

**Zbigniew CZACZYK**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Biosystemów

e-mail: czaczykz@up.poznan.pl

**Tomasz SZULC**

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań

## THE CHANGES OF LIQUID TEMPERATURE IN SPRAYER TANK

### Summary

*The problem of temperature increase of liquid in the sprayer tank, as a result of the partial recirculation of liquid were described. This is important for some types of applied plant protection preparations, especially biological (living organisms). Change of the liquid temperature generates a risk for heat-sensitive substances, and for living organisms. In addition, the temperature increase can affect the spectrum of the generated droplets, and consequently can decrease the biological efficacy, as well as the increase of losses by evaporation and aerial drift.*

**Key words:** *sprayer, temperature of functional liquid, biopreparations, quality of spraying*

## PRZYROST TEMPERATURY CIECZY UŻYTKOWEJ W ZBIORNIKU OPRYSKIWACZA

### Streszczenie

*Przedstawiono problematykę przyrostu temperatury cieczy w zbiorniku opryskiwacza, w wyniku jej częściowej recyrkulacji. Ma to znaczenie dla niektórych rodzajów aplikowanych preparatów w ochronie roślin, szczególnie biologicznych (żywych organizmów). Zmiana temperatury cieczy, poza zagrożeniem termicznym dla substancji wrażliwych i organizmów żywych, może podczas jej rozpylania wpływać na spektrum generowanych kropli i w konsekwencji na skuteczność biologiczną stosowanych preparatów, a także na poziom strat poprzez jej znoszenie i odparowanie.*

**Słowa kluczowe:** *opryskiwacz, temperatura cieczy użytkowej, biopreparaty, jakość rozpylenia*

### 1. Wprowadzenie

Opryskiwacze służą do aplikacji różnych substancji biologicznie czynnych w formie ciekłej. Często z uwagi na możliwość łączenia zabiegów i możliwość redukcji liczby przejazdów, stosuje się mieszaniny różnych składników (środki ochrony roślin, nawozy, adiuwanty i inne). Właściwości stosowanych cieczy są bardzo zróżnicowane. Różne są także podatność/wrażliwość na zmiany wywoływane ich przepływem przez elementy układu cieczowego [12]. Szczególnie ważne jest to podczas stosowania preparatów ekologicznych, a zwłaszcza organizmów żywych [1-7, 10, 11], które mogą być uszkodzane w wyniku zbyt szybkich przepływów, zbyt wysokiego ciśnienia, lub przekroczenia temperatury krytycznej, czy oddziaływania ostrych krawędzi wewnątrz układu przepływu cieczy. Jednym z czynników, mogących oddziaływać na stosowane preparaty, jest temperatura. Shahina i in. [11] badali ciecz w zakresie temperatur 15-40°C, i niektóre szczepy nicieni w jego doświadczeniu wykazywały uszkodzenia od temperatury 30°C, a przy 40°C prawie wszystkie zupełnie obumarły. Relacje temperatur (cieczy użytkowej i otoczenia) mogą wywoływać różnorakie skutki. Np. Miller i Tuck [8], oraz Hoffmann i in. [5] wykazali wpływ temperatury na spektrum generowanych kropli. Efekt zmian wielkości kropli zależy od rodzaju cieczy użytkowej (jej właściwości). Wykazali oni, że dla wody z dodatkiem popularnego surfaktanta (Agral), po przekroczeniu temperatury cieczy 30°C, istotnie wzrosła wartość mediany objętościowej (VMD), czego nie odnotowano dla samej wody. Payne [9] wykazał dla glikofosatu, że w stężeniu użytkowym, dla temperatur 5 i 20°C wykazuje on zmienne właściwości (lepkość i napięcie powierzchniowe). Z uwagi na to, że konstrukcje opryskiwaczy ciągnikowych zapewniają proces mieszania cieczy w wyniku recyrkulacji jej części do zbiornika, w wy-

niku tłoczenia z pompy do mieszadła hydraulicznego w zbiorniku, zachodzi proces odprowadzenia ciepła powstającego w trakcie pracy pompy, do cieczy pozostającej w zbiorniku. Objętość cieczy pozostającej w zbiorniku i podlegającej częściowej recyrkulacji, w trakcie użytkowania opryskiwacza, maleje. Specjaliści z zakresu techniki ochrony roślin wysuwają hipotezy, że czynnik temperatury mający wpływ na wielkość generowanych kropli może być użyty jako jeden z elementów redukcji strat (znoszenia). Znane są także przypadki zmian w jakości aplikacji pestycydów, gdy różnica temperatury cieczy i otoczenia jest wyższa niż 5°C [8].

Podczas przeglądu literatury nie znaleziono opracowań obejmujących tematykę zmian temperatur w końcowej fazie pobierania cieczy ze zbiornika opryskiwacza i podjęto działania w zakresie rozpoznania tego zagadnienia. Do badań przyjęto m.in. opryskiwacze do zwalczania chwastów w sadach. Następuje w nich stosunkowo wolny pobór cieczy ze zbiornika (4-6 czynnych rozpylaczy), przy stałej ilości cieczy powracającej z pompy do zbiornika (mieszadła).

### 2. Materiały i metodyka

Badania zmian temperatur cieczy użytkowej w zbiorniku przeprowadzono statycznie (w miejscu) na kilku opryskiwaczach różnych typów, użytkowanych w rolnictwie. Zbiorniki napełniano wodą do pojemności nominalnych.

Dla wnikliwszego rozpoznania zjawiska zmian temperatury cieczy, badania przeprowadzono w różnych miejscach, różnych warunkach meteorologicznych i na różnych urządzeniach. W gospodarstwie sadowniczym firmy Top Farms Wielkopolska Sp. z o.o., w miejscowości Głuchowo, badania przeprowadzono na opryskiwaczu herbicydowym własnej konstrukcji. Opryskiwacz agregatowany był z ciągnikiem New Holland TN70NA. Posiada on zbiornik o pojem-

ności 900 l, pompę dwuprzeponową Pilmet o wydajności 40 l min<sup>-1</sup>, zasilającą cztery rozpylacze TeeJet TT 11002VP przy ciśnieniu 300 kPa i prędkości obrotowej WOM ok. 530 min<sup>-1</sup>. Pierwsze pomiary wykonano w warunkach wczesnej wiosny: 11 lutego 2011 r., przy stosunkowo niskiej temperaturze otoczenia (ok. 6°C). Drugi test na tym samym opryskiwaczu udało się wykonać w warunkach lata: 18 sierpnia 2011 r., przy temperaturze otoczenia ok. 25°C.

W marcu 2011 r. w laboratorium Centrum Bezpieczeństwa Aplikacji Pestycydów CPAS (*Centre of Pesticide Application and Safety*) na Uniwersytecie Queensland w Australii, w podobny sposób przebadano opryskiwacz wózkowy Hardi o pojemności zbiornika 200 l, wyposażony w pompę wirową z napędem elektrycznym, o wydajności 20 l min<sup>-1</sup>. Opryskiwacz zasiliał cieczą cztery rozpylacze szczelinowe TeeJet XR 11003VP pod ciśnieniem 400 kPa, przy temperaturze otoczenia ok. 27°C. Wyniki uzyskiwano i archiwizowano za pomocą stacji meteorologicznej Davis Vantage Pro2 zaadaptowanej do badań temperatur.

W gospodarstwie doświadczalnym Uniwersytetu Queensland (campus Gatton) 31 marca 2011 r. podobny test przeprowadzono dla opryskiwacza ciągnikowego zawieszanego Silvan, o pojemności zbiornika 600 l, agregowanego z nośnikiem narzędzi Fendt F 350 GT. Opryskiwacz był wyposażony w belkę połową o szerokości roboczej 12 m (24 rozpylacze TeeJet XR 11004VP, pompę dwuprzeponową o wydatku 60 l min<sup>-1</sup>, napędzanej z prędkością ok. 500 min<sup>-1</sup> i pracował przy ciśnieniu 120 kPa. Z uwagi na to, że opryskiwacz był przeznaczony tylko do zwalczania chwastów, jego stan techniczny pozwalał na uzyskanie tylko tak niskiego ciśnienia. Temperatura otoczenia wynosiła ok. 35°C. Taki zakres temperatur (25-35°C) występuje np. w Australii, w trakcie aplikacji często, jednak towarzyszy mu wysoka wilgotność powietrza (Rh >65%).

Pomiarów w obu testach przeprowadzonych w Gatton dokonywano za pomocą czujników temperatury PT-100 połączonymi z data logger'em Campbell Sci. typu CR 1000.

W gospodarstwie sadowniczym firmy Netze-Frucht Sp. z o. o., w miejscowości Pomiarki, 27 kwietnia 2011 r., badaniu poddano opryskiwacz herbicydowy własnej konstrukcji. Jest on wyposażony w zbiornik o pojemności 2000 l, pompę trójsekcijną Holder MA 120 o wydajności

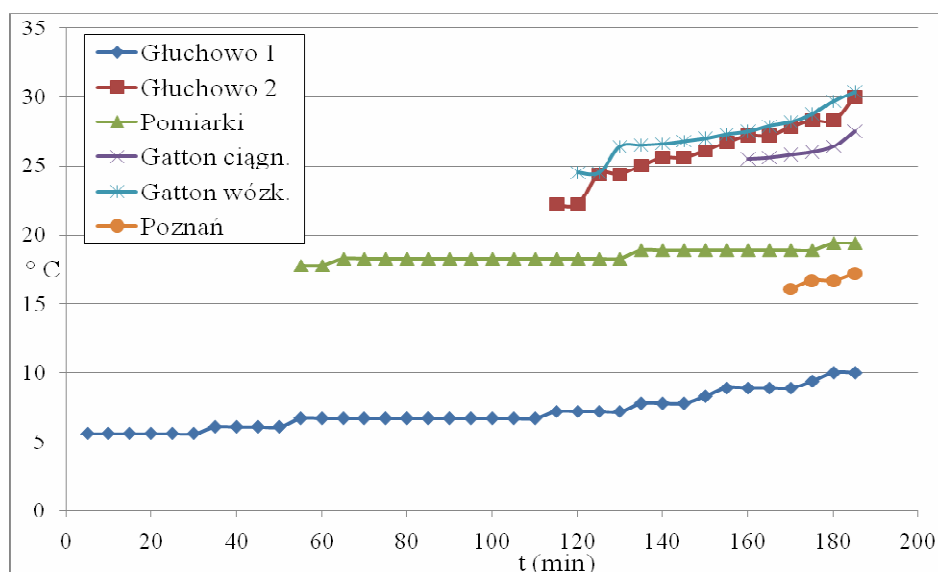
120 l min<sup>-1</sup>, zasilającą sześć rozpylaczy Lechler IDK 12002, przy 450 kPa. Badania wykonano przy prędkości obrotowej WOM ok. 380 min<sup>-1</sup> i temperaturze otoczenia ok. 24°C. Opryskiwacz agregatowany był z ciągnikiem Belarus 800. Piątym, testowanym w Poznaniu dnia 10 września 2011 r., był opryskiwacz typu P 329/2, produkcji Z. Mech. Masz. i Urz. Rol., zawieszony na ciągniku C-330, o pojemności zbiornika 400 l, z 24 rozpylaczami RS-MM 11003, przy ciśnieniu 500 kPa. Temperatura otoczenia wynosiła ok. 22°C. Wyniki uzyskiwano i archiwizowano również za pomocą stacji meteorologicznej Davis Vantage Pro2, zaadoptowanej do badań zmian temperatur dzięki adapterowi do pomiaru temperatur (dokładność pomiaru 0,5°C).

### 3. Omówienie wyników badań

Przebieg zmian badanych temperatur miał charakter zbieżny z oczekiwanym, czyli rosnący wraz z ubywaniem cieczy w zbiorniku opryskiwacza. W różnych warunkach temperatury otoczenia przyrost temperatury cieczy użytkowej następował coraz szybciej. Opryskiwacz badany w Głuchowie w warunkach niskiej temperatury otoczenia wykazał przyrost temperatury cieczy prawie o 5°C, czyli od 5,6 do 10,0°C, co stanowi wzrost o ok. 78% licząc od temperatury początkowej. Ten sam opryskiwacz testowany w warunkach letnich wykazał przyrost temperatury cieczy roboczej o prawie 8°C od wartości początkowej, czyli od 22,2 do 30,0°C. Stanowi to ok. 36% wzrostu, licząc od wartości początkowej.

Opryskiwacz badany w Pomiarkach wykazał stosunkowo niski przyrost (ok. 1,6°C) temperatury cieczy użytkowej, bo od 17,8 do 19,4°C. Mogło to być spowodowane znacznie niższymi od nominalnych obrotami pompy (380 min<sup>-1</sup>) i znacznym wydatkiem pompy – z dużą rezerwą w odniesieniu do zapotrzebowania sześciu użytkowanych rozpylaczy.

Badania zmian temperatury cieczy w zbiorniku opryskiwacza wózkowego przeprowadzone w Gatton, w warunkach lata, pozwalają stwierdzić przyrost temperatury o ok. 6°C, tj. od 24,5 do 30,4°C. Stanowi to przyrost rzędu 24% od wartości początkowej i doprowadziło do osiągnięcia wartości krytycznej temperatury (30°C).



Rys. 1. Przyrosty temperatury cieczy roboczej w zbiornikach badanych opryskiwaczy

Fig. 1. The increase of working liquid temperatures in tanks of tested sprayers

Pomiar temperatury w opryskiwaczu zawieszonym o pojemności 400 l, trwał ok. 20 min. (tyle zajęło opróżnienie zbiornika), co sprawiło, że przyrost tego parametru nie był znaczący.

Wyniki badań pozwalają na postawienie ogólnej tezy, że przyrost temperatury objętości cieczy (malejącej) pozostającej w zbiorniku opryskiwacza, zależy od energii cieplnej oddawanej przez pompę do cieczy użytkowej. Niewątpliwie na intensywność przyrostu temperatury cieczy w zbiorniku wpływają także warunki zewnętrzne, tj. temperatura otoczenia i powierzchnia wymiany ciepła z otoczeniem.

Przy odpowiednim (lepszemu niż użyto) oprzyrządowaniu i szerszym przygotowaniu metodycznym, można będzie określić parametry strumienia ciepła, oddawanego cieczy recyrkulowanej do zbiornika, oraz parametry doprowadzające do osiągnięcia istotnych zmian temperatury cieczy, mogącej zmieniać jakość rozpylenia oraz stwarzających zagrożenie termiczne dla preparatów wrażliwych.

#### 4. Podsumowanie

Badania przebiegu zmian temperatur cieczy w zbiornikach opryskiwaczy wykazały ich znaczący przyrost, w czterech z sześciu badanych przypadków, szczególnie w końcowej fazie opróżniania zbiornika.

W dwóch przypadkach, doszło do osiągnięcia temperatury 30°C, która w określonych okolicznościach, uznawana jest za niebezpieczną dla preparatów wrażliwych, w tym biopreparatów i organizmów żywych. Na podstawie uzyskanych wyników, można wysunąć hipotezę, że strumień oddawanej energii cieplnej z pompy, powstającej w wyniku oporów jej funkcjonowania, jest zależny od jej konstrukcji, obciążenia (wytwarzane ciśnienie) i warunków zewnętrznych (temperatura otoczenia). W celu wyczerpującego rozpoznania stwierdzonych zjawisk i zweryfikowania powyższych hipotez niezbędne jest przeprowadzenie bardziej zaawansowanych badań w zakresie wpływu czynników, oddziałujących na przyrost temperatury cieczy (wewnętrznych układu i zewnętrznych) i opisanie przebiegu funkcji tych zmian.

Opisanie powyższych zależności umożliwi ustalenie warunków dla bezpiecznej aplikacji preparatów wrażliwych na wyższe temperatury, oraz pozwoli określić zakres zmian, jakie mogą zaistnieć w jakości rozpylenia cieczy użytkowej, przydatnych do poprawy bezpieczeństwa i efektywno-

ści aplikacji środków ochrony roślin (lepkości i gęstości cieczy oraz jakości rozpylenia).

#### 5. Bibliografia

- [1] Brusselman B., M., Moens, W. Steurbaut, D. Nuytens: Effect of agitation system on the viability and the displacement of entomopathogenic nematodes in the spray tank. *Aspects of Applied Biology* 99, International Advances in Pesticide Application, 2010, 383–388.
- [2] Chojnacki J.: Zjawiska termiczne w opryskiwaczu w aspekcie aplikacji biologicznych środków ochrony roślin, *Inżynieria Rolnicza*, 2007, 8(96), 37-42.
- [3] Fife J.P., H.E. Ozkan, R.C. Derksen: Physical effects of conventional spray equipment on a biological pesticide, *Aspects of Applied Biology* 7. International Advances in Pesticide Application, 2004, 495-502.
- [4] Finnegan Michelle M., Downes Martin J., O'Regan Myra, Griffin Christine T.: Effect of salt and temperature stresses on survival and infectivity of *Heterorhabditis* spp. *IJs, Nematology*, 1999, Vol. 1, 1, 69-78(10).
- [5] Hoffmann W., F. Fritz, W. Bagley, Y. Lan: Effects of Air Speed and Liquid Temperature on Droplet Size. *Journal of ASTM International*, 2011, Vol. 8, No. 4, 1-9, Paper ID JAI103461.
- [6] Łączyński A., W. Dierick, A. De Moor: The effect of agitation system, temperature of the spray liquid, nematode concentration and air injection on the viability of *Heterorhabditis bacteriophora*. *Biocontrol Sci. Technol.*, 2007, Vol. 17, Iss. , 841-851.
- [7] Łączyński A., B. Sonck, H. Ramon: The effects of spray application related variables on the viability of nematodes used as biological plant protection products. *Aspects of Applied Biology* 77. International Advances in Pesticide Application, 2006, 103-108.
- [8] Miller P.C.H., Tuck C.R.: Factors Influencing the Performance of Spray Delivery, *J ASTM Int.* Vol. 2, No. 6, Paper ID JAI12900, 2005, 1-13.
- [9] Payne N.: Spray dispersal from aerial silvicultural glyphosate applications. *Crop Prot.* 1993, 12(6), 463-489.
- [10] Sehsah E.M.E., S. Kleisinger: Effect of low pressure liquid atomizers usage in biological pest control. *Misr J. Ag. Eng.*, 2007, 24(1), 62-74.
- [11] Shahina F., H. Manzar, M.I. Bhatti: Effects of salt and temperature stress on survival and infectivity of infective juveniles of entomopathogenic nematodes, *Pak. J. Nematol.*, 2005, 23(1), 103-109.
- [12] Zhu H., Dexter R.W., Fox R.D., Reichard D.L., Brazee R.D., Ozkan H.E. Effects of polymer composition and viscosity on droplet size of recirculated spray solution. *J. Agr. Eng. Res.*, 1997, 67, 35,45.

#### Podziękowania

Kierownikom sadów: w Głuchowie (TopFarms Wielkopolska) Panu J. Rybaczkowi i w Pomiarkach (Nezta Frucht) Panu K. Kociszewskiemu, oraz dr. Gary Dorr'owi z Centrum Bezpieczeństwa Aplikacji Pestycydów (CPAS, Uniwersytet Queensland w Australii), za udostępnienie opryskiwaczy i pomoc w przeprowadzeniu pomiarów.