

Jerzy Chojnacki  
Politechnika Koszalińska  
Eugeniusz Jarmocik  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

## ROZKŁAD POPRZECZNY BIOLOGICZNEGO ŚRODKA OCHRONY ROŚLIN

### Streszczenie

Przeprowadzono badania nad nierównomiernością rozkładu poprzecznego cieczy użytkowej zawierającej biologiczny środek ochrony roślin - owadożerne nicienie *Steinernema feltiae*, rozpylanej pod belką poruszającego się opryskiwacza polowego. Nie stwierdzono zależności pomiędzy nierównomiernością rozkładu poprzecznego nicieni a nierównomiernością rozkładu poprzecznego zawierającej je cieczy.

**Słowa kluczowe:** technika opryskiwania, biologiczny środek ochrony roślin, nicienie

### Oznaczenia

- $S_v$  – średnia objętość z poprzecznego rozkładu cieczy, ml  
 $S_m$  – średnia ilość z poprzecznego rozkładu nicieni  
 $V_i$  – średnia objętość cieczy w i-tym rzędzie, ml  
 $M_i$  – średnia liczba nicieni w i-tym rzędzie  
 $lv_i$  – odchyłka od wartości średniej objętości cieczy w i-tym rzędzie, %  
 $lm_i$  – odchyłka od wartości średniej liczby nicieni w i-tym rzędzie, %  
 $\eta_v$  – wskaźnik nierównomierności rozkładu poprzecznego cieczy, %  
 $\eta_m$  – wskaźnik nierównomierności rozkładu poprzecznego nicieni, %

### Wstęp

Owadożerne nicienie są biologicznym środkiem ochrony roślin i mogą być aplikowane za pomocą opryskiwaczy. Maszyny te skonstruowane zostały zanim zaczęto stosować żywe organizmy do zwalczania szkodników roślin. Zbudowane i przebadane były tylko pod względem zastosowania ich do preparatów chemicznych. Użycie ich do opryskiwania biologicznymi środkami ochrony roślin, a zwłaszcza nicieniami, budzi obawy, że mogą powodować niewłaściwe ich nanoszenie. Wg Poinara [1990] długość owadożernych nicieni, w zależności od gatunku, waha się między 0,5 a 1,2 mm i szerokości między 0,04 a 0,02 mm. Ponieważ są to żywe organizmy, mogą różnie za-

chowować się podczas rozpylania, przyjmując kształt podłużny lub „kuli”. Ich wymiary i kształt, a z tym związana również ich masa, mogą mieć wpływ na rozłożenie w chmurze rozpylanej cieczy. Znaczna część nicieni podczas opadania znajdować się będzie wewnątrz kropel, ale istnieje prawdopodobieństwo, że pewna ich liczba opadać będzie bez cieczy. Nie jest wiadome, na ile tory lotu samych nicieni zbliżone będą do torów lotu cząstek płynu o podobnych wymiarach lub masie.

Owadożerne nicienie mają zdolność aktywnego odszukiwania i infekowania owadów gospodarzy, którymi są szkodniki roślin [Tomalak 2000]. Część z nich po rozmieszczeniu na roślinach lub pod roślinami może przemieszczać się na znaczne odległości w poszukiwaniu żywicieli, część zaś może pozostawać na miejscu, na które opadły lub w pobliżu tego miejsca.

O ważności rozkładu poprzecznego środków ochrony roślin świadczy nakazana ustawowo konieczność atestowania pod tym względem opryskiwaczy. Podobnie, jak w przypadku środków chemicznych, również równomierne rozłożenie nicieni na opryskanej powierzchni będzie miało wpływ na większą skuteczność zabiegu.

Badania rozkładu poprzecznego cieczy z rozpylaczy, zamontowanych na belce polowej opryskiwacza, prowadzone są często w pomieszczeniach zamkniętych, przy użyciu stołów pomiarowych, długim czasie pobierania prób i nieruchomym opryskiwaczu. Mało jest danych informujących, jak wygląda rzeczywisty rozkład poprzeczny cieczy, to znaczy taki, gdy ciecz rozpylana jest przez poruszający się wraz z ciągnikiem opryskiwacz. Mało jest również badań dotyczących rozkładu poprzecznego zawartych w rozpylanej cieczy biologicznych środków ochrony roślin.

Badania rozkładu nicieni pod rozpylaczami szczelinowymi o kącie rozpylania 80° przeprowadził Chapple [1999]. Stwierdził występowanie różnic między ilością nanoszonej cieczy a liczbą nicieni.

Celem badań była analiza rzeczywistego, rozkładu poprzecznego nicieni rozpylanych pod belką opryskiwacza polowego. Oceniano wpływ rozmiarów standardowych dysz szczelinowych o kącie rozpylenia 110° na równomierność rozłożenia nicieni oraz współzależność między nierównomiernością rozkładu poprzecznego nicieni a nierównomiernością rozkładu poprzecznego rozpylonej cieczy, w której zawarte były nicienie. Problem ten jest szczególnie istotny, gdyż masa nicieni w cieczy użytkowej nie przekracza 0,05%.

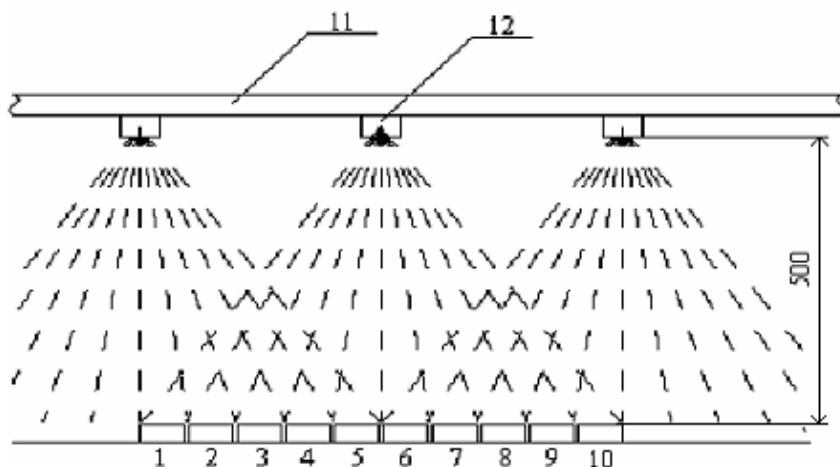
## **Materiał i metody**

Materiałem badanym była ciecz użytkowa zawierająca larwy inwazyjne nicieni *Steinernema Feltiae*, które stosowane są przeciw ziemiorkom. Był to biologiczny środek ochrony roślin „Owinea”, który nabyty został u producenta,

w firmie Owiplant z Owińsk k. Poznania. Nicienie zostały zmieszane z wodą w ilości 300 larw na 1 ml cieczy.

Do wykonania badań użyto umieszczonego na ciągniku opryskiwacza zawieszanego o pojemności zbiornika 400 litrów, z trzysekcyjną pompą membranową i mieszadłem strumieniowym. Objętość cieczy roboczej w zbiorniku wynosiła 100 litrów. Prędkość przejazdu ciągnika była stała we wszystkich eksperymentach i wynosiła 5 km/h, a ciśnienie cieczy w instalacji opryskiwacza, które również było stałe, wynosiło 4 bary. Ciecz wraz z nicieniami rozpylana była przy pomocy rozpylaczy TeeJet XR:11002, 11003 i 11004. Eksperyment przeprowadzono przy zerowej prędkości wiatru, temperatura utoczenia wynosiła 18,5° C.

Aby dokonać równocześnie pomiaru objętości cieczy naniesionej na określoną powierzchnię i liczby osadzonej przez tę ciecz nicieni, posłużono się metodą opracowaną przez Chapllego [1999]. Ciecz i nicienie pod rozpylaczami zbierane były do plastikowych naczynek Petriego o średnicy 90 mm, ustawionych pod belką opryskiwacza w 10 rzędach (rys. 1).



Rys. 1. Ustawienie naczyń w stosunku do belki opryskiwacza: 1-10 naczynia pomiarowe, 11- belka opryskiwacza, 12- rozpylacz

Fig. 1. Layout of measuring vessels in relation to the spray boom: 1-10 - measuring vessels, 11- spray boom, 12- nozzle

Naczynka ustawione zostały w 3 szeregach odległych od siebie co 500 mm. Odległości między naczynkami w rzędach dobrane zostały tak, by można było zebrać w nich ciecz z nicieniami z szerokości 1000 mm. Wysokość rozpylaczy nad powierzchnią naczyń Petriego wynosiła 500 mm. Wszystkie naczynia zostały kolejno ponumerowane w taki sposób, że podstawę i pokrywę danego naczynka oznaczono tym samym numerem. Na krawędzie styku podstawy z pokrywą naniesiono warstwę smaru, aby po ich złożeniu uniemożliwić parowanie wody zebranej w naczynku.

Przed rozpoczęciem eksperymentu wszystkie komplety naczyń Petriego, podstawa oraz pokrywa, zostały zważone. Po wykonaniu oprysku nałożono odpowiednie pokrywy na naczynia i zważono je powtórnie. Ilość osadzonej cieczy określono na podstawie różnicy masy naczynia po zabiegu i przed zabiegiem. Masę cieczy przeliczono na objętość, przyjmując 1 kg masy wody równy 1 litrowi. Nicienie w naczyniach zliczano posługując się mikroskopem. Dokładność pomiaru masy cieczy wewnątrz naczyniek wynikała z dokładności wagi, która wynosiła 0,001 g. Nicienie zliczano z dokładnością do jednej sztuki.

### Wyniki pomiarów

Pomiar rzeczywistego rozkładu cieczy i nicieni dla każdego kompletu rozpylaczy TeeJet XR wykonano jednokrotnie. Aby móc zobrazować i porównać rozkład cieczy i nicieni w poszczególnych rzędach naczyniek, dla badanych rozpylaczy, zamiast poprzecznego rozkładu ilościowego wyznaczono procentowy, poprzeczny rozkład odchyłek cieczy i nicieni od ich wartości średniej:  $lv_i$  i  $lm_i$ . W tym celu dla każdego rzędu, z trzech szeregów znajdujących się w nim naczyniek, wyznaczono średnią zawartość cieczy i ilość nicieni. Tych wartości użyto następnie do wyliczenia średniej wartości objętości z poprzecznego rozkładu cieczy i średniej ilości z poprzecznego rozkładu nicieni dla poszczególnych rozmiarów końcówek.

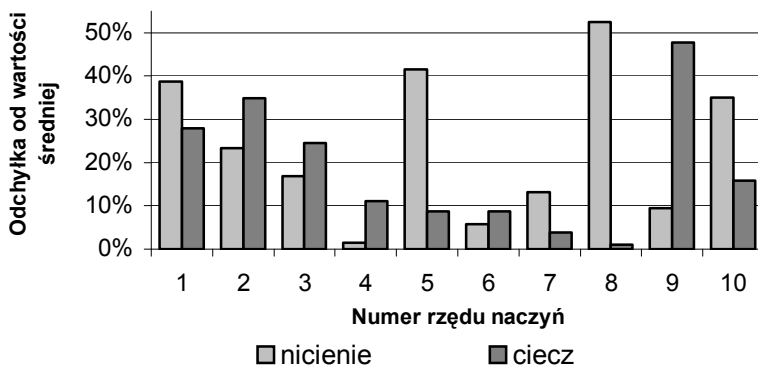
Do wyznaczenia procentowych odchyłek cieczy i nicieni w rzędach od wartości średnich naczyń posłużono się wzorami:

$$lv_i = 100 | V_i - Sv | / Sv \quad (1)$$

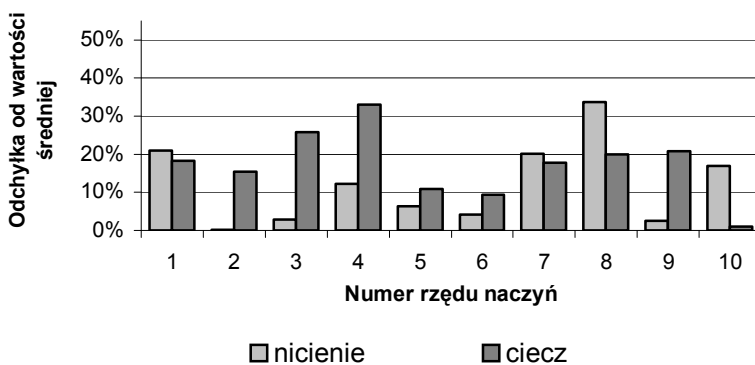
$$lm_i = 100 | M_i - Sm | / Sm \quad (2)$$

Wyniki obliczeń przedstawiono graficznie na rysunku 2. Wykazują one, że pomiędzy rozkładem poprzecznym rozpylonej cieczy agregatem opryskowym podczas jazdy i podczas postoju występują znaczne i zróżnicowane względem siebie odchyłki. Podczas rzeczywistego opryskiwania chmura kropeł nie opadała wprost na ziemię, ale ulegała zawirowaniu i przemieszczaniu. Spowodowane było to najprawdopodobniej przez prądy powietrzne, tworzące się w pobliżu ramy poruszającego się opryskiwacza. Z rysunku 2 wynika, że ilość nicieni zebrana w naczyniu nie jest ściśle związana z ilością opadłej do tego samego naczynka zawierającej je cieczy.

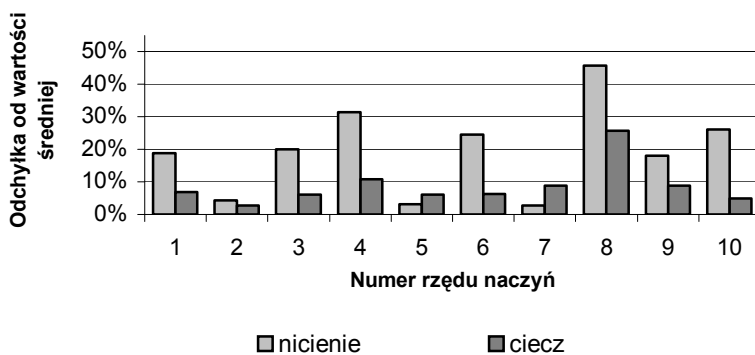
**Rozpylacze 11002**



**Rozpylacze 11003**



**Rozpylacze 11004**



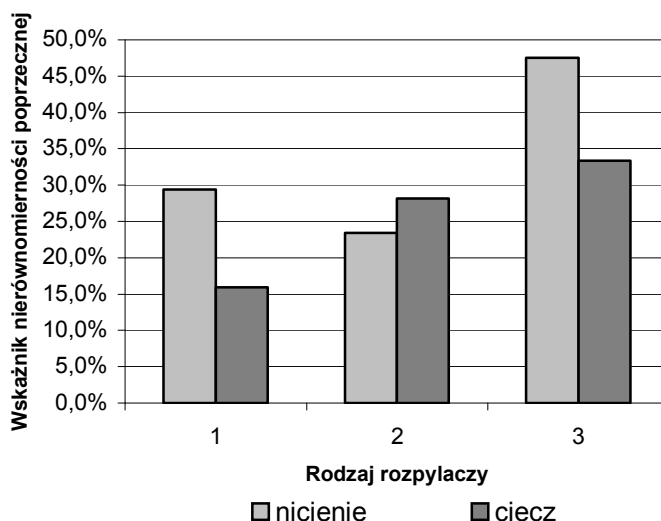
Rys. 2. Procentowe odchyłki cieczy i nicieni od wartości średnich w rzędach naczyń  
 Fig. 2. Percentage deviation of collected liquid and nematodes from the mean values in rows of measuring vessels

Wskaźniki nierównomierności poprzecznego rozkładu cieczy i nicieni dla poszczególnych rodzajów rozpylaczy obliczono za pomocą wzorów [Gajtkowski 2000]:

$$\eta_v = 100 \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_i - S_v)^2}}{S_v} \quad (3)$$

$$\eta_m = 100 \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (M_i - S_m)^2}}{S_m} \quad (4)$$

Wyliczono je dla każdego rozpylacza, osobno dla trzech szeregów naczynek, traktując je jako trzy osobne pomiary tej samej wielkości. Następnie, na podstawie uzyskanych wyników, wyznaczono średnie wskaźniki nierównomierności dla poszczególnych rozpylaczy. Przedstawione zostały graficznie na rysunku 3.



Rys. 3. Wskaźniki nierównomierności poprzecznego rozkładu cieczy i nicieni dla badanych rozpylaczy: 1– 11004, 2– 11003, 3– 11002

Fig. 3. Indices of transversal distribution non-uniformity of sprayed liquid and nematodes for the nozzles: 1- 11004, 2- 11003, 3- 11002

Przeprowadzono analizę statystyczną wskaźników nierównomierności rozkładu z zastosowaniem metody analizy wariancji. Istotność różnic określano testem t-Studenta. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zachodzi istotna różnica w nierównomierności rozkładu cieczy pod testowa-

nymi rozpylaczami. Dla rozpylaczy 11004, o największym natężeniu wypływu cieczy, otrzymano najmniejszy wskaźnik nierównomierności poprzecznego rozkładu cieczy 15,88%. Natomiast rozpylacze 11003 i 11002 dawały nieróżniącą się istotnie między sobą nierównomierność rozkładu, odpowiednio 28,02% i 33,34% ( $NIR_{\alpha 0,05} = 9,715\%$ ). Wskaźnik nierównomierności poprzecznego rozkładu nicieni dla rozpylaczy 11002, o najmniejszym natężeniu wypływu cieczy, wynosił 47,46% i był istotnie większy od wskaźników dla rozpylaczy 11003 – 23,41% i 11004 – 29,36%, ale pomiędzy rozpylaczami 11003 i 11004 nie stwierdzono istotnej różnicy wskaźników ( $NIR_{\alpha 0,05} = 12,098$ ). Ponadto najmniejszą wartość wskaźnika stwierdzono dla rozpylacza 11003.

Nie udało się stwierdzić, czy istnieje zależność pomiędzy wskaźnikami nierównomierności poprzecznego rozkładu cieczy a wskaźnikami nierównomierności poprzecznego rozkładu nicieni, gdyż obliczony współczynnik korelacji dla tych wskaźników wyniósł 0,295 przy wymaganym 0,576 dla  $\alpha = 0,05$ .

Przyczyną różnic i braku zależności między rozłożeniem nicieni a rozłożeniem cieczy pod rozpylaczami mógł być wpływ zawirowań i przemieszczania się powietrza na rozkład nicieni w strudze kropel. Jakkolwiek krople wody z rozpylaczy o większym przepływie cieczy były mniej podatne na znoszenie, to miało to wpływ tylko na tę część nicieni, która znajdowała się w tych kropkach. Część nicieni, która opadała bez cieczy mogła nadal ulegać znoszeniu. Przyczyną tych różnic mogło być również nierównomierne wymieszanie nicieni z wodą.

## **Wnioski**

1. W badanym zakresie stwierdzono znaczne zróżnicowanie rzeczywistego rozkładu poprzecznego nicieni i cieczy rozpylanych pod belką poruszającego się opryskiwacza polowego.
2. Nie stwierdzono istotnej zależności między nierównomiernością rozkładu poprzecznego nicieni a nierównomiernością rozkładu poprzecznego rozpylonej cieczy, w której zawarte były nicienie.
3. Nie stwierdzono wpływu rozmiaru rozpylaczy na nierównomierność rozkładu poprzecznego nicieni.

## **Bibliografia**

Chapple A. C. 1999. Some considerations on the application of entomopathogenic nematodes into field crops. COST 819 Entomopathogenic nematodes. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

Gajtkowski A. 2000. Technika ochrony roślin. AR, Poznań

Poinar G. O. 1990. Biology and Taxonomy of Steinernematidae and Heterohabditidae in Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. Pp 23-58. Eds. Gaugler R. and Kaya H.K. CRC Press Inc., Boca Ration, Florida, USA

Tomalak M. 2000. Wykorzystanie nicieni owadobójczych w ochronie roślin. Ochrona Roślin, 9: 2-3