

Stanisław Parafiniuk¹, Józef Sawa¹, Dariusz Wołos²

AUTOMATYCZNE URZĄDZENIE DO OCENY STANU TECHNICZNEGO ROZPYLACZY ROLNICZYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono metodę oceny stanu technicznego rozpylaczy stosowanych w opryskiwaczach rolniczych. Zaprezentowano automatyczne urządzenie testujące przeznaczone do kompleksowego badania rozpylaczy, które wyposażono w specjalistyczne oprogramowanie komputerowe pozwalające na szybką weryfikację wybranych parametrów technicznych rozpylaczy pod kątem ich przydatności do dalszego użytkowania. Urządzenie zawiera również system gromadzenia i przetwarzania danych, dzięki czemu możliwe jest modelowanie jakości pracy belki polowej w warunkach laboratoryjnych.

Słowa kluczowe: rozpylacz płaskostrumieniowy, natężenie wypływu, równomierność poprzeczna opadu rozpylonej cieczy, urządzenie testujące.

WSTĘP

Rosnące wymagania dotyczące produkcji żywności oraz ciągle rozwijana koncepcja rolnictwa zrównoważonego powodują, że także procesy produkcji rolniczej obarczone są szeregiem obowiązków, które należy spełnić podczas stosowania środków ochrony roślin. Dobra praktyka produkcyjna w organizacji ochrony roślin wymaga przede wszystkim szerokiej popularyzacji niezbędnej wiedzy oraz zapewnienia technicznych instrumentów do jej praktycznego wykorzystywania. Jednym z tych instrumentów jest powszechna dostępność urządzeń umożliwiających ocenę stanu technicznego sprzętu do aplikacji pestycydów. Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. (Dz. U. z 2004 r. Nr 11 poz. 94 z późn. zm.) [7] dotycząca nadzoru nad stanem technicznym sprzętu służącego do wykonywania zabiegów chemizacyjnych, nakłada obowiązek badania opryskiwaczy rolniczych pod względem ich sprawności do stosowania środków ochrony roślin. Badania takie mogą być przeprowadzane jedynie przez specjalnie powołane w tym celu jednostki (stacje kontroli opryskiwaczy - SKO) i dotyczą opryskiwaczy wykorzystywanych w produkcji polowej oraz sadowniczej. Odstęp czasu między kolejnymi badaniami nie może być dłuższy niż 3 lata. Kontrola obejmuje wizualną ocenę stanu technicznego oraz badania poszczególnych elementów układu cieczowego opryskiwaczy przy pomocy odpowiedniego

¹ Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.

² Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych, Politechnika Lubelska.

oprzyrządowania. Szczegółowej ocenie poddaje się belkę polową z rozpylaczami, które są najważniejszymi elementami opryskiwacza.

Jakość ich pracy wpływa na ilość dystrybuowanej cieczy na jednostkę powierzchni oraz na równomierność opadu rozpylonej cieczy. Długotrwała eksploatacja prowadzi do zużycia rozpylaczy, a intensywność tego procesu i jego skutki zależą od wielu czynników, takich jak: materiał szczelin wylotowych rozpylaczy (dysze), rodzaj stosowanych środków ochrony roślin, warunki przechowywania oraz poprawność eksploatacji.

UWARUNKOWANIA BADAŃ ROZPYLACZY

Osiągnięcie żądanego efektu w ochronie roślin wymaga naniesienia na opryskiwane powierzchnie określonych ilości substancji czynnych. Zbyt mała dawka nie daje oczekiwanego rezultatu, natomiast przekroczenie zalecanej dawki prowadzi do uszkodzenia, a nawet zniszczenia uprawy. Wśród wielu czynników wpływających na jakość oprysku decydujące znaczenie ma stan techniczny stosowanych rozpylaczy. W czasie długotrwałej pracy ulegają one procesowi naturalnego (fizycznego) zużycia oraz różnym przypadkowym uszkodzeniom, co powoduje konieczność okresowego sprawdzania jakości ich działania.

Obecnie w rozpylaczach sprawdza się takie parametry jak: natężenie wypływu jednostkowego, współczynnik asymetrii opadu rozpylonej cieczy oraz kąt rozpylenia cieczy. Kontrolę z reguły poddaje się opryskiwacze zagregatowane z ciągnikami rolniczymi z wykorzystaniem szeregu odrębnych urządzeń, dlatego szybka realizacja pełnego zakresu badań jest utrudniona. Pomiary wykonuje się w określonych warunkach, zgodnych z metodykami badań opracowanymi przez Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa (GIORiN). Brak jest jednak automatycznych urządzeń przeznaczonych do oceny stanu technicznego rozpylaczy rolniczych - szczególnie płaskostrumieniowych, na co zwracali uwagę Langman i Pedryc [2].

Jedną z metod oceny stanu technicznego rozpylaczy jest badanie ich natężenia wypływu jednostkowego przy użyciu różnego rodzaju przepływomierzy. Mogą to być przepływomierze montowane bezpośrednio na korpusach rozpylaczy belki polowej opryskiwacza polowego jak i ramie łukowej opryskiwacza sadowniczego [1]. Występują również urządzenia mobilne, z elektronicznym odczytem objętości wypływu cieczy z rozpylacza i automatycznym rejestrowaniem danych. Urządzenia takie stosuje się w stacjach oceny opryskiwaczy w niektórych krajach, np. Belgii. Pozwalają one na szybką diagnostykę rozpylacza pod względem wypływu cieczy w przypadku, gdy natężenie wypływu jest większe niż $\pm 10\%$ [3]. Taki sposób pomiaru umożliwia ocenę wydatku nominalnego przy zadanym ciśnieniu, jednak nie określa równomierności dystrybucji rozpylonej cieczy. Zakłada się, że rozpylacz o poprawnym wydatku zachowuje również również poprzeczną równomierność dystrybucji

rozpylonej cieczy. Innym sposobem oceny jakości pracy rozpylaczy jest wykorzystanie stołu rowkowego zawierającego szereg równoległych i lekko nachylonych kanałów, poniżej których ustawione są naczynia miarowe lub urządzenia do pomiaru objętości cieczy. Znane są zarówno wersje proste jak i w pełni zautomatyzowane, a także elektroniczne urządzenia pomiarowe, przystosowane do współpracy z komputerami. W stacjach kontroli opryskiwaczy (SKO) dopuszcza się stosowanie stołów rowkowych tzw. ręcznych o szerokości rowków 50 mm i elektronicznych stołów rowkowych o szerokości 100 mm. Dla obu tych urządzeń są określone odrębne kryteria oceny jakości pracy rozpylaczy i są one ostrzejsze w przypadku stołów o rozstawie rowków równym 50 mm [4, 5, 6].

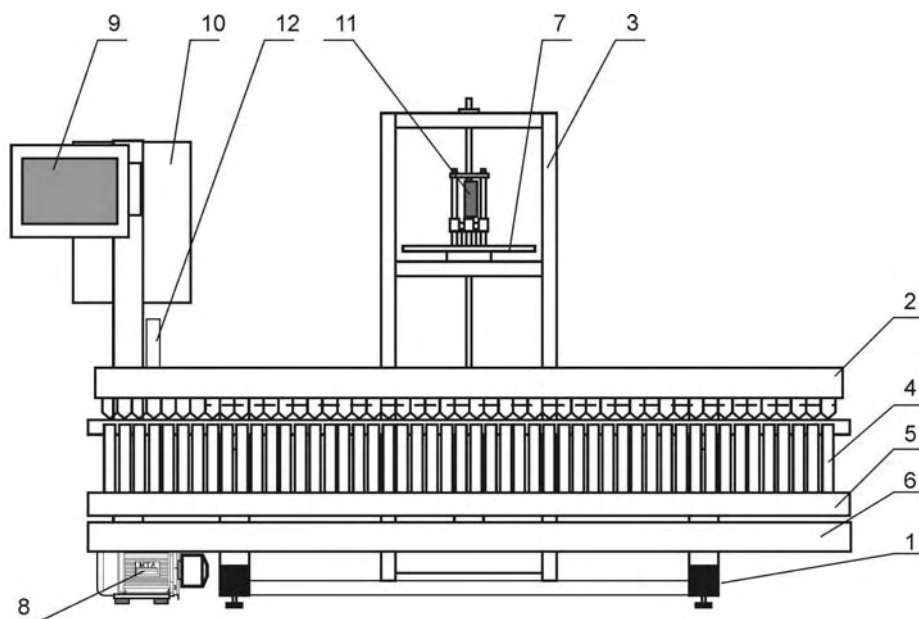
Elektroniczny stół rowkowy pozwala na ocenę równomierności opadu rozpylonej cieczy na powierzchnię płaską a oprogramowanie stołu przedstawia w sposób graficzny rozkład opadu i wyznacza współczynnik zmienności CV tego opadu. Przyjmuje się, że równomierność opadu jest poprawna, jeżeli współczynnik CV nie przekracza 10%. W tej metodzie pomiaru nie można jednoznacznie określić, który z rozpylaczy nie spełnia parametrów oprysku, ponieważ strugi wachlarzy rozpylonej cieczy zachodzą na siebie a sumaryczny opad na stół rowkowy składa się z kilku strug.

Do pomiaru kąta rozpylenia cieczy używa się urządzeń optycznych, na przykład aparatu fotograficznego a następnie, na podstawie analizy obrazu, określa się kąt strugi rozpylacza.

MATERIAŁ I METODY

W pracy przedstawiono urządzenie do indywidualnej kontroli stanu technicznego rozpylaczy rolniczych oraz sposób wykorzystania tych wyników do oceny belki polowej opryskiwacza, w którą wmontowano badane rozpylacze. Badania rozpylaczy pozwalają stwierdzić czy parametry pracy danego rozpylacza są zgodne z parametrami nominalnymi określonymi w standardach ISO i podawanymi przez producenta. Istotnym celem tych badań jest sprawdzenie parametrów rozpylacza takich jak: natężenie wypływu cieczy, równomierność rozkładu rozpylonej cieczy i kąt wachlarza wypływającej cieczy z rozpylacza. W wyniku długotrwałej pracy rozpylacze zużywają się, przez co zakładane dla nich natężenie wypływu ulega zmianie, lub następuje deformacja wypływającej strugi z rozpylacza szczelinowego.

Zbudowane urządzenie do testowania rozpylaczy rys. 1. pozwala na zbadanie wszystkich wyżej wymienionych parametrów pracy rozpylaczy montowanych w opryskiwaczach rolniczych. Jednym z podstawowych zespołów urządzenia jest stół rowkowy, którego zamontowanie pozwala na zebranie opadu rozpylonej cieczy z powierzchni $2,5 \text{ m}^2$.

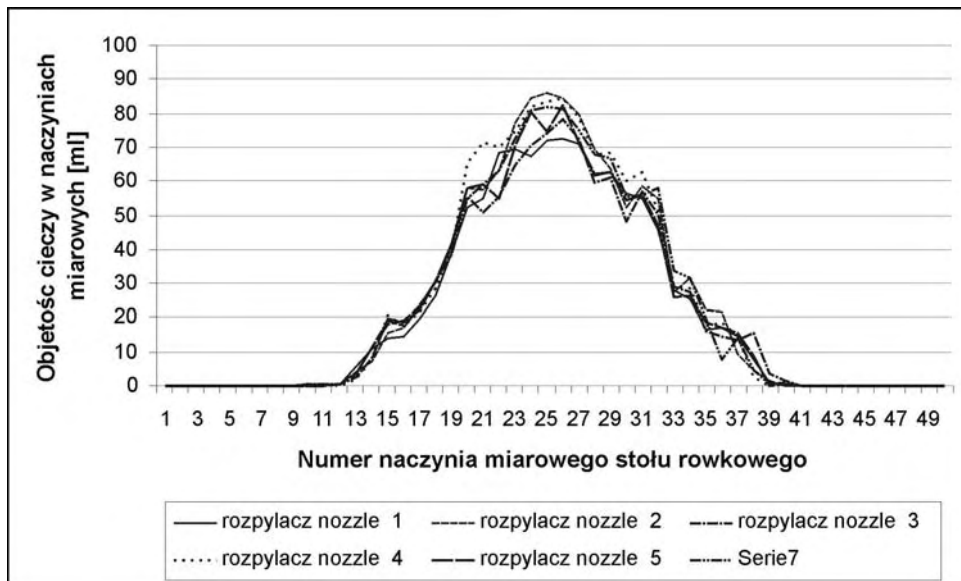


Rys. 1. Urządzenie testujące do badań szczelinowych rozpylaczy rolniczych
 1- rama urządzenia, 2-stół rowkowy, 3-kolumna wyźwigu zasobnika rozpylaczy, 4- naczynia miarowe, 5-zespół elektroniki pomiarowej, 6-naczynie zbiorcze, 7-zasobnik rozpylaczy, 8-pompa, 9-komputer, 10-szafa sterownicza, 11- króciec przyłączeniowy, 12- zespół hydrauliczny

Fig. 1. Device testing to investigations of crevice agricultural nozzles
 1- frame of device, 2 - the groove table , 3 - the lift mechanism of container of nozzles, 4 - measuring cylinder, 5 - aggregate of measuring electronics, 6 -collect tank, 7 - container of nozzles, 8 - pump, 9 - computer, 10 - control wardrobe, 11- connector , 12 - the hydraulic aggregate

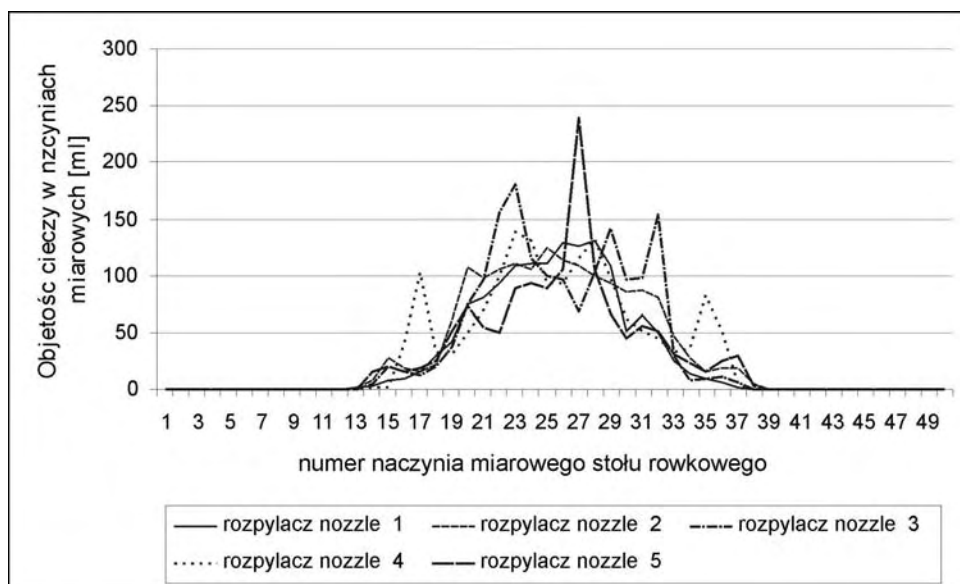
Nad stołem rowkowym zamontowany jest zasobnik rozpylaczy, który automatycznie może się przemieszczać w płaszczyźnie poziomej. Dozowanie cieczy umożliwia przesuwany króciec, znajdujący się ponad zasobnikiem. Zasobnik z rozpylaczami można przemieszczać w płaszczyźnie pionowej, w zakresie od 300 do 800 mm nad poziomem stołu rowkowego. Stół rowkowy urządzenia posiada 50 równoległych do siebie kanałów, które są pochylone pod nastawnym kątem. Zebrana struga rozpylonej przez rozpylacz cieczy kierowana jest do naczyń miarowych wyposażonych w elektroniczne czujniki mierzące objętość zebranej w naczyniach cieczy. Zasobnik rozpylaczy jest tak skonstruowany, że szczeliny rozpylaczy są ustawione prostopadle do rowków stołu lub mogą być obrócone pod kątem 7 stopni tak jak to ma miejsce na belce połowej opryskiwacza.

Uzyskane wyniki badania poszczególnych rozpylaczy, tj. ciśnienie cieczy, natężenie wypływu z rozpylacza oraz ilość zebranej rozpylonej cieczy z poszczególnych rowków stołu są gromadzone w bazie danych, co umożliwia komputer przemysłowy urządzenia testującego. Odczyty dla każdego z pomiarów są zapisywane w bazie danych i można je zestawiać w dowolnym arkuszu kalkulacyjnym. Urządzenie testujące działa w sposób automatyczny. Możliwe jest kolejne badanie max do 40 rozpylaczy zarówno w jednym powtórzeniu jak i kilkukrotne testowanie poszczególnych rozpylaczy (dowolna ilość powtórzeń).



Rys. 2. Rozkład rozpylonej cieczy z pięciu pierwszych badanych rozpylaczy TeeJet XR 11003 VK

Fig. 2. Distribution of liquid sprayed from five examined nozzles TeeJet XR 11003 VK

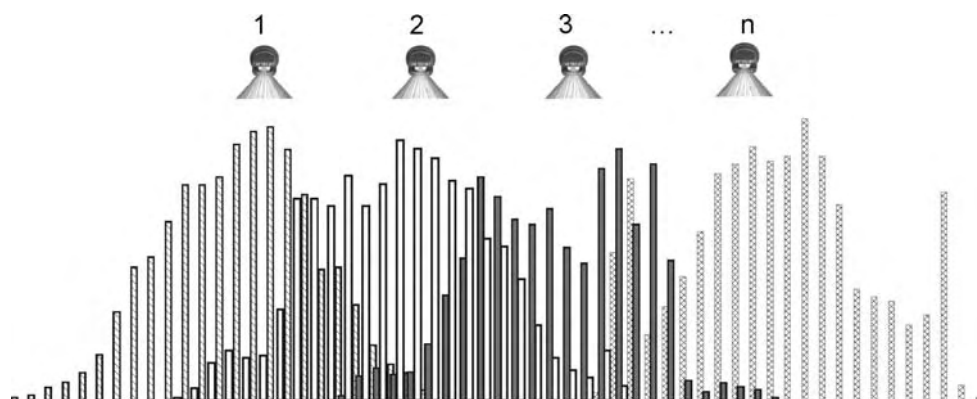


Rys. 3. Rozkład rozpylonej cieczy z pięciu pierwszych badanych rozpylaczy TTD JET RS 110 R

Fig. 3. Distribution of liquid sprayed from five examined nozzles TTD JET RS 110 R

Przykładowe wyniki uzyskane z badań pojedynczych rozpylaczy, uzyskanych na urządzeniu testującym zestawiono na rysunku 2 i 3. Dla czytelności rysunku przedstawiono po 5 wyników uzyskanych z badanych rozpylaczy. Ciśnienie w czasie badania wynosiło 3 bary. Na podstawie odczytu uzyskanych danych można określić (także statystycznie) równomierność rozpylonej strugi cieczy i sprawdzić czy jej ilości są symetryczne względem osi rozpylacza. Nowe rozpylacze powinny mieć równomierny rozkład strugi rozpylonej cieczy, zbliżony do rozkładu normalnego.

Uzyskane wyniki badań pojedynczych rozpylaczy pozwalają na zbudowanie wirtualnej belki połowej i ocenę równomierności opadu rozpylonej cieczy na badaną płaszczyznę. Uzyskana zbiorowość wyników pozwala na symulowanie doboru ustawień poszczególnych rozpylaczy na belce połowej opryskiwacza jak i odniesienie wyników tych badań do innych metod oceny pracy rozpylaczy np. przy użyciu elektronicznego stołu rowkowego. Sposób budowy wirtualnej belki połowej przedstawiono na rysunku 4.

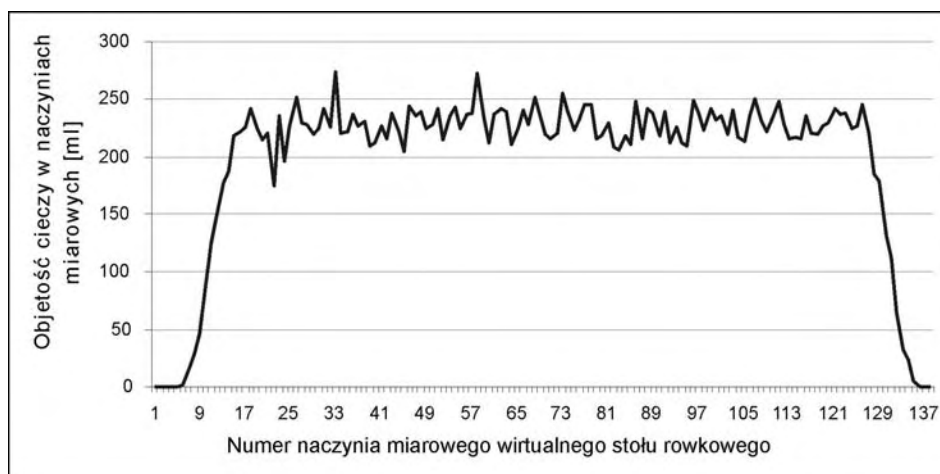


Rys. 4. Sposób budowy wirtualnej belki polowej.

Fig. 4. Method the building of virtual field beam

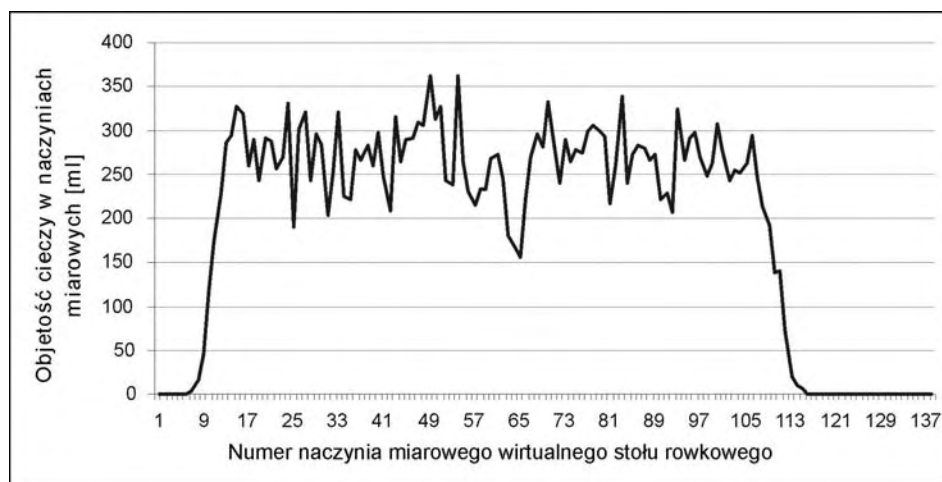
Ilości zebranej cieczy w naczyniach miarowych zestawia się w taki sposób, aby rozkłady rozpylonej cieczy zachodziły na siebie a osie rozpylaczy były od siebie oddalone co 10 rowków miarowych co daje identyczny rozkład cieczy, podobnie jak na opryskiwaczu rolniczym. Suma ilości cieczy z poszczególnych rozkładów pozwala na uzyskanie ilości cieczy przypadającej na daną szerokość opryskiwanej powierzchni. Na podstawie tych wyników możliwe jest obliczenie wartości średniej opadu rozpylonej cieczy, wartości odchylenia standardowego i współczynnika zmienności CV. Wartością tego współczynnika wyraża się jakość pracy opryskiwacza rolniczego.

Charakterystyki opadu rozpylonej cieczy zestawione na wirtualnym stole rowkowym przedstawiono na rysunkach 5 i 6. W badaniach wykorzystano dwa rodzaje eksploatowanych w warunkach rolniczych rozpylaczy szczelinowych: TeeJet XR 110 VK -24 sztuki oraz TTD JET RS110 R - 20 sztuk. Ciśnienie cieczy wynosiło 3 bary, wysokość zamontowania rozpylaczy nad stołem rowkowym wynosiła 500 mm, czas badania pojedynczego rozpylacza 60 s. Uzyskane wyniki zestawiono w arkuszu kalkulacyjnym Excel. Przy określeniu wartości średniej i odchylenia standardowego odrzucono skrajne wartości, tak jak to ma miejsce w badaniach belki polowej opryskiwacza, przeprowadzanych przy pomocy mobilnych stołów rowkowych.



Rys. 5. Charakterystyka opadu rozpylonej cieczy uzyskana na wirtualnym stole rowkowym o szerokości rowków 100 mm dla rozpylaczy TTD JET RS 110 R przy ciśnieniu 3 bary. CV = 6,43 %

Fig. 5. The profile of the fall of sprayed liquid obtained using the virtual row table of grooves width 100 mm for nozzles TTD JET RS 110 R, pressure 3 bars, CV = 6,43 %



Rys. 6. Charakterystyka opadu rozpylonej cieczy uzyskana na wirtualnym stole rowkowym o szerokości rowków 100 mm dla rozpylaczy TTD JET RS 110 R przy ciśnieniu 3 bary. CV = 15 %

Fig. 6. The profile of the fall of sprayed liquid obtained using the virtual row table of grooves width 100 mm for nozzles TTD JET RS 110 R, pressure 3 bars, CV = 15 %

PODSUMOWANIE

Poprawne działanie rozpylaczy rolniczych ma wpływ na jakość ochrony roślin, a w konsekwencji jest jednym z czynników decydujących o ekonomicznych efektach procesów produkcji rolniczej. Przedstawione w pracy urządzenie umożliwi kompleksowe badanie i diagnozowanie rozpylaczy stosowanych w opryskiwaczach rolniczych. Wykonanie tych badań jest bezpieczne dla personelu obsługującego urządzenie testujące (przygotowanie rozpylaczy do badań) i możliwe do wykonania w krótkim czasie przy zapewnieniu precyzji pomiarów. Wyposażenie urządzenia w specjalne oprogramowanie komputerowe pozwala na szybkie modelowanie pracy belki polowej opryskiwacza oraz jednoznaczne wyeliminowanie rozpylaczy nie spełniających podstawowych parametrów technicznych takich jak np.: natężenie wypływu, kąt oprysku czy równomierność rozkładu rozpylonej cieczy (CV).

BIBLIOGRAFIA

1. Langenakens J.: Software for inspections of sprayers: needs and solutions. Third European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayers in Europe. Julius-Kuhn-Archiv 426, 2010: 112-118.
2. Langman J., Pedryc N.: Ocena rozpylaczy płaskostrumieniowych na podstawie charakterystyki rozkładu poprzecznego strugi cieczy. Inżynieria Rolnicza. Nr 10 (52), 2003: 269-276.
3. Mostade O., Briffeunil P.: ITEQ- Comprehensive solutions for the inspection of sprayers. Third European workshop on standardised procedure for the inspection of sprayers in Europe. Julius-Kuhn-Archiv 426: 130-132.
4. Sawa J., Kubacki K., Huyghebaert B.: Metodyczne ograniczenia w obowiązkowych badaniach opryskiwaczy. Problemy Inżynierii Rolniczej, 4(38), 2002: 17-25.
5. Świechowski W., Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A.: Porównanie metod oceny rozpylaczy płaskostrumieniowych. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 4 (54), 2006: 5-12.
6. Szulc T., Sobkowiak B.: Badania Funkcjonalne rozpylaczy dla sprzętu do ochrony roślin. Materiały konferencyjne nt. Racjonalna technika Ochrony roślin. Skierniewice, 2001: 148-156.
7. Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 roku o ochronie roślin (Dz.U z 2004r. Nr 11, poz 94 z późn. zm).

**Pracę wykonano w ramach realizacji projektu badawczego
MNiSW 493/N-Belgia/2009/0 pt., „Opracowanie metod i urządzenia do kompleksowych
badań jakości pracy rozpylaczy rolniczych oraz walidacja tych metod”**

AUTOMATED DEVICE FOR EVALUATION THE TECHNICAL CONDITION OF AGRICULTURAL NOZZLES

Summary

The problem of the technical conditions estimation of nozzles working in agricultural spraying machines was introduced in the paper. The automatic device for defining the technical condition of nozzles, that estimates work parameters in a total manner was presented. It allows quick verification of nozzles considering the possibility of further usage. Collected data help conducting theoretical modeling of hitch field beam in laboratory conditions.

Keywords: flat stream nozzle, the intensity of flow, the transverse uniformity sprayed liquid fall, testing device.