

## **Zadanie nr 6.7 Doskonalenie technik ochrony roślin – kierownik dr A. Godyń**

Celem zadania było działanie na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin, poprzez doskonalenie techniki wykonywania zabiegów, czyli zapewnienie sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do aplikacji środków ochrony roślin, podniesienie jakości szkoleń obligatoryjnych dla osób wykonujących zabiegi, jak również popularyzacji technik ograniczających znoszenie cieczy użytkowej. Ponadto zbadane zostały możliwości bezpiecznego i efektywnego stosowania dronów do wykonywania oprysków w sadzie.

Zaktualizowano listę Technik Ograniczających Znoszenie (lista TOZ). Na zaktualizowanej liście znajduje się 7 nowych technik przeznaczonych do opryskiwania: płaskich upraw polowych, warzyw, użytków zielonych i roślin ozdobnych, z których 3 techniki zaliczane są do klasy 90%, a 4 do klasy 95%. Aktualna wersja listy TOZ jest zamieszczona w Serwisie Ochrony Roślin, w części Technika Ochrony Roślin – Klasyfikacja technik ograniczających znoszenie – TOZ (<http://arc.inhort.pl/serwis-ochrony-roslin/technika-ochrony-roslin/klasyfikacja-technik-ograniczajacych-znoszenie-toz>).

Przeprowadzono 1 szkolenie stacjonarne dla doradców i nauczycieli szkół rolniczych w zakresie korzystania z listy Technik Ograniczających Znoszenie (TOZ) i metod ograniczania znoszenia. W szkoleniu uczestniczyło 29 osób. Omówiono: miejsce znoszenia w technice opryskiwania (dr hab. G. Doruchowski, prof. IO-PIB), normy dotyczące badań i klasyfikacji znoszenia (dr A. Godyń), sposoby pomiaru znoszenia w polu (mgr W. Świechowski), wstępne wyniki badania efektów opryskiwania (nanoszenie i znoszenie) za pomocą dronów w sadzie i uprawach polowych (dr A. Godyń i dr hab. Henryk Ratajkiewicz IOR-PIB / UP w Poznaniu) oraz techniki ograniczające znoszenie zapisane na liście TOZ i sposób korzystania z listy TOZ (prof. R. Hołownicki).

W części praktycznej pracowano z listą TOZ, w tym interpretowano zapisy etykiety ś.o.r. dotyczące szerokości stref buforowych i możliwości ich ograniczenia, wybierano właściwą technikę z listy TOZ, ustalano klasy redukcji znoszenia dla wskazanych/posiadanych rozpylaczy. Ponadto zrealizowano polowy pokaz techniki opryskiwania sadu za pomocą dronu i metod ograniczania znoszenia dla tego sprzętu.

Przeprowadzono 2 jednodniowe szkolenia stacjonarne dla przedstawicieli służb nadzorujących badanie sprzętu ochrony roślin (PIORiN). W szkoleniach uczestniczyło łącznie 59 osób. Omówione zostały zagadnienia związane z wyposażeniem i stosowaniem opryskiwaczy, kalibracją opryskiwaczy, przepisami prawnymi i zasadami oraz procedurami badania sprzętu ochrony roślin. Część praktyczno-ćwiczeniowa obejmowała kalibrację opryskiwaczy oraz badania stanu technicznego zaprawiarek do nasion (w formie filmu) i opryskiwaczy polowych. Zaprezentowane zostały materiały opracowane w ramach zadań celowych i Programu Wieloletniego w poprzednich latach (filmy, materiały szkoleniowe, poradniki i instrukcje), które przekazano uczestnikom szkolenia również na pendrive'ach.

Opracowano metodyki pomiarów naniesienia i strat cieczy opryskowej oraz zanieczyszczenia sprzętu podczas opryskiwania sadu za pomocą dronu i opryskiwacza sadowniczego. Następnie wykonano serię testów porównawczych naniesienia (2 terminy) i strat w sadzie (znoszenie powietrzne i sedymentacyjne) dla opryskiwania z dronu i opryskiwania za pomocą opryskiwacza sadowniczego. Pomiarów prowadzono w Sadzie Doświadczalnym IO-PIB (Sad Pomologiczny, Skierniewice, ul. Rybickiego), w kwaterze posadzonej w roku 2016 z drzewami odmiany Gala/M9 o koronach wrzecionowych posadzonych w rozstawie 3,5 x 1,0 m, o wymiarach 3,5 x 1,4 m (wys. x szer.). Opryskiwania wykonywano za pomocą dronu ABZ Innovation L10 użyczonego nieodpłatnie przez firmę AeroMind z o.o. sp. k. oraz opryskiwacza sadowniczego Munckhof z przystawką kolumnową, 20 rozpylaczami (10 na stronę), znajdującego się w zasobach Zakładu Agrotechnologii IO-PIB. Kwatera posiadała rusztowanie przeznaczone do rozwijania siatki przeciwgradowej na wysokości 4,5 m od pow. ziemi. Siatka przeciwgradowa była zwinięta wzdłuż rzędów, przesłaniając pasy o szerokości ok. 25-30 cm znajdujące się na wysokości montowania siatki nad osią rzędów drzew. Opryskiwano 5 kolejnych rzędów drzew (skrajnych po stronie

zawietrznej sadu) na długości 50 m dawką cieczy 27 lub 40 l/ha dla dronu i 400 l/ha dla opryskiwacza. Stosowano snacznik fluorescencyjny BF7G (Waldeck GmbH). Stosowano prędkości przelotowe 1,8; 2,7 i 3,6 m/s dla dronu i prędkość jazdy 6,0 km/h dla opryskiwacza. Naniesienie mierzono na próbkach bibuły filtracyjnej mocowanej do blaszek zamocowanych poziomo do 3 masztów (na 4 wysokościach) umieszczanych w każdym z 6 drzew skrajnego opryskiwanego rzędu drzew.

W pierwszym terminie pomiarowym (27 maja) średnie naniesienie na obie powierzchnie blaszek łącznie (G+D) było większe dla opryskiwacza sadowniczego od 1,37 x w porównaniu do opryskiwania za pomocą dronu przy prędkości lotu 2,7 m/s do 1,97x dla lotu z prędkością 1,8 m/s. Na szczególną uwagę zasługuje ponad 15-krotnie mniejsze naniesienie na dolnych powierzchniach blaszek (średnio w całych drzewach) dla wszystkich kombinacji opryskiwania dronem (86-95 ng/cm<sup>2</sup>) niż dla opryskiwacza sadowniczego (1470,66 ng/cm<sup>2</sup>). Potwierdza to wcześniejsze przypuszczenie o trudności opryskania dolnych powierzchni przy opryskiwaniu roślin strumieniem cieczy skierowanym „od góry”, z dronu lecącego na wysokości 8-9 m. Obliczono wskaźniki stosunku naniesienia G+D w strefie nawietrznej (od strony wiatru i jednocześnie od strony opryskującego dronu) do naniesienia w strefie zawietrznej opryskiwanych drzew (przeciwna strona opryskiwanych drzew): dla całych drzew oraz dla ich górnej oraz dolnej strefy. Relatywnie dużą równomierność tego parametru uzyskano dla opryskiwacza sadowniczego – ilorazy: 1,44-1,51, a najgorszą dla dronu opryskującego z prędkością 2,7 m/s - ilorazy: 5,61-6,26, przy czym dla dwóch wolniejszych prędkości lotu dronu (1,8 i 2,7 m/s) najgorszą równomierność wykazano w dolnej strefie drzew. Odpowiednie dobranie prędkości lotu dronu umożliwiłoby relatywną poprawę tego parametru (obserwowane różnice dla stosowanych prędkości lotu).

Po drugim terminie pomiarowym (18 września) dla takiego samego układu doświadczenia przeprowadzono analizy statystyczne (ANOVA, Statistica ver 13,3), które wykazały istotny wpływ zarówno terminu opryskiwania, jak i techniki wykonywania zabiegu opryskiwania, jak i lokalizacji próbek na wielkość naniesienia. Największe średnie naniesienie sumaryczne na obie powierzchnie blaszek (G+D) wykazano w drugim terminie (pełnia ulistnienia): dla dronu opryskującego z najniższą prędkością lotu (1,8 m/s - 3799 ng/cm<sup>2</sup>) oraz dla opryskiwacza sadowniczego (3736 ng/cm<sup>2</sup>). Najmniejsze wartości naniesienia sumarycznego (G+D) wykazano dla pozostałych kombinacji opryskiwania za pomocą dronu (wszystkie 3 w terminie majowym i dwie „szybsze” w terminie wrześniowym). Niezależnie od wysokiej wartości naniesienia dla jednej kombinacji dla dronu, to równomierność naniesienia zarówno między powierzchniami górną i dolną blaszek, jak i w strefach opryskiwanych drzew (górną vs. dolną i nawietrzna vs. zawietrzna), szczególnie w terminie majowym, pozostawiają wiele do życzenia.

Średnie straty (znoszenie powietrzne - % dawki) mierzone na masztach w maju były najmniejsze dla opryskiwacza sadowniczego (6,88%) podczas, gdy dla opryskiwania za pomocą dronu wynosiły od 14,47% dla 1,8 m/s do 41,08% dla prędkości lotu 2,7 m/s. Mniejsze znoszenie (32,26%, dla kombinacji z największą prędkością lotu - 3,6 m/s) niż dla prędkości 2,7 m/s wydaje się, że należy wiązać z odchyleniem strumienia cieczy opryskowej ku tyłowi (wzgl. kierunku lotu) przy takiej prędkości lotu. Większe straty mierzono w dolnej części masztów, szczególnie dla kombinacji opryskiwania za pomocą dronu (3,11-11,75 x więcej niż w górnej części). Największą równomierność tego parametru obserwowano dla opryskiwacza sadowniczego (2,14 x).

Znoszenie sedymentalne mierzono we wrześniu do 28 m od strefy opryskiwania. Obliczono znoszenie sumaryczne dla badanych technik do odległości 5,0 m i znoszenie całkowite w obszarze pomiarowym (do 28 m). Największą wartość znoszenia sumarycznego (do 28 m) wykazano dla dronu opryskującego z najmniejszą prędkością lotu (1,8 m/s - 54,37%), czyli dla kombinacji, dla której uzyskano największe naniesienie wewnątrz opryskiwanych drzew. Jednocześnie najmniejsze znoszenie wykazano dla pozostałych prędkości opryskiwania (2,7 i 3,6 m/s – odpowiednio 38,64 i 34,58%) za pomocą dronu. Z powodu niewiele się różniących od siebie średnich skrajnych prędkości wiatru w czasie opryskiwania (1,43 vs. 1,90 m/s) nie można poziomu znoszenia jednoznacznie powiązać z prędkością wiatru atmosferycznego. Chociaż dla kombinacji

dronowych wykazano, że silniejszy wiatr = większe znoszenie, to opryskiwacz sadowniczy przy najmniejszej średniej prędkości wiatru wykazał relatywnie duże znoszenie (45,19%).

Ocenę ryzyka zabiegu wykonano w formie pomiaru zanieczyszczenia sprzętu opryskującego (dron przy 3 prędkościach lotu i opryskiwacz sadowniczy przy 1 prędkości jazdy) wykonano w dniu 18 września 2024 r. Na sprzęcie opryskującym mocowano próbki z bibuły filtracyjnej zgodnie z rozmieszczeniem ustalonym w metodyce. Na ciągniku i opryskiwaczu sadowniczym mocowano łącznie 36 próbek, każda o powierzchni 64 cm<sup>2</sup> (8 x 8 cm). Na dronie mocowano 38 próbek, o powierzchni 36 lub 72 cm<sup>2</sup> zależnej od dostępnego miejsca na dronie. Po wykonaniu symulacji opryskiwania z dodatkiem znacznika BF7G (opryskiwacz: 300 g BF7G/100l wody = 0,3%, dron 300g BF7G/10 l wody = 3%), przy dawkach cieczy dron: 40 l/ha, opryskiwacz 400 l/ha, na wyznaczonej powierzchni opryskiwanego sadu (1000 m<sup>2</sup>), próbki były zdejmowane i poddawane analizie ilościowej za pomocą metody wykorzystywanej w pomiarach naniesienia i strat. Następnie obliczone naniesienie jednostkowe (ng/cm<sup>2</sup>) na sprzęcie opryskującym mnożono przez reprezentowaną powierzchnię dronu lub opryskiwacza albo ciągnika. Na tej podstawie obliczano naniesienie całkowite na dronie lub opryskiwaczu. Wyniki nie zawierają naniesienia na powierzchniach niereprezentowanych (takich, na których nie umieszczano próbek z bibuły), ale powierzchnia taka została obliczona. Na sprzęcie opryskującym występują elementy, na których umieszczenie próbek nie jest możliwe lub powierzchnia (cm<sup>2</sup>) których jest trudna do zdefiniowania. Dlatego określono jedynie szacunkowo ich powierzchnię, co wyrażono jako procent powierzchni zdefiniowanej. Np. w przypadku dronu umieszczenie stosowanych próbek z bibuły filtracyjnej na śmigłach nie było możliwe z powodu narażenia ich na „zdmuchnięcie” w czasie lotu i ruchu obrotowego śmigieł i możliwe utrudnienie uzyskania siły nośnej przez obarczone „przeszkodą aerodynamiczną” śmigła. Powierzchnia śmigieł stanowiła 48% powierzchni zdefiniowanej. Powierzchnia niezdefiniowana dla opryskiwacza sadowniczego stanowiła 8,3% powierzchni zdefiniowanej, a dla dronu 78% (łącznie ze śmigłami). Na dronie zmierzono od 6,85 (dla 3,6 m/s) przez 11,98 (dla 2,7 m/s) do 46,48 mg (dla 1,8 m/s), a na opryskiwaczu 1001,33 mg. Największa wartość zanieczyszczenia zmierzona dla dronu (46,48 mg) związana była z niewyłączeniem rozpylacza po wylądowaniu dronu i dodatkowym „zanieczyszczeniem postojowym” tego sprzętu. Wykonywanie pomiaru zanieczyszczenia dronu (i opryskiwacza) umożliwiło uzyskanie przybliżonej informacji na temat różnic poziomu zanieczyszczenia takiego sprzętu (dron vs. opryskiwacz). Dawka znacznika, którą wypryskiwano na powierzchni 1000 m<sup>2</sup> w czasie testu, wynosiła dla obu rodzajów sprzętu 120 gramów. Oznacza to, że na opryskiwaczu osiadało nieco mniej niż 1 % stosowanej dawki (0,83%), a na dronie od ok. 0,04% do ok. 0,006%, czyli od 20 do 138 razy mniej. Należy wziąć pod uwagę, że powierzchnia reprezentowana opryskiwacza była tylko 11,74 raza większa od powierzchni reprezentowanej dronu (9,63 vs. 0,82 m<sup>2</sup>), co ostatecznie oznacza, że zanieczyszczenie dronu, relatywnie do powierzchni porównywanych sprzętów, jest mniejsze, nawet w przypadku „zanieczyszczenia postojowego”.

W ramach zadania 6.7 zrealizowano także zagraniczny wyjazd studyjny do Uniwersytetu w Turynie, którego celem było zapoznanie się z pracami badawczymi nad zastosowaniem dronów do opryskiwania upraw przestrzennych, prowadzonymi w wiodącej w tej dziedzinie jednostce naukowej oraz konsultacje w sprawie metodyki badań w tym zakresie. Pozyskana wiedza umożliwi lepszą realizację badań nad zastosowaniem dronów również w kolejnych sezonach.

Zagadnienia związane z przygotowaniem opryskiwacza sadowniczego do pracy i jego kalibracją oraz z ograniczaniem znoszenia upowszechniono w 6 artykułach naukowych i popularno-naukowych.