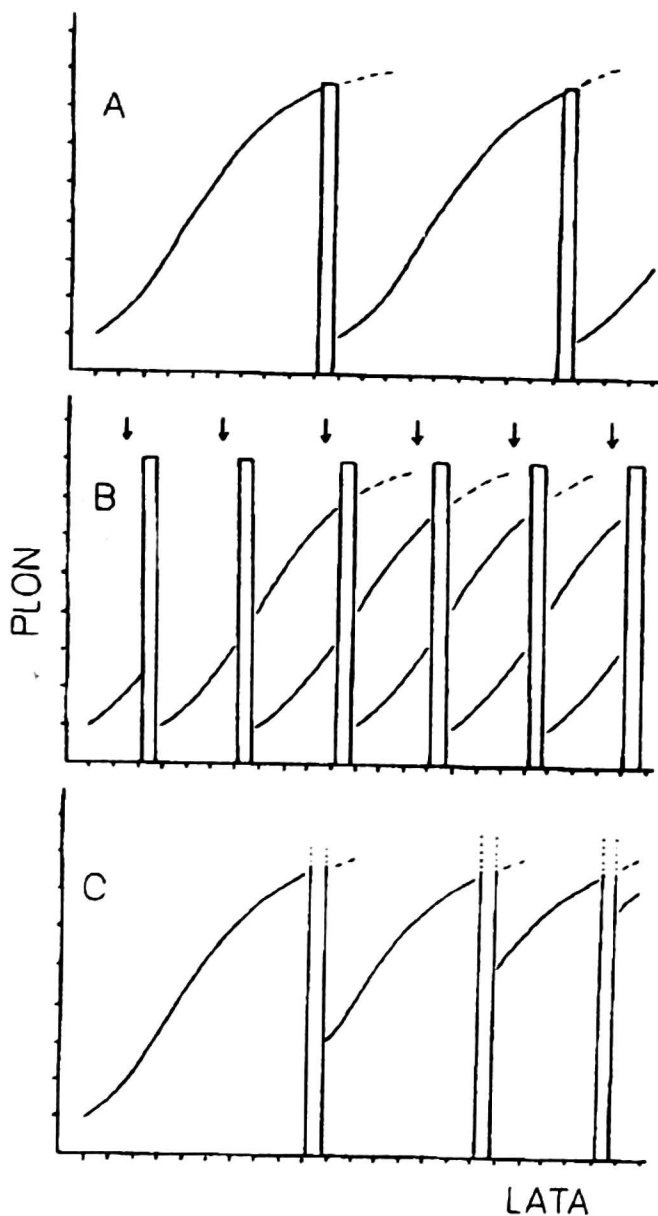
### *Strategia zwalczania nicieni*

Nicienie-szkodniki roślin występują powszechnie w naszych glebach, ale doprowadzenie do takiego rozmnożenia się gatunku szkodliwego, że powoduje istotne straty w plonach, jest zawsze wynikiem błędów w wykorzystywaniu gleby. Nowoczesne, bardzo intensywne rolnictwo przekroczyło próg ekologicznych możliwości środowiska [16]. Nadmierne rozmnożenie się nicieni, a także innych patogenów atakujących rośliny z gleby, powinno być spostrzegane jako pogorszenie jej jakości, czyli objaw biologicznej degradacji gleby. To z kolei wskazuje drogę trwalszej poprawy zdrowotności roślin przez usunięcie przyczyn tej degradacji. Pewne wskazówki można znaleźć w rolnictwie ekologicznym [14]. Badania gospodarstw prowadzonych przez Amiszów na terenie stanów Pensylwania i Ohio, USA, gdzie przez 150–160 lat nie stosowano pestycydów i nawozów syntetycznych, pokazały możliwość znacznego zredukowania zabiegów ochronnych [25]. Podobne obserwacje poczyniono w Europie [11]. Rolnictwo ekologiczne nie poddaje się łatwo badaniom, bo jego zwolennicy twierdzą, że jest niepodzielne, a warunkiem sukcesu jest przyjęcie całej, związanej z tym sposobem uprawy, filozofii życia i postępowania. Bliższe przyjrzenie się rolnictwu ekologicznemu zdaje się wskazywać, że zasadniczą funkcję pełni utrzymanie odpowiedniego ilościowo i jakościowo poziomu substancji organicznej w glebie. Szereg wprowadzonych do gleby substancji organicznych wydatnie zmniejsza straty powodowane przez nicienie [5]. Częste nawożenie organiczne prowadzi do wzrostu supresywności gleby, czyli do stworzenia warunków, w których określone patogeny nie rozwijają się, a szkody w plonach powodowane przez te patogeny mogą być pomijane. Prawdopodobnie w tym trzeba dopatrywać się przyczyn braku chorób i szkodników glebowych w rolnictwie ekologicznym. Trudnością jest jednak brak dobrych wskaźników jakości substancji organicznej gleby [7].

W dzisiejszym rolnictwie odrzucenie na dużą skalę syntetycznych produktów chemicznych nie jest możliwe; zarówno pestycydy jak i nawozy mineralne będą nadal stosowane. Biorąc jednak pod uwagę mniejszą skuteczność pestycydów stosowanych do gleby i trwałość czynników chorobotwórczych bytujących w glebie, istnieje potrzeba opracowania i stosowania wieloletnich strategii zapobiegania biologicznej degradacji gleby. Tu chyba jest zasadnicza różnica między zwalczaniem szkodników i chorób nalatujących na rośliny i atakujących części nadziemne a chorób i szkodników atakujących rośliny z gleby. Wygodną i przydatną formą przedstawienia takich strategii są modele symulacyjne. W przypadku nicieni opracowano w Polsce takie modele dla układów pasożyt–żywieli: mątwik burakowy–kapusta [4], mątwik ziemniaczany–ziemniak [6, 12] oraz szpilecznik baldasznik–pietruszka [26].



Rys. 5. Symulacyjny model dynamiki populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) na ziemniakach [6].



Rys. 6. Koncepcyjne modele strategii zwalczania szkodliwych nicieni. Linie oznaczają spodziewaną wielkość plonu, gdyby rośliny wrażliwe były uprawiane, słupki – plon w latach uprawiania roślin wrażliwych. Po uprawie dobrego żywiciela populacja szybko wzrasta, czyli wielkość spodziewanego plonu maleje. A – stosowanie zmianowania; B – łączenie zmianowania i stosowania nematocydów (strzałki pokazują terminy zabiegów) pozwala na częstszą uprawę roślin wrażliwych, ale zwiększa koszty produkcji; C – zmniejszanie tempa rozmnażania nicieni przez zwiększanie supresywności gleby prowadzi do polepszenia jakości biologicznie zdegradowanej gleby i w dłuższym czasie pozwala na częstszą uprawę roślin wrażliwych. Towarzysząca poprawa fizycznych i chemicznych właściwości gleby może oznaczać wzrost plonów.



Różne hipotetyczne strategie ochrony roślin przed nicieniami przedstawia rysunek 6. Nadmierne nagromadzenie się nicieni w glebie i stosowanie zmianowania jako najtańszej metody ochrony wymaga wydłużania czasu między uprawami rośliny wrażliwej, a w zależności od gatunku nicienia może zmusić też do eliminacji z uprawy innych roślin. Skracanie tego okresu prowadzi do uzyskania plonów mniejszych od możliwych i do dalszego namnażania się szkodnika. Stosowanie chemicznej ochrony skraca okres koniecznego wstrzymania się od uprawy żywicieli i pozwala na częstsze wprowadzanie na pole roślin wrażliwych, ale wiąże się ze stałym powtarzaniem zabiegów i nie polepsza jakości gleby. Jest to środek taktyczny o krótkotrwałym znaczeniu. Zwiększanie supresywności gleby pozwala na powolne zwiększanie częstotliwości uprawy wrażliwych roślin, a jednocześnie polepszenie jakości środowiska, przez co może przyczyniać się do wzrostu plonów.

## LITERATURA

- [1] Bąsik A.: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 356, 65–74, 1989.
- [2] Brzeski M. W.: Materiały Ogólnopolskiego Zjazdu Warzywn., Skierniewice, 78–82, 1975.
- [3] Brzeski M. W.: Nowości warzywn. 11, 28–34, 1982.
- [4] Brzeski M. W.: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 278, 59–67, 1983.
- [5] Brzeski M. W.: Mater. XXX Sesji IOR 1991.
- [6] Brzeski M. W., Rogala Z.: Ochr. Roślin nr 3, 8–9, 1984.
- [7] Doran J. W., Smith M. S.: Soil fertility and organic matter as critical components of production systems, Soil Sci. Soc. America, Madison (WI) 53–72, 1987.
- [8] Ferris H.: J. Nematol. 10, 341–350, 1978.
- [9] Gray F. A., Soh D. H.: J. Nematol. 21, 184–188, 1989.
- [10] Hoveland C. S., Rogriguez-Kabana R., Haaland R. L.: Agronomy J. 69, 637–639, 1977.
- [11] Jordan V. W. L.: Brighton Crop. Conf. – Pests a. Disease 3, 1221–1230, 1990.
- [12] Kornobis S.: Mater. XXII i XXIII Sesji IOR 69–76, 1962.
- [13] Kornobis S.: Kosmos 39, 389–401, 1990.
- [14] Pimental D., Cullinay T. W., Butler I. W., Reinemann D. J., Beckman K. B.: Agric. Ecosystems Environ. 27, 3–24, 1990.
- [15] Rodriguez-Kabana R., Hoveland C. S., Haaland R. L.: J. Nematol. 9, 323–326, 1977.
- [16] Ryszkowski L.: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 324, 15–24, 1987.
- [17] Seinhorst J.: Nematologica 11, 137–154, 1965.
- [18] Seinhorst J.: Nematologica 12, 157–169, 1986.
- [19] Seinhorst J.: Nematologica 13, 157–169, 1967.
- [20] Seinhorst J.: Nematologica 13, 481–492, 1967.
- [21] Seinhorst J.: Ann. Rev. Phytopath. 8, 131–156, 1970.
- [22] Seinhorst J.: Nematologica 18, 585–590, 1972.
- [23] Seinhorst J.: Nematologica 19, 421–427, 1973.
- [24] Seinhorst J.: Nematol. medit. 1, 93–105, 1973.
- [25] Stinner D. B., Paoletti M. G., Stinner B. R.: Agric. Ecosystems Environ. 27, 77–90, 1989.
- [26] Szczygieł A.: Post. Nauk Roln. nr 4, 71–90, 1983.
- [27] Townshend J. L.: J. Nematol. 21, 242–248, 1989.
- [28] Viscardi T., Brzeski M. W.: Agric. Ecosystems Environ. 38, 153–157, 1992.