

EFEKTYWNOŚĆ MIESZANIA BIOLOGICZNYCH ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN W ZBIORNIKU OPRYSKIWACZA

Jerzy Chojnacki

Katedra Agrotechnologii, Politechnika Koszalińska

Streszczenie: Przeprowadzono pomiary stężenia owadobójczych nicieni *Steinernema feltiae* zawartych w wodnej mieszaninie, w zbiorniku opryskiwacza polowego. Badania wykonano przy wypełnieniu zbiornika opryskiwacza 200 i 400 dm³ cieczy. Ciśnienie cieczy w mieszadło hydraulicznym było równe 0,05 i 0,10 MPa. Ciśnienie 0,05 MPa okazało się zbyt małe dla równomiernego wymieszania owadobójczych nicieni z wodą w zbiorniku wypełnionym 400 dm³ cieczy.

Słowa kluczowe: technika opryskiwania, biologiczny środek ochrony roślin, nicienie, mieszanie hydrauliczne

Wstęp

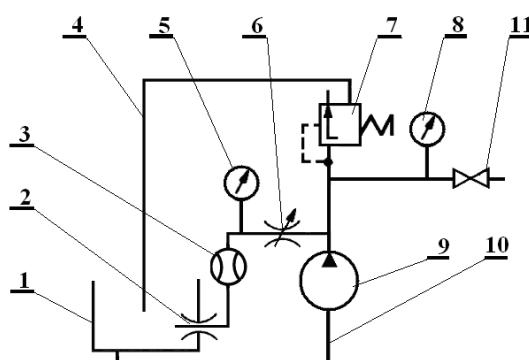
Hydrauliczne układy mieszania cieczy w zbiornikach opryskiwaczy wykorzystują ciecz przepływającą pod ciśnieniem przez instalację opryskiwacza, której część kierowana jest do zbiornika przez strumienicę – mieszadło eżektorowe lub przez perforowaną rurę ułożoną na dnie zbiornika [Gajtkowski 2000; Hołownicki 2006]. Mieszanie może być również wspomaganie przez ciecz powracającą do zbiornika przez przewód przelewowy. Wspomaganie mieszania przez ciecz powracającą polega na wywoływaniu ruchu cieczy w zbiorniku przez tę ciecz oraz na mieszaniu się jej z cieczą w zbiorniku. Stosowane w opryskiwaczach systemy mieszania powinny zapewnić jednakowe stężenie środków ochrony roślin w cieczy oraz nie dopuszczać do ich osadzania na dnie zbiorników. Intensywność mieszania zależy, między innymi, od ciśnienia cieczy w instalacji opryskiwacza oraz od objętości cieczy w zbiorniku [Ucar i in. 2000]. Wymagania dotyczące mieszania środków ochrony roślin i wyposażenia do tego celu opryskiwaczy określa norma europejska [EN 12761 – 2].

Biologiczne środki ochrony roślin takie jak wirusy, bakterie, owadobójcze nicienie oraz grzyby nanoszone są na rośliny lub glebę za pomocą opryskiwaczy. Zmieszane z wodą stanowią zawiesinę, która wymaga intensywnego mieszania przez cały czas przebywania jej w zbiorniku opryskiwacza. Równomierność wymieszania z cieczą środków biologicznych jest równie istotna jak środków chemicznych. Spośród biologicznych środków ochrony roślin owadobójcze nicienie szczególnie wrażliwe są na oddziaływanie ciśnienia cieczy w instalacji opryskiwacza dla tego zastosowanie jak najniższych ciśnień podczas mieszania obniża ryzyko ich zniszczenia [Chojnacki 2007; Łączyński i in. 2006].

Celem przeprowadzonych badań było określenie minimalnego ciśnienia w mieszadło hydraulicznym, które w zależności od pojemności cieczy w zbiorniku opryskiwacza zapewni poprawne wymieszanie nicieni z cieczą.

Materiał i metody

Do badań użyto zawieszanego opryskiwacza polowego „Pilmet 412 LM” TYP PO81/0. Opryskiwacz ten wyposażony jest w zbiornik o pojemności 400 dm³ oraz w mieszadło eżektorowe. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiony został na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – zbiornik opryskiwacza, 2 – mieszadło, 3 – przepływomierz, 4 – przewód przelewowy, 5 – manometr kontrolny, 6 – zawór sterujący, 7 – zawór przelewowy, 8 – manometr, 9 – pompa, 10 – przewód zasilający, 11 – zawór główny

Fig. 1. The scheme of measuring stand: 1 – tank sprayer, 2 – mixer, 3 – flowmeter, 4 – overflow pipe, 5 – control manometer, 6 – control valve, 7 – overflow valve, 8 – manometer, 9 – pump, 10 – feed pipe, 11 – main valve

W instalacji opryskiwacza na przewodzie doprowadzającym ciecz do mieszadła strumieniowego zamontowany został dodatkowy zawór sterujący, manometr kontrolny oraz przepływomierz. Za pomocą zaworu sterującego ustalano ciśnienie cieczy w mieszadło eżektorowym. Badania równomierności mieszania przeprowadzono przy ciśnieniach cieczy w mieszadło – 0,05 i 0,10 MPa i pojemności cieczy w zbiorniku 200 i 400 dm³. Ciśnienie cieczy w pozostałych elementach instalacji opryskiwacza wynosiło 0,20 MPa. Pompa opryskiwacza pracowała z prędkością obrotową – 9 obr·s⁻¹ (540 obr·min⁻¹). Wyznaczone natężenie przepływu cieczy przez mieszadło wynosiło 0,038 dm³·s⁻¹ przy ciśnieniu 0,05 MPa i 0,055 dm³·s⁻¹ przy ciśnieniu 0,10 MPa.

Materiałem użytym w badaniach był zmieszany z wodą biologiczny środek ochrony roślin „Steinernema system” zawierający larwy inwazyjne owadobójczych nicieni *Steinernema feltiae*. Przeciętne stężenie nicieni w przygotowanej cieczy roboczej wynosiło – 160 szt·cm⁻³ przy wypełnieniu zbiornika 200 dm³ i 80 szt·cm⁻³ przy wypełnieniu 400 dm³. Przyjęte do badań wartości ciśnienia cieczy były poniżej wartości (około 5 barów), które

znajdują się w instrukcji stosowania przygotowanej przez producenta środka firmę Biobest N.V. Producent środka przestrzega również, by maksymalne ciśnienie nie przekraczało 20 barów z uwagi na możliwość zniszczenia nicieni.

Metoda oceny równomierności wymieszania nicieni z wodą została zaczerpnięta z normy PN-ISO 5682-2. Polega ona na pobieraniu prób cieczy do analizy stężenia z wypompowywanego ze zbiornika płynu przez instalację opryskiwacza. Dla opryskiwacza ze zbiornikiem o pojemności 400 dm³ pobiera się próby cieczy po wypompowaniu wielokrotności 50 dm³. Podczas badań pobierano próby z cieczy o pojemności 50 cm³ opuszczającej zbiornik przez przewód zasilający środkową sekcję belki połowej. Pierwszą próbę pobrano na początku wypompowywania cieczy, ostatnią gdy ciecz obmywała dno opróżnianego zbiornika. Stężenie nicieni w próbach oceniano zliczając je pod mikroskopem jako średnią z pięciu próbek o pojemności 0,5 cm³.

Równomierność wymieszania mieszaniny oceniano za pomocą odchylenia jednorodności cieczy roboczej od wartości średniej oraz wskaźnika nierównomierności stężenia nicieni w cieczy dla poszczególnych ciśnień i pojemności cieczy w zbiorniku. Odchylenie jednorodności cieczy roboczej od wartości średniej - Im_i mierzone w % obliczano na podstawie wzoru:

$$\frac{Im_i}{Sm} = 100 \frac{(M_i - Sm)}{Sm}, \quad (1)$$

gdzie:

- Sm – średnia koncentracja nicieni w próbach pobranych podczas opróżniania zbiornika [szt.],
- M_i – koncentracja nicieni w i-tych próbach pobranych podczas opróżniania zbiornika [szt.].

Dopuszczalne odchylenie jednorodności cieczy roboczej nie powinno przekraczać $\pm 15\%$ (PN-EN 12671-2). Wskaźnik nierównomierności stężenia nicieni w cieczy wyznaczano wg wzoru:

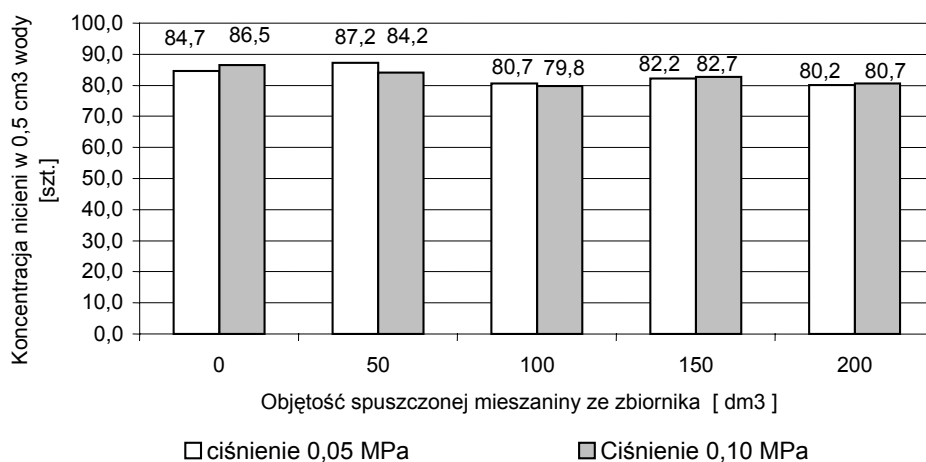
$$\eta_m = 100 \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (M_i - Sm)^2}}{Sm}, \quad (2)$$

gdzie:

- η_m – wskaźnik nierównomierności stężenia nicieni w cieczy [%].

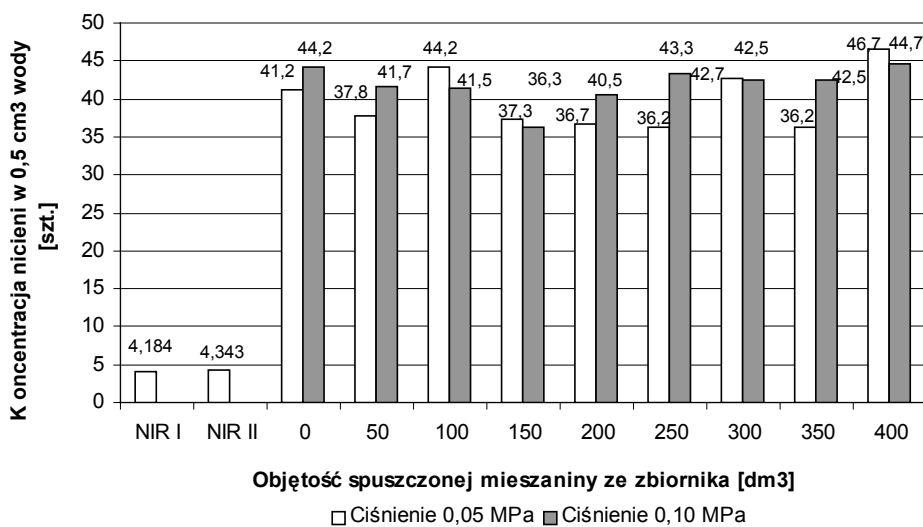
Analiza wyników badań

Średnie wartości stężenia nicieni w próbach cieczy dla zbiornika wypełnionego 200 dm³ cieczy przedstawiono na rysunku 2, a dla zbiornika wypełnionego 400 dm³ cieczy przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 2. Wpływ ciśnienia cieczy w mieszadzie i pojemności spuszczonej ze zbiornika cieczy na średnie wartości stężenia nicieni w próbkach cieczy przy wypełnieniu zbiornika 200 dm³ cieczy

Fig. 2. The impact of liquid pressure in mixer and capacity of liquid released from the tank on mean values of nematoda concentrations in liquid samples for tank containing 200 dm³ of liquid



Rys. 3. Wpływ ciśnienia cieczy w mieszadzie i pojemności spuszczonej ze zbiornika cieczy na średnie wartości stężenia nicieni w próbkach cieczy przy wypełnieniu zbiornika 400 dm³ cieczy

Fig. 3. The impact of liquid pressure in mixer and capacity of liquid released from the tank on mean values of nematoda concentrations in liquid samples for tank containing 400 dm³ of liquid

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji nie wykazała istotnego wpływu, na poziomie istotności mniejszym niż 0,05 na zmiany stężenia nicieni w próbach pobieranych podczas wypływu cieczy przy wypełnieniu zbiornika 200 dm³ mieszaniny. Wyliczone wartości poziomu istotności to $\alpha = 0,929$ dla czynnika – ciśnienie cieczy w zbiorniku oraz $\alpha = 0,363$ dla czynnika - pojemność spuszczonej ze zbiornika cieczy. Przy wypełnieniu zbiornika 400 dm³ cieczy analiza wariancji wykazała istotny wpływ ciśnienia mieszaniny (NIR = 4,184), oraz pojemności spuszczonej ze zbiornika cieczy (NIR = 4,343) na zmiany stężenia nicieni. Obliczone wartości poziomu istotności to wartości 0,049 i 0,003.

Na podstawie uzyskanych pomiarów koncentracji owadobójczych nicieni w próbach cieczy obliczono odchylenia jednorodności cieczy roboczej od wartości średniej, które przedstawiono w tabeli 1. Przy ciśnieniu 0,05 MPa i wypełnieniu zbiornika 400 dm³ cieczy uzyskano maksymalną wartość odchyłki równą 18,1%, która przekracza dopuszczalną wartość 15%. Ciecz w tej próbie pochodziła z dna zbiornika opryskiwacza. Wysokie stężenie nicieni świadczyć może o gromadzącym się na dnie zbiornika osadzie z nicieni i niewystarczającej intensywności mieszania.

Tabela 1. Wartości odchylenia jednorodności mieszaniny - Im_i , od wartości średniej
Table 1. Values of mixture homogeneity (Im_i) deviation from mean value

$Im_i, \%$									
0,05 MPa	2,0	5,1	-2,8	-1,0	-3,4				
0,10 MPa	4,5	1,7	-3,5	-0,1	-2,5				
0,05 MPa	3,1	-5,2	10,6	-6,5	-8,2	-9,4	6,9	-9,4	18,1
0,10 MPa	5,3	-0,7	-1,1	-8,6	-3,4	3,3	-1,9	0,5	6,5
Ilość spuszczonej cieczy ze zbiornika, dm ³ .	0	50	100	150	200	250	300	350	400

Wyznaczone wg wzoru 2 wartości wskaźnika nierównomierności stężenia nicieni w cieczy roboczej przedstawione zostały w tab. 2.

Nierównomierność stężenia nicieni dla badanych ciśnień cieczy w mieszkadle była wyższa przy pełnym wypełnieniu zbiornika opryskiwacza (400 dm³) niż przy wypełnieniu zbiornika do połowy. Najwyższą wartość – 9% osiągnęła przy ciśnieniu 0,05 MPa.

Tabela 2. Wartości wskaźnika nierównomierności stężenia nicieni w mieszaninie
Table 2. Values of non-uniformity index for nematoda concentration in a mixture

Pojemność cieczy w zbiorniku, dm ³	200		400	
Ciśnienie cieczy, MPa	0,05	0,1	0,05	0,1
Wskaźnik nierównomierności η_m , %	3,1	3,1	9,0	5,5

Wnioski

1. Stwierdzono istotny wpływ wypełnienia zbiornika opryskiwacza na równomierność wymieszania owadobójczych nicieni z wodą.
2. Stwierdzono istotny wpływ, dla pełnego zbiornika (400 dm³), wartości ciśnienia cieczy w mieszadle hydraulicznym na równomierność wymieszania owadobójczych nicieni z wodą.
3. Ciśnienie cieczy w mieszadle równe 0,05 MPa przy wypełnieniu zbiornika 400 dm³ cieczą roboczą okazało się zbyt małe do równomiernego wymieszania nicieni z wodą, ale okazało się wystarczające przy wypełnieniu zbiornika 200 dm³ cieczy.
4. Stwierdzono, że minimalne ciśnienie cieczy w mieszadle hydraulicznym, które niezależnie od zawartości cieczy w zbiorniku opryskiwacza zapewniło prawidłowe wymieszanie nicieni w mieszaninie wynosiło 0,10 MPa co odpowiada wartości 1 bara.

Dyskusja

Przeprowadzone badania wskazały na możliwość stosowania bardzo niskich ciśnień do mieszania cieczy z nicieniami. Wartość 0,1 MPa odpowiada wartości ciśnienia 1 bara, jest to ciśnienie niższe niż proponowane przez producenta biologicznego środka. Zastosowanie jeszcze niższego ciśnienia w mieszadle wymagać będzie zmniejszenia pojemności cieczy w zbiorniku by uzyskać prawidłowe wymieszanie, ale jest możliwe.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy nr N 310 049 32/2537.

Bibliografia

- Chojnacki J.** 2007. Śmiertelność nicieni w obiegu hydraulicznym opryskiwacza. *Inżynieria Rolnicza* 3(91), s. 45-50.
- Gajtkowski A.** 2000. *Technika ochrony roślin*. Poznań. AR. ISBN 83-7160-208-1.
- Hołownicki R.** 2006. *Technika opryskiwania roślin dla praktyków*. Kraków. Plantpress. ISBN 83-89874-50-4.
- Łączyński A., De Moor A., Dierikx W., Moens M., Darius P., Sonck B., Ramon H.** 2006. The effect of hydraulic agitation on the viability of nematode *Heterorhabditis bacteriophora*. *Crop Protection* 25, s. 1135-1141.
- Polska Norma** PN-ISO 5682-2. PKN Warszawa 2005. Wydawnictwo PKN, Warszawa.
- Polska Norma** PN-EN 12761-2. PKN Warszawa 2003. Wydawnictwo PKN, Warszawa.
- Ucar T., Ozkan H. E., Fox R. D., Brazeo R. D., Derksen R. C.** 2000. Experimental Study of Jet Agitation Effects on Agrochemical Mixing in Sprayer Tanks. *J. Agric. Engng Res.* 75. s. 195-207.

MIXING EFFICIENCY FOR BIOLOGICAL PLANT PESTICIDES IN SPRAYING MACHINE TANK

Abstract. The research involved concentration measurements for insecticidal nematoda (*Steinernema feltiae*) contained in water mixture, in field spraying machine tank. The tests were performed for spraying machine tank containing 200 and 400 dm³ of liquid. Liquid pressure in hydraulic mixer was 0.05 and 0.10 MPa, respectively. Pressure of 0.05 MPa proved to be insufficient for uniform inter-mixing of insecticidal nematoda with water in tank containing 400 dm³ of liquid.

Key words: spraying technique, biological plant pesticide, nematoda, hydraulic mixing

Adres do korespondencji:

Jerzy Chojnacki; e-mail: jerzy.chojnacki@poczta.onet.pl
Katedra Agrotechnologii
Politechnika Koszalińska
Ul. Raclawicka 15 – 17
75-620 Koszalin