

Dobra Praktyka Ochrony Roślin

DOBRA PRAKTYKA OCHRONY ROŚLIN JAKO NARZĘDZIE OGRANICZENIA ZNOSZENIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN - opryskiwanie upraw sadowniczych



**R. Hołownicki, G. Doruchowski,
A. Godyń, W. Świechowski**

Treść zgodna z zasadami Dobrej Praktyki Ochrony Roślin
i stanem prawnym obowiązującym w październiku 2014r

Broszurę opracowano w ramach Programu Wieloletniego
„Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu
zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów
ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony
jego zasobów”

Zadanie 1.2.

*„Opracowanie metod precyzyjnego stosowania środków ochrony roślin
w celu ograniczenia zanieczyszczenia wód gleby i powietrza”*

Autorzy zdjęć i rysunków:

R. Hołownicki; G. Doruchowski, mat. firmowe

Skierniewice, listopad 2014

Spis treści

1. DOBRA PRAKTYKA W OCHRONIE ROŚLIN	2
2. ZNOSZENIE JAKO ZJAWISKO NIEPORZĄDANE	4
3. FAZY ZNOSZENIA	6
4. CZYNNIKI ZNOSZENIA	8
4.1. Prędkość i kierunek wiatru	8
4.2. Wilgotność i temperatura powietrza	8
4.3. Wielkość, gęstość i faza rozwojowa roślin	9
4.4. Wielkość kropel	10
5. PRZECIWDZIAŁANIE ZNOSZENIU	14
5.1. Pora i warunki atmosferyczne	14
5.1.1. <i>Planowanie zabiegu</i>	14
5.1.2. <i>Prędkość i kierunek wiatru</i>	15
5.1.3. <i>Wilgotność i temperatura powietrza</i>	16
5.2. Technika opryskiwania	18
5.2.1. <i>Zwiększanie wielkości kropel</i>	19
5.2.2. <i>Systemy emisji cieczy i powietrza</i>	22
5.2.3. <i>Opryskiwacze recyrkulacyjne</i>	25
5.2.4. <i>Opryskiwacze sensorowe</i>	27
5.2.5. <i>Opryskiwacze do ochrony roślin jagodowych</i>	28
5.3. Parametry robocze	32
5.3.1. <i>Wydajność wentylatora – prędkość robocza</i>	32
5.3.2. <i>Redukcja prędkości roboczej</i>	34
5.3.3. <i>Zmniejszenie wydajności wentylatora</i>	35
5.3.4. <i>Mniejsze ciśnienie i większy rozpylacz</i>	38
5.3.5. <i>Jednostronne opryskiwanie</i>	39
6. ZABIEGI W SĄSIEDZTWIE OBSZARÓW WRAŻLIWYCH	41

1. DOBRA PRAKTYKA W OCHRONIE ROŚLIN

Współczesna produkcja owoców musi sprostać nowym wyzwaniom, gdyż obok potrzeby zaspokojenia rosnących wymagań konsumentów, musi także odbywać się w poszanowaniu stanu środowiska oraz walorów przyrodniczych i krajobrazowych. Wbrew częstym opiniom, nowoczesne sadownictwo nie sprostą tym oczekiwaniom bez środków ochrony roślin (ś.o.r.), może jednak znacząco ograniczyć zagrożenia związane z ich stosowaniem postępując wg zasad, które określa **Dobra Praktyka Ochrony Roślin (DOPR)**.

Dobra Praktyka Ochrony Roślin przewiduje wykonywanie zabiegów z użyciem środków ochrony roślin zgodnie z zaleceniami dotyczącymi ich stosowania tak, aby zapewnić zakładaną skuteczność przy minimalnej niezbędnej dawce, z uwzględnieniem miejscowych warunków oraz możliwości zwalczania metodami mechanicznymi i biologicznymi.

W związku z większymi zagrożeniami dla środowiska, niż w ochronie płaskich upraw polowych ze względu na użycie opryskiwaczy wentylatorowych, sadownicy powinni zachować wiele ostrożności i przestrzegać zasady dobrej praktyki rolniczej. Obejmują one wszystkie wymogi związane z racjonalną gospodarką środkami ochrony roślin, nawozami, ochroną gleb i wód. Nie mniej ważne staje się zachowanie cennych siedlisk i gatunków występujących w sąsiedztwie sadów i plantacji, a będących miejscem bytowania owadów i organizmów pożytecznych.

Od 2014r. obowiązują w towarowej produkcji owoców zasady integrowanej ochrony roślin, które polegają na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w sposób minimalizujący zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska. Jednocześnie przyznają pierwszeństwo najefektywniejszym technikom

stosowania, takim jak użycie urządzeń ograniczających znoszenie cieczy użytkowej. Przewidują również tworzenie stref buforowych o odpowiedniej szerokości z myślą o ochronie obszarów niebędących celem opryskiwania oraz wód powierzchniowych i podziemnych wykorzystywanych do pobierania wody pitnej, w których to strefach nie wolno stosować ani przechowywać pestycydów.



Rys. 1. Znoszenie jest niepożądanym efektem opryskiwania sadów

2. ZNOSZENIE JAKO ZJAWISKO NIEPORZĄDANE W OCHRONIE UPRAW SADOWNICZYCH

Środki ochrony roślin są przeznaczone tylko do ich nanoszenia na obiekty będące celem zabiegu. Wprawdzie znoszenie cieczy poza te obiekty jest nieuniknione, to należy zabiegi opryskiwania przeprowadzać w taki sposób, aby ten niekorzystny efekt ograniczyć do minimum. Podczas opryskiwania sadów i jagodników część cieczy użytkowej jest przenoszona przez prądy powietrza poza opryskiwane obszar stając się zagrożeniem dla otoczenia (np. ludzi, zwierząt, sąsiadujących upraw) (Rys. 1). Zjawisko to nosi nazwę znoszenia i od zawsze towarzyszy zabiegom opryskiwania roślin, a jego całkowita eliminacja nie jest możliwa.

Znoszenie definiuje się na wiele różnych sposobów. Praktycy uważają, że jest to substancja aktywna środka ochrony roślin (ś.o.r.), która nie została naniesiona na opryskiwane obiekty. Poniżej zamieszczono dwie definicje pełniej opisujące istotę tego zjawiska.

Znoszenie to część cieczy użytkowej w postaci kropeł lub części stałych przenoszona prądami powietrznymi poza opryskiwany obiekt lub inaczej jako fizyczne przemieszczanie się ś.o.r. w powietrzu, podczas wykonywania zabiegu lub bezpośrednio po, z opryskiwanego obiektu na obiekt nieopryskiwany.

lub

Znoszenie to środek ochrony roślin, który jest przemieszczany poza obszar będący celem zabiegu poprzez działanie ruchu powietrza podczas zabiegu opryskiwania.

wg normy ISO 22866

Bez względu na przyjętą definicję jest to działanie niezamierzone, które niesie za sobą negatywne konsekwencje zarówno w wymiarze ekologicznym, jak i ekonomicznym. Z tego

powodu należy przedsięwziąć wszystkie możliwe środki, aby znoszenie ograniczyć do minimum.

Negatywne konsekwencje znoszenia:

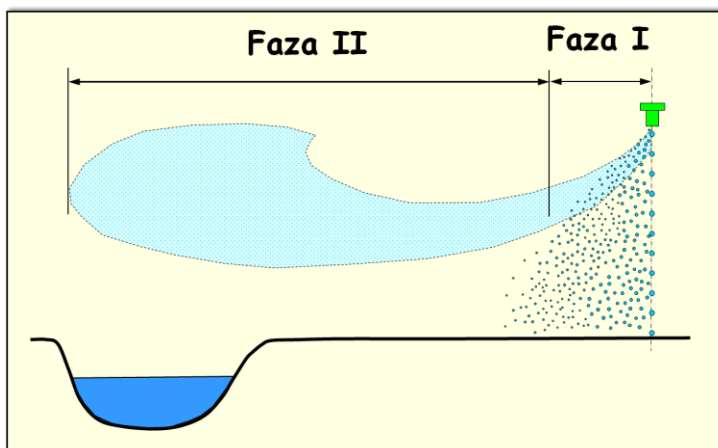
- strata ś.o.r. w wymiarze ekonomicznym,
- obniżona skuteczność ochrony roślin z powodu mniejszego naniesienia preparatu na opryskiwanych obiektach,
- pozostałości niedozwolonych ś.o.r. w uprawach sąsiadujących nie będących przedmiotem zabiegu,
- zanieczyszczenie środowiska, w tym zwłaszcza wód powierzchniowych,
- uszkodzenie wrażliwych roślin i organizmów nie będących celem zabiegu,
- bezpośrednie zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Szczególnie duże straty wywołane znoszeniem obserwuje się w sadach po wprowadzeniu opryskiwaczy wentylatorowych w latach 60-tych ubiegłego stulecia. Przekraczają one 90% w okresie bezlistnym i sięgają nawet 80% w fazie pełnego ulistnienia. Znoszona ciecz jest także źródłem wtórnego naniesienia na sąsiadujących roślinach i może wpływać na efekt biologiczny zabiegu opryskiwania.

Wielkość i zasięg znoszenia zależy od warunków atmosferycznych podczas zabiegu oraz dwóch grup czynników technicznych, związanych głównie z parametrami opryskiwania. Poznanie tych czynników ułatwi ograniczanie tego niekorzystnego efektu podczas opryskiwania roślin.

3. FAZY ZNOSZENIA

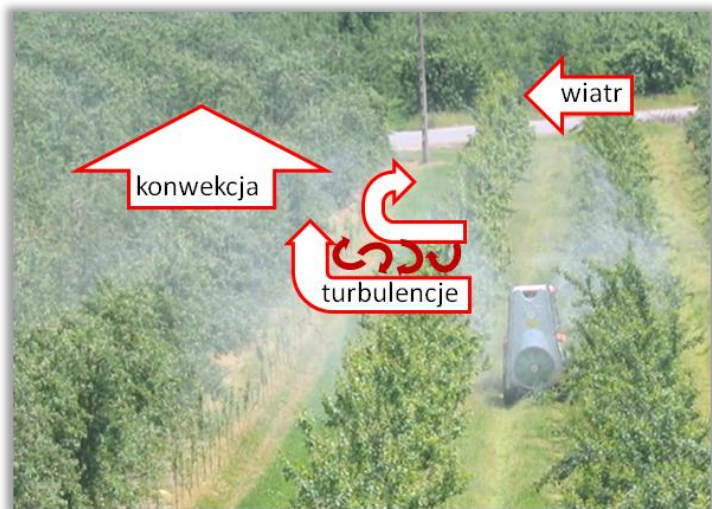
Na proces znoszenia podczas opryskiwania roślin, składają się dwie fazy (Rys. 2), z których **pierwsza faza** zwana znoszeniem potencjalnym polega na nieuporządkowanym wrywaniu się drobnych kropeł ze strugi rozpylonej cieczy. Zjawisko to spowodowane jest zakłóceniami otaczającego powietrza wywołanymi ruchem rozpylonej strugi cieczy emitowanej przez rozpylacze. Dodatkowo proces ten potęguje strumień powietrza



Rys. 2. Fazy znoszenia: znoszenie potencjalne (Faza I), znoszenie atmosferyczne (Faza II)

wytwarzany przez wentylator oraz przemieszczanie się opryskiwacza, co przyczynia się do znacznych turbulencji w obszarze wykraczającym poza opryskiwane rośliny. O wielkości znoszenia potencjalnego decyduje człowiek, gdyż to od jego wyborów zależą czynniki techniczne, takie jak: konstrukcja i wydajność wentylatora, rodzaj i wielkość wybranych rozpylaczy, jak również parametry zabiegu. Wpływ człowieka na **drugą fazę** znoszenia jest niewielki, gdyż rozpylone krople cieczy są wówczas przenoszone ruchami powietrza wywołanymi

zjawiskami atmosferycznymi, z których decydującą rolę odgrywa wiatr, a ponadto ruchy konwekcyjne i turbulencyjne mas powietrza (Rys. 3). Przed zjawiskami atmosferycznymi można ustrzec się tylko poprzez wybór najbardziej odpowiedniej pory zabiegu opryskiwania.



Rys. 3. Znoszenie spowodowane zjawiskami atmosferycznymi i działaniem wentylatora opryskiwacza

4. CZYNNIKI ZNOSZENIA

Do najważniejszych czynników wpływających na wielkość i zasięg znoszenia, na które operator opryskiwacza nie ma większego wpływu, zalicza się:

- prędkość i kierunek wiatru,
- wilgotność i temperaturę powietrza,
- wielkość, gęstość i faza rozwojowa roślin.

4.1. Prędkość i kierunek wiatru

Wiatr jest najważniejszym czynnikiem znoszenia, a zmienna prędkość i kierunek wiatru są znanymi utrudnieniami w ochronie roślin. Przyjmuje się, że odległość przemieszczania się kropeł o średnicy powyżej 100 μm jest wprost proporcjonalna do prędkości wiatru. Oznacza to, że przemieszczają się one na odległość dwa razy większą, gdy prędkość wiatru zwiększy się dwukrotnie. Poza wyborem najbardziej odpowiedniej pory przeprowadzenia zabiegu, który umożliwia ograniczenie znoszenia nawet o 50%, pozostają już tylko techniki ograniczające znoszenie (TOZ).

4.2. Wilgotność i temperatura powietrza

Słoneczna i bezwietrzna pogoda przy wysokiej temperaturze i niskiej wilgotności powietrza, to najgorsza pora na przeprowadzenie zabiegu opryskiwania. W takich warunkach występują ruchy konwekcyjne, które przemieszczają znoszone krople w nieprzewidywalnym kierunku. Obserwuje się również wzmożone odparowanie (ewaporację) kropeł cieczy użytkowej, które tracą wówczas swoją masę i dłużej są zawieszone w powietrzu stając się bardziej podatne na znoszenie. Dotyczy to zwłaszcza drobnych kropeł, ponieważ mają one większy stosunek powierzchni zewnętrznej do objętości niż duże krople. Dowiedziono, że gdy nie zachodzi zjawisko ewaporacji, to krople o średnicy 100 μm wymagają nieco ponad 5 s na pokonanie w swobodnym spadku dystansu 1,5 m. Gdy natomiast wilgotność

względna powietrza wynosi tylko 30%, a temperatura 25°C, to następuje intensywne odparowanie cieczy. Wtedy ta sama kropla staje się o połowę mniejsza i zachowuje tylko 1/8 swojej objętości już po przebyciu 0,75 m. Nawet, gdy wilgotność jest znacznie wyższa (70%), przy tej samej temperaturze (25°C), kropla o średnicy 100 µm opadając o 1,5 m traci aż połowę swojej pierwotnej średnicy. Wprawdzie ewaporacja kropeł to problem dotyczący głównie kraje o suchym i gorącym klimacie, to występuje także w klimacie umiarkowanym, typowym dla naszych krajowych warunków.

4.3. Wielkość, gęstość i faza rozwojowa roślin

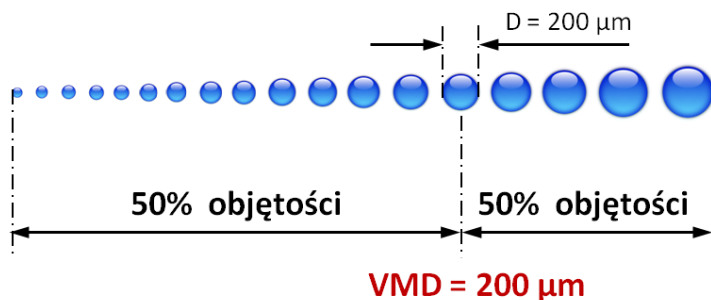
Na wielkość i zasięg znoszenia podczas ochrony upraw sadowniczych w dużym stopniu wpływają cechy morfologiczne drzew i krzewów owocowych, w tym zwłaszcza ich wielkość i gęstość, które decydują o ilości zatrzymywanej cieczy użytkowej. Wiadomo bowiem, że większa gęstość wiąże się z większą zdolnością „filtracyjną” i tym samym mniejszym znoszeniem. W okresie kwitnienia znoszenie jest 2,5÷4,0-krotnie większe niż w fazie pełnego ulistnienia, a wraz z rozwojem liści zwiększa się efekt filtracyjny koron drzew. Sprzyja to zatrzymywaniu cieczy i w końcowym efekcie redukuje ilość znoszonej cieczy podczas opryskiwania rzędów położonych w głębi sadu. W związku z tym podczas zabiegów w sąsiedztwie terenów wrażliwych należy uwzględnić fazę rozwojową drzew i krzewów owocowych.

Na zdolność „odfiltrowywania” kropeł cieczy wpływa także wielkość roślin, cechy odmianowe oraz sposób ich formowania. Należy mieć bowiem na uwadze, że drzewka karłowe o niewielkich luźnych koronach wykazują w fazie pełnego ulistnienia podobną zdolność filtracyjną jak drzewa w sadach tradycyjnych w okresie kwitnienia. Niekiedy jednak na gęstość drzew, w większym stopniu wpływa forma prowadzenia drzew niż ich faza rozwojowa.

Należy jednak zachować dużą czujność w okresie wiosennym, gdy gęstość roślin zmienia się dynamicznie. Są takie okresy, gdy powierzchnia liści w sadzie może podwoić się w ciągu 10 dni. Z tego powodu należy bacznie śledzić fazy fenologiczne roślin, gdyż wpływają one w dużym stopniu na znoszenie cieczy użytkowej.

4.4. Wielkość kropeł

Wielkość kropeł obok wiatru w największym stopniu decyduje o znoszeniu cieczy. Szczególnie podatne na znoszenie są drobne krople, które zawierają się w spektrum kropeł wytwarzanych przez stosowane powszechnie rozpylacze ciśnieniowe. Należy bowiem mieć na uwadze, że zakres średnic kropeł generowanych w tych rozpylaczach jest bardzo szeroki. Z tego powodu określanie wielkości kropeł na potrzeby praktyki rolniczej jest bardzo utrudnione.



Rys. 4. Wielkość kropeł wg VMD (Volume Median Diameter)

Dzięki coraz bardziej precyzyjnej aparaturze pomiarowej dokładny pomiar liczby i wielkości kropeł nie nastręcza już większych trudności. Znacznie trudniejsza jest prezentacja uzyskanych wyników pomiarów, gdyż przedstawianie wielkości kropeł generowanych przez rozpylacz poprzez podawanie ich ilości w poszczególnych klasach wielkości jest mało praktyczne i trudne do wykorzystania przez przeciętnego użytkownika

opryskiwacza. W związku z tym opracowano kilka różnych parametrów klasyfikujących wielkość kropeł. Spośród nich najczęściej stosowana jest średnica mediany objętościowej VMD (Volume Median Diameter). Na przykład VMD = 200 μm oznacza, że 50% objętości cieczy zawiera krople o średnicy mniejszej niż 200 μm , a drugie 50% objętości ma większą średnicę (Rys. 4). Wymiary kropeł są podawane w mikronach (1/1000 mm), a zamiast symbolu VMD spotyka się też inne, równoznaczne oznaczenia (D50, DV.5, D0.5). Obowiązującą klasyfikację kropeł przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Klasyfikacja wielkości kropeł w oparciu VMD wg BCPC (British Crop Protection Council)

Wielkość kropeł	Wielkość kropeł VMD (μm)	
	Wartości graniczne	Wartości średnie
Bardzo drobne (<i>Very fine – VF</i>)	< 144	-
Drobne (<i>Fine – F</i>)	144 – 235	190
Średnie (<i>Medium – M</i>)	236 – 340	288
Grube (<i>Coarse – C</i>)	341 – 403	372
Bardzo grube (<i>Very Coarse – VC</i>)	404 - 505	454
Ekstremalnie grube (<i>Extremely Coarse</i>)	> 502	-

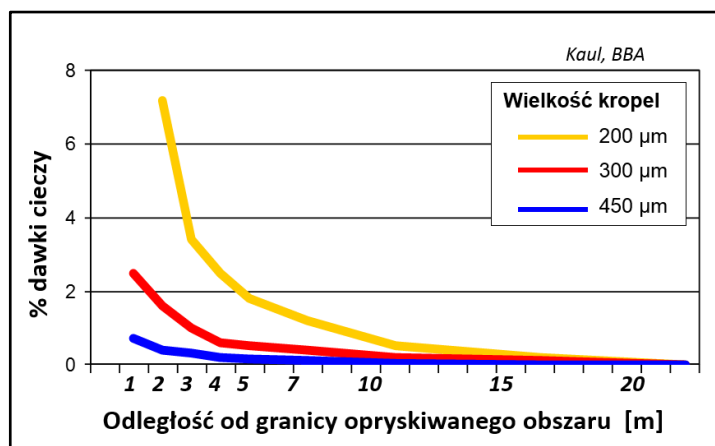
Drobne krople, dzięki niewielkiej masie, są bardziej podatne na przenoszenie przez prądy powietrzne, gdyż mogą być dłużej zawieszane w powietrzu od kropeł grubych. Kropla o średnicy 20 μm potrzebuje aż 4 minut, aby opaść na ziemię z wysokości 3 m.

Wraz ze wzrostem wielkości kropli czas ten znacząco maleje i wynosi dla kropli o średnicy 100, 200 i 400 μm odpowiednio 11, 4 i 2 sekundy (Tab. 2).

Tabela 2. Wpływ wielkości kropli na ich czas opadania z wysokości 10 m wg. (Ross i Lembi, 1985)

Wielkość kropli μm	1 000	400	200	100	10	1
Czas opadania	1 sek.	2 sek.	4 sek.	11 sek.	17 min	28 godz.

Uwaga: 1.000 μm = 1 mm



Rys. 5. Dystrybucja znoszonej cieczy użytkowej dla kropli cieczy o średnicy VMD=200; 300; 450 μm

Badania wykazały, że bardzo podatne na znoszenie są krople o średnicy poniżej 150 μm , gdyż dłuższy czas ich zawieszenia w powietrzu sprzyja przenoszeniu na znaczne odległości. I tak krople o średnicy 20 μm mogą być przenoszone przez wiatr o prędkości około 5 km/godz. nawet na odległość 300 m, podczas gdy te o średnicy 400 μm opadają na ziemię już po 3 m (Rys. 5).

Znacznie bardziej wrażliwe na znoszenie są krople o średnicy poniżej 100 μm . Dowiedziono również, że podatność na znoszenie rośnie bardzo dynamicznie, gdy średnica kropel jest mniejsza niż 75 μm . Drobne krople mogą dryfować w powietrzu na duże odległości, ponieważ ich masa jest niewielka. Jednocześnie zasięg kropel przemieszczających się poziomo z prędkością 1,4 m/s i opadających z wysokości 3,0 m wynosi tylko ok. 2,5 m dla kropel o średnicy 400 μm i aż 300 m dla drobnych kropel, których wielkość wynosi tylko 20 μm . Jednocześnie krople o wielkości mniejszej niż 50 μm zazwyczaj odparowują zanim dotrą do celu, toteż nie powinny być one stosowane w opryskiwaniu roślin, ponieważ nie można kontrolować procesu ich nanoszenia. Przedstawione przykłady wskazują, że nie powinno się stosować drobniejszych kropel niż to jest potrzebne.

5. PRZECIWDZIAŁANIE ZNOSZENIU

Opisany powyżej wpływ warunków atmosferycznych i wielkości kropel na efekt znoszenia wskazuje, że istotny jest nie tylko wybór odpowiedniej pory lecz także najbardziej właściwej techniki opryskiwania podczas zabiegu ochrony.

5.1. Pora i warunki atmosferyczne

Wybór odpowiedniej pory zabiegu niemal zawsze jest najskuteczniejszym sposobem ograniczenia efektu znoszenia, dlatego też kluczową rolę odgrywają zawsze warunki atmosferyczne. Wprawdzie wydaje się, że jest to jednocześnie najtańszy sposób, gdyż pozornie nic nie kosztuje, ale jest to mylne przekonanie. Należy bowiem mieć na uwadze, że takie podejście wymaga utrzymania znacznej rezerwy sprzętowej, którą wykorzystuje się tylko w tzw. „oknie zabiegowym” przy sprzyjających warunkach atmosferycznych. W pozostałym okresie opryskiwacze nie są wykorzystywane, co wpływa na wzrost kosztów ochrony.



Rys. 7. Anemometry do pomiaru prędkości wiatru

5.1.1. Planowanie zabiegu

Zabieg opryskiwania powinien być dobrze zaplanowany, gdyż wymaga przygotowania sprzętu i zabezpieczenia odpowiedniego rodzaju i ilości ś.o.r. Z tego powodu należy zapoznać się z lokalną prognozą pogody i aktualnymi warunkami atmosferycznymi. W

związku z tym, że warunki pogodowe mogą zmienić się podczas trwania zabiegu, dobrym nawykiem jest stałe monitorowanie prędkości wiatru. Bardzo przydatne do tego celu są proste przenośne anemometry (Rys. 7), a gdy nie są one dostępne należy bacznie obserwować otoczenie, w tym zwłaszcza zachowanie się roślin, dymu, itp. i na tej podstawie szacować prędkość wiatru (Tab. 3).

Tabela 3. Sposób określania prędkości wiatru

Prędkość wiatru (m/s)	Widoczne oznaki wiatru		Cechy charakterystyczne	Warunki wykonywania zabiegów
poniżej 0,5			dym wznosi się pionowo, liście są nieruchome	warunki trudne podczas upalnej pogody
0,5 – 2,0			dym jest znoszony, sporadyczny ruch liści	warunki sprzyjające
2,0 – 3,0			wyczuwalny wiatr, wyraźne drżenie liści	warunki trudne
3,0 – 4,0			liście i małe gałązki uginają się	warunki bardzo trudne

5.1.2. Prędkość i kierunek wiatru

Jednym ze sposobów na uniknięcie niekorzystnego oddziaływania wiatru jest wybór odpowiedniej pory przeprowadzenia zabiegu. Należy unikać przeprowadzania zabiegów podczas słonecznej, bezwietrznej pogody przy wysokiej temperaturze i niskiej wilgotności powietrza. Najlepszą porą na przeprowadzanie opryskiwań są godziny nocne i późno popołudniowe. Niezbyt odpowiednim okresem jest wczesny

poranek i okres bezwietrznej pogody, gdy często występuje zjawisko inwersji. Zazwyczaj ruch ciepłego powietrza odbywa się wówczas ku górze, gdzie ulega ono ochłodzeniu, ponieważ temperatura zmniejsza się w tempie $1,5^{\circ}\text{C}/300\text{ m}$, a następnie opada ku ziemi. Obserwuje się wówczas mieszanie się mas powietrza, a zawieszone krople znoszonej cieczy ulegają rozproszeniu w atmosferze.

Warstwa ciepłego powietrza zalega wówczas poziomo na pewnej wysokości i uniemożliwia wymieszanie się mas powietrza. Masy zimniejszego powietrza przemieszczają się wtedy poziomo, wraz z kroplami cieczy zawieszonymi w powietrzu, nawet na odległość wielu kilometrów stwarzając zagrożenie dla otoczenia. Inwersyjne ruchy powietrza związane są z dziennym cyklem atmosferycznym i najczęściej występują wczesnym rankiem, gdy przy gruncie zalegają warstwy zimnego powietrza. Ustępują natomiast w godzinach przedpołudniowych pod wpływem działania wiatru i promieni słonecznych, które przywracają swobodne mieszanie się powietrza w atmosferze. Można wtedy powrócić do przerwanych zabiegów opryskiwania.

Gdy prędkość wiatru rośnie, należy liczyć się ze zwiększaniem zasięgu znoszonej cieczy. Dlatego, gdy wynosi ona ponad 2 m/s , to należy użyć techniki ograniczającej znoszenie, a gdy przekracza 4 m/s , to obecnie obowiązujące przepisy nakazują wstrzymanie zabiegu opryskiwania.

5.1.3. Wilgotność i temperatura powietrza

Jakkolwiek wilgotność i temperatura powietrza nie wpływają na znoszenie w takim stopniu jak wiatr i wielkość kropeł, to wpływu tych czynników nie można bagatelizować z powodu ewaporacji (odparowania) kropeł. Zjawisko to zachodzi niemal w każdych warunkach atmosferycznych. Jednak jest znacznie wolniejsza podczas niskiej temperatury – na przykład wczesnym rankiem lub późnym popołudniem i nocą. O tej porze doby wyższa jest także wilgotność powietrza i mniejsza prędkość

wiatru. W związku z tym jest to najbardziej dogodna pora na wykonywanie opryskiwania nie tylko z powodu mniejszego odparowywania kropel cieczy, lecz również braku wiatru.



Rys. 8. Stacja meteorologiczna jest przydatnym narzędziem w wyznaczaniu najbardziej odpowiednich warunków zabiegu

Najlepsze warunki pogodowe na wykonanie zabiegu:

- wiatr poniżej 2 m/s,
- temperatura umiarkowana (10-20°C)
- wilgotność wysoka (powyżej 50%)

Zalecenia odnośnie najbardziej odpowiedniego zakresu temperatur są zamieszczone w etykiecie ś.o.r. i nie powinno się ich przekraczać. Zbyt niska temperatura może ograniczać skuteczność zabiegu, a zbyt wysoka (powyżej 25°C) jest przeciwwskazaniem do wykonywania zabiegów. W takich

warunkach można oczekiwać nie tylko fitotoksycznego działania ś.o.r. lecz również zwiększonego znoszenia.

Aby uniknąć niespodzianek dobrze jest śledzić prognozę pogody, najlepiej pochodzące z serwisu internetowego lub lokalnych stacji radiowych. A jeszcze lepiej sprawdzić warunki w blisko położonej stacji meteorologicznej. Rys. 8.

5.2. Technika opryskiwania

Przedstawione powyżej czynniki wpływające na zagrożenia wywołane znoszeniem dla terenów podlegających szczególnej ochronie, w tym zwłaszcza dla wód powierzchniowych, uzasadniają potrzebę indywidualnego podejście do każdego pojedynczego zabiegu. Powinno ono uwzględniać specyficzne dla miejsca i pogody warunki jego wykonania. Operator opryskiwacza nie ma jednak wpływu na warunki atmosferyczne, a zbyt długie oczekiwanie na sprzyjającą pogodę nie zawsze jest możliwe. Niekiedy bowiem zagraża terminowemu wykonaniu zabiegów i tym samym biologicznej skuteczności ochrony. W takiej sytuacji konieczne staje się podjęcie innych kroków, które ograniczą efekt znoszenia do minimum. Znaczne możliwości z tego zakresu oferuje technika opryskiwania, a w niej wybór odpowiednich parametrów roboczych.

Kluczową rolę w redukcji znoszenia poza strefę opryskiwania odgrywają techniki ograniczające znoszenie (TOZ), do których należą następujące grupy rozwiązań:

- rozpylacze (typ, wielkość, ciśnienie),
- system emisji powietrza (rodzaj wentylatora, konfiguracja wylotów powietrza),
- parametry pracy opryskiwacza (np. wydajność i kierunek strumienia powietrza, prędkość robocza),
- opryskiwacze recyrkulacyjne (tunelowe, kolektorowe, reflektorowe).

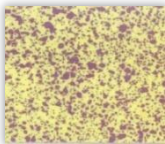
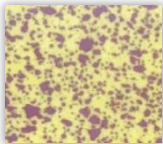
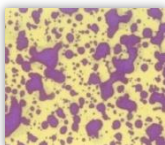
Możliwe są też kombinacje tych rozwiązań. Wymienione powyżej metody umożliwiają ograniczenie efektu znoszenia poprzez zwiększanie wielkości kropeł, osłanianie strefy opryskiwania lub przez przeciwdziałanie niekorzystnemu wpływowi wiatru na zabieg opryskiwania.

5.2.1. Zwiększanie wielkości kropeł

Zwiększanie wielkości kropeł jest najpowszechniejszą metodą ograniczania efektu znoszenia. Wprawdzie użycie rozpylaczy o podwyższonym natężeniu wypływu i jednoczesna redukcja ciśnienia cieczy są najprostszym oraz najtańszym sposobem na zwiększanie wielkości kropeł wytwarzanych przez tradycyjne rozpylacze hydrauliczne, to efekty takiej metody są niewystarczające. Znacznie szersze możliwości daje użycie **rozpylaczy eżektorowych**, których specjalna budowa pozwala na wytwarzanie znacznie grubszych kropeł niż w ich wersjach standardowych (Rys. 9). Do zasysania zewnętrznego powietrza, w stosunku zbliżonym do 1:1, przez strumień cieczy wykorzystano do tego celu efekt Venturiego. Następnie w specjalnej komorze następuje mieszanie cieczy z powietrzem i napowietrzanie kropeł w procesie ich formowania w dyszy wylotowej. Dzięki temu wytwarzane krople są grube i bardzo grube, co redukuje efekt znoszenia o 50-90% w odniesieniu do rozpylaczy standardowych.

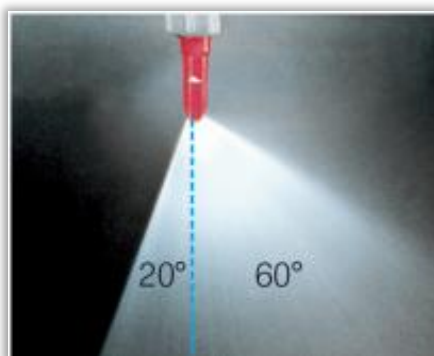
Rozpylacze płaskostrumieniowe eżektorowe, choć pierwotnie przeznaczone do ochrony upraw polowych, zaleca się również do opryskiwania przestrzennie rozbudowanych upraw rzędowych, w tym roślin sadowniczych. Należy jednak mieć na uwadze, że oferta rynkowa płaskostrumieniowych rozpylaczy eżektorowych jest skierowana głównie do opryskiwaczy polowych. Stąd ich kąt rozpylania wynosi 110–120°. W sadownictwie stosuje się mniejszy kąt rozpylania (80–90°) i wyższe ciśnienia (15-20 bar), niż zalecane w ochronie upraw polowych. Zatem elementy składowe rozpylacza odpowiedzialne za jego wydatek, to znaczy

dysza i wkładka inżektorowa, powinny być wykonane z ceramiki, czyli materiału najbardziej odpornego na zużycie erozyjne. Wśród dostępnych rozwiązań rozpylaczy eżektorowych dedykowanych dla sadownictwa są także ich wersje wirowe. Wytwarzają one nieco mniejsze krople (średnie/grube) niż ich wersje płaskostrumieniowe. (Rys. 9).

<i>Rodzaj rozpylacza</i>		<i>Prędkość wiatru (m/s)</i>
<i>Standardowy wirowy</i>		 0,5 – 1,5
<i>Eżektorowy wirowy</i>		 1,5 – 2,5
<i>Eżektorowy płaskostrumieniowy</i>		 2,0 – 4,0

Rys. 9. Rozpylacze do ochrony upraw sadowniczych

Rozpylacz eżektorowe są idealną propozycją na wietrzną pogodę, gdy prędkość wiatru przekracza 2,0 m/s. W takich warunkach zapewniają dobrą penetrację drzew i krzewów dzięki dużej masie i energii kropeł. Jednocześnie cięższe krople opadają grawitacyjnie na niewielkich odległościach i dzięki temu zabiegi z ich użyciem są bardziej bezpieczne dla sąsiadujących upraw i środowiska. Redukcja znoszenia przez zwiększanie wielkości kropeł jest stosunkowo łatwa i relatywnie tania. Dzięki temu rozpylacz eżektorowe stały się na tyle popularne, że niekiedy są nawet nadużywane. Zapomina się, że ze średnicą kropeł wiąże się pokrycie rośliny i w końcowym efekcie skuteczność biologiczna ochrony. Wiadomo bowiem, że grubsze krople dają mniejsze pokrycie organów roślin niż krople drobne wytwarzane przez tradycyjne rozpylacze wirowe. Wprawdzie liczne badania naukowe dowodzą, że rozpylacz eżektorowe są niemal tak samo skuteczne jak tradycyjne, to stwierdzano również przypadki obniżonej skuteczności biologicznej przy użyciu tych rozpylaczy. Dlatego też, gdy ryzyko znoszenia jest niewielkie, na przykład podczas sprzyjających warunków atmosferycznych, należy powrócić do rozpylaczy standardowych.



Rys. 10. Rozpylacz eżektorowy krańcowy

Można również rozważyć użycie, znanych z upraw polowych, **rozpylaczy krańcowych**. Są to asymetryczne rozpylacze eżektorowe, które mogą być montowane w skrajnych położeniach sekcji opryskowych (Rys. 10). Umożliwiają one wyraźne „odcinanie” strumienia kropeł od miejsc niebędących przedmiotem ochrony, czyli powierzchni znajdujących się zarówno pod, jak i ponad opryskiwanymi drzewami.

5.2.2. Systemy emisji cieczy i powietrza

Konstrukcja wentylatora, a zwłaszcza kierunek strumienia powietrza jest jednym z głównych czynników decydujących o znoszeniu cieczy użytkowej podczas opryskiwania sadów. W ochronie upraw przestrzennych stosuje się trzy podstawowe systemy emisji cieczy i powietrza: radialny, poziomy, kierowany.

Radialną emisję (rys. 11 a) zalecana jest do sadów tradycyjnych o wysokich i przestrzennie rozbudowanych koronach (czereśnie, grusze) i do ochrony chmielu. W ochronie takich upraw niezbędny jest strumień o dużej wydajności wytwarzany przez wentylator osiowy. Dzięki temu charakteryzuje się znacznym zasięgiem i mniejszą podatnością na oddziaływanie wiatru, gdyż duża objętość powietrza wolniej ulega rozproszeniu w otoczeniu. Radialnego systemu emisji nie powinno się stosować w sadach karłowych i półkarłowych, ponieważ nadmiernie wydajny i nieprecyzyjnie skierowany strumień powietrza generuje duże ilości cieczy ponad i pod korony drzew. Sięgają one nawet 90% emitowanej dawki.

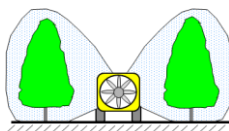
Pozioma emisja (rys. 11 b) jest najbardziej powszechna w nowoczesnym sadownictwie. Strumień powietrza wytwarzany jest zazwyczaj przez wentylator osiowy wyposażony w deflektory, które ograniczają straty cieczy pod i ponad koronami drzew. Bardziej precyzyjne kierowanie strumienia cieczy i powietrza, niż w radialnym systemie emisji, jest możliwe dzięki zmniejszeniu odległości rozpylaczy i wylotów powietrza do koron

drzew. Sprzyja to lepszemu rozłożeniu cieczy w drzewie i ogranicza znoszenie.

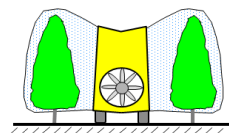
Wśród opryskiwaczy z poziomymi systemami emisji coraz bardziej popularne są wentylatory z odwrotnym ciągiem (rys. 12), w których strumień powietrza jest skierowany ku tyłowi o kąt 10–15° – przeciwnie do kierunku ruchu opryskiwacza. Takie odchylenie kierunku strumienia powietrza zwiększa obszar i czas penetracji korony drzewa, co zwiększa się zdolność korony drzewa do „odfiltrowywania” kropel cieczy. Rośnie wówczas naniesienie ś.o.r. o ok. 20%. Jednocześnie maleją straty wywołane znoszeniem

Wentylatory promieniowe wykorzystuje się w **kierowanych systemach emisji** (rys. 11c), w których powietrze jest rozprowadzane przy użyciu 5–8 par elastycznych przewodów zakończonych gardzielami wylotowymi wyposażonych w rozpylacze. Niezależnie kierowane gardziele pozwalają na precyzyjne dopasowanie strumienia powietrza do kształtu i wielkości chronionych roślin. Wentylatory promieniowe wytwarzają mniejszą objętość powietrza niż osiowe, ale o wyższej prędkości wylotowej. Dzięki temu strumień powietrza dobrze penetruje koronę drzewa i charakteryzuje się mniejszym znoszeniem, ale też szybciej ulega rozproszeniu w otoczeniu. Kierowany system emisji powietrza, dzięki szerokim możliwościom regulacji gardzieli strumienia powietrza, są uważane za najbardziej przydatne do ochrony krzewów jagodowych (porzeczek, agrestu, malin) oraz sadów karłowatych przy sprzyjających warunkach atmosferycznych.

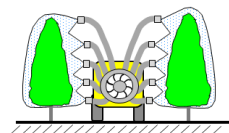
a)
radialny
(standardowy)



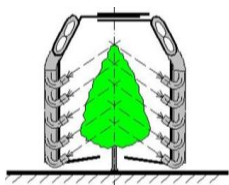
b)
poziomy
z deflektorami



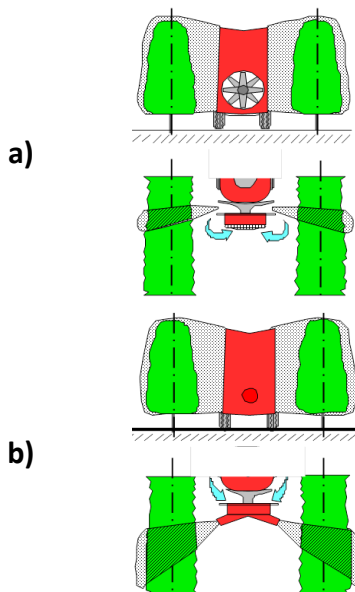
c)
kierowany



d)
tunelowy



Rys. 11. Systemy emisji opryskiwaczy sadowniczych



Rys. 12. Opryskiwacze osiowe: a) deflektor standardowy; b) deflektor z „odwroconym ciagiem”

5.2.3. Opryskiwacze recyrkulacyjne

Powszechnie wiadomo, że ochrona sadów przy użyciu tradycyjnych opryskiwaczy wentylatorowych jest bardzo „rozrzutna”, ponieważ drzewa mogą zatrzymać zaledwie 10-40% emitowanej cieczy użytkowej. Pozostała część jest bezpowrotnie tracona w postaci znoszenia stając się źródłem strat w wymiarze ekonomicznym i ekologicznym. Część traconej cieczy może być odzyskana i powtórnie wykorzystana przy użyciu opryskiwaczy tunelowych, reflektorowych i kolektorowych. (Rys. 13)

Sadownicze opryskiwacze tunelowe są wyposażone w układ recyrkulacji cieczy, który odzyskuje znaczącą część traconej dotąd cieczy użytkowej. Osiada ona na ścianach tunelu, następnie jest zbierana w kolektorach, filtrowana i powtórnie kierowana do zbiornika (Rys. 11d, 13a). Tunele są rozsuwane hydraulicznie w celu lepszego dostosowania ich szerokości roboczej do wielkości

drzew oraz przestawiane w położenie transportowe dla łatwiejszego manewrowania w sadzie i podczas przejazdów do ujęcia wody. Osłonięcie strefy opryskiwania ogranicza znoszenie cieczy o ponad 90% w porównaniu z tradycyjnym opryskiwaczem wentylatorowym.

a)

Opryskiwacz tunelowy



b)

Opryskiwacz kolektorowy



c)

Opryskiwacz reflektorowy



Rys. 13. Sadownicze opryskiwacze recyrkulacyjne

Opryskiwacz kolektorowy to konwencjonalny opryskiwacz wentylatorowy z poziomo skierowanym strumieniem powietrza,

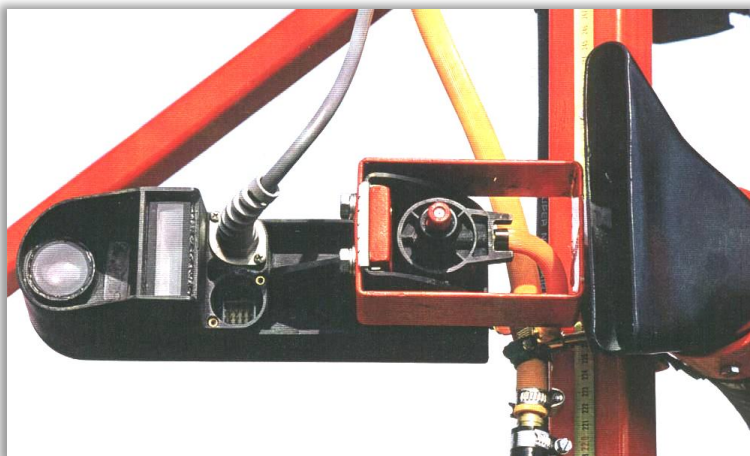
w którym dodatkowo zamontowano dwa pionowe kolektory (Rys. 13b). Są one umiejscowione w sąsiednich uliczkach roboczych tuż za opryskiwanymi drzewami. Kolektory zbudowane są z poziomo ułożonych, zachodzących na siebie lameli tworzących separator przepuszczający powietrze i zatrzymujący krople cieczy. Następnie ciecz jest zbierana, filtrowana i przepompowywana do zbiornika opryskiwacza. Ilość odzyskiwanej cieczy (15–20%) jest jednak znacznie mniejsza niż dla opryskiwaczy tunelowych.

Opryskiwacz reflektorowy jest zbliżony budową do kolektorowych tyle, że zamiast separatorów kropel montowane są specjalnie uformowane ekrany zwane reflektorami (Rys. 13c). Są one także składane i rozkładane przez przestrzennie rozbudowany układ składanych hydraulicznie wysięgników, a ich zaletą jest możliwość ochrony dwóch rzędów jednocześnie. Podczas zabiegu w sadzie strumień cieczy i powietrza z wentylatora przedmuchiwany przez koronę drzewa zmienia kierunek na parabolicznej powierzchni reflektora i „zawraca” w stronę opryskiwanego drzewa. Część kropel, zwłaszcza grubszych, osiada na ścianach reflektora i spływa do pojemników umieszczonych w jego dolnej części, skąd ciecz jest przepompowywana do zbiornika opryskiwacza. Reflektory są wyposażone w dodatkowe rozpylacze, wykorzystywane podczas ochrony drzew w fazie pełnego ulistnienia. Wprawdzie ilość odzyskiwanej cieczy użytkowej nie przekracza 5-10%, ale w połączeniu z rozpylaczami eżektorowymi opryskiwacze reflektorowe ograniczają znoszenie nawet o 95%.

5.2.4. Opryskiwacze sensorowe

O ile w opryskiwaczach recyrkulacyjnych oszczędzanie ś.o.r. polega na odzyskaniu traconej cieczy użytkowej, to w sensorowych jest ona kierowana tylko w te miejsca, w których znajduje się opryskiwany obiekt (Rys. 14) Do realizacji tego zadania wykorzystuje się proste optyczne lub ultradźwiękowe

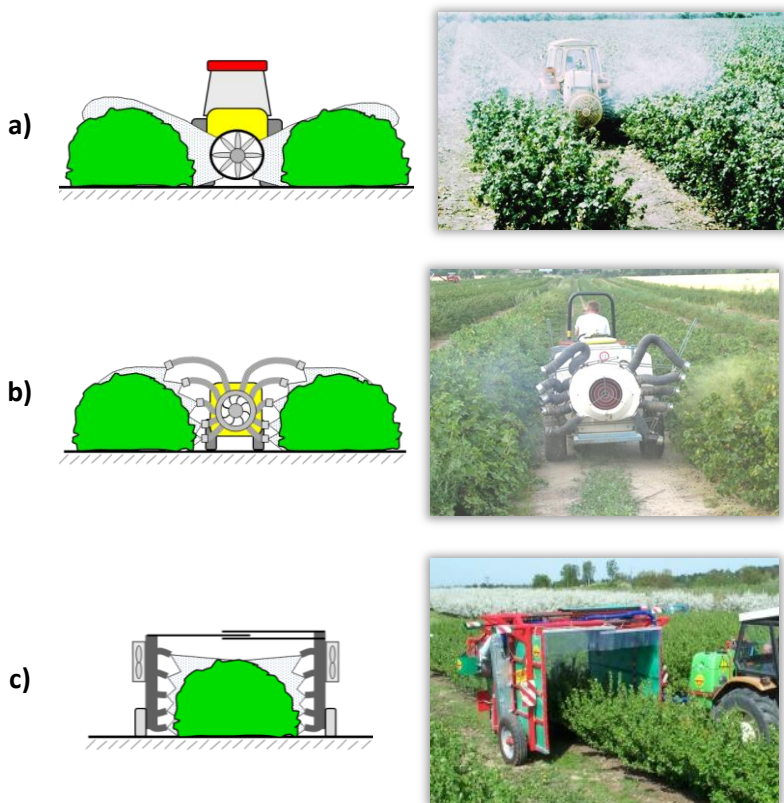
czujniki współpracujące ze sterownikami mikroprocesorowymi, które decydują o momencie otwarcia lub zamknięciu zaworu elektromagnetycznego odcinania dopływu cieczy do rozpylaczy. Sensorowe zespoły opryskujące zazwyczaj instaluje się w miejscach górnych rozpylaczy, gdyż wolne przestrzenie w sadach będących w fazie pełnego wzrostu występują zazwyczaj tylko w górnej części drzew. O oszczędnościach decyduje geometria chronionego obiektu, a szczególnie wielkość, sposób formowania i gęstość drzew. Mogą one wynosić od 25-60%, a emisja środków chemicznych do środowiska może być mniejsza o 25-50%.



Rys. 14. Opryskiwacz sensorowy – fragment (optyczny układ identyfikacji, zawór rozpylacza)

5.2.5. Opryskiwacze do ochrony roślin jagodowych

Do **ochrony krzewów jagodowych**, czyli porzeczek, agrestu i malin, nie nadają się standardowe opryskiwacze konstruowane z myślą o ochronie sadów (rys. 15a). Mają one zbyt wysoko położone wentylatory i przez to wykazują nadmierne straty wywołane znoszeniem, a jednocześnie kierują niewystarczającą ilość cieczy użytkowej na nisko położone organy krzewów.



Rys. 15. Opryskiwacze do ochrony krzewów jagodowych: a) standardowy z wentylatorem osiowym; b) z kierowanym systemem emisji; c) tunelowy

Najbardziej przydatne są opryskiwacze z kierowanym systemem emisji powietrza wyposażone w wentylator promieniowy (rys. 15b). Strumień powietrza jest rozprawdany przy użyciu 4-6 par elastycznych przewodów zakończonych gardzielami wylotowymi, w których montowane są rozpylacze. Można wówczas precyzyjnie dopasować strumień powietrza do

kształtu i wielkości chronionych krzewów, co znacząco redukuje znoszenie podczas zabiegu.

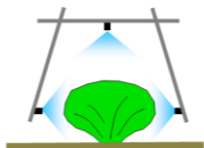
Najmniejszym znoszeniem charakteryzują się opryskiwacze tunelowe (rys. 15c). Odzyskują one w okresie kwitnienia, gdy ochrona jest najbardziej intensywna, ok. 20-30% cieczy użytkowej, a w fazie pełnego ulistnienia 10-20%. Dzięki trzykrotnie mniejszemu znoszeniu, w porównaniu z tradycyjnymi metodami ochrony sadów, technika tunelowa jest najbardziej przyjazną dla środowiska techniką opryskiwania krzewów jagodowych.

W **ochronie truskawek** wciąż niezastąpione są belki typu „Fragaria” (rys. 16a) montowane zazwyczaj do wspornika osi przedniej ciągnika. Belka składa się z ramek w kształcie odwróconej litery „U”, z których każda jest wyposażona w 3-4 rozpylacze wirowe. Dzięki temu rośliny opryskiwane są z góry i z boków, co zapewnia zadawalającą penetrację i równomierne pokrycie wszystkich organów roślin. Wadą „Fragarii” są stosunkowo wysokie dawki cieczy, które wynoszą od 400 do 600 l/ha. Z tego powodu zaleca się je do ochrony małych i średnich plantacji (do 5 ha).

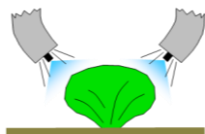
W ochronie plantacji matecznych, które wymagają bardziej precyzyjnych opryskiwaczy oraz większych plantacji zaleca się opryskiwacze rzędowe z pomocniczym strumieniem powietrza (fot. 16b). Zapewniają one bezpieczne użycie drobnych kropel, które dają wyższe pokrycie roślin przy znacznie niższych dawkach wody (200-300 l/ha). Dzięki temu osiągają one wyższą wydajność roboczą i zadawalającą skuteczność nawet podczas wietrznej pogody, gdy użycie belek typu „Fragaria” nie jest możliwe.

Podejmuje się także próby zastosowania rzędowych opryskiwaczy tunelowych (fot. 16c), które przypominają belkę „Fragaria” wyposażoną w dodatkowe osłony. Są to stosunkowo nowe konstrukcje i dlatego ich jakość pracy nie jest jeszcze znana. Można jednak oczekiwać, że będą one wykazywały swoją przydatność podczas wietrznej pogody.

a)



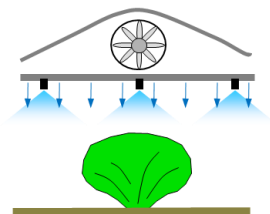
b)



c)



d)



Rys. 16. Opryskiwacze do ochrony truskawek: a) ciśnieniowy typu *Fragaria*; b) PSP do upraw rzędowych; c) tunelowy; d) PSP do upraw polowych

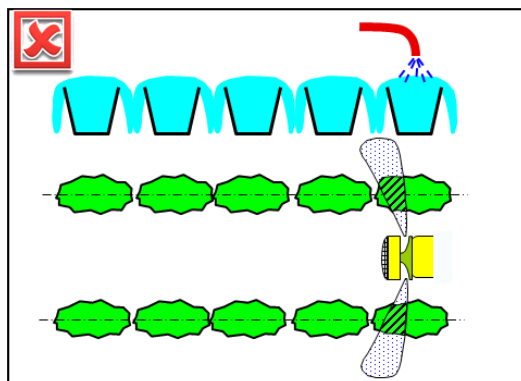
Do ochrony wielkoobszarowych plantacji truskawek oraz mateczników, gdzie wymagana jest bardzo duża wydajność robocza lub opryskiwane rośliny tworzą jednorodny łan, używa się niekiedy opryskiwaczy polowych z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP) wyposażonych w belki polowe o długości sięgającej nawet 30 m i rozpylacze płaskostrumieniowe.

Wśród wielu znanych rozwiązań najczęściej spotyka się konstrukcje wyposażone w napędzany hydraulicznie wentylator osiowy i elastyczne rękawy z tworzywa sztucznego rozprowadzające powietrze (fot. 16d). W dolnej części rękawa są zlokalizowane otwory lub szczelina wylotowa sąsiadująca z sekcjami opryskowymi. Powietrze wypływające przez szczelinę formuje kurtynę, która kieruje rozpyloną cieczą w opryskiwany łan. Wprawdzie PSP ułatwia penetrację nawet gęstych roślin przez cieczą użytkową i wydawnie zmniejsza znoszenie cieczy, ale straty cieczy są większe niż dla opryskiwaczy rzędowych PSP. Należy mieć bowiem na uwadze, że strumień cieczy jest kierowany równomiernie na całą powierzchnię, a nie na rzędy truskawek. Przy użyciu opryskiwaczy polowych PSP dawki cieczy można ograniczyć do 250 l/ha.

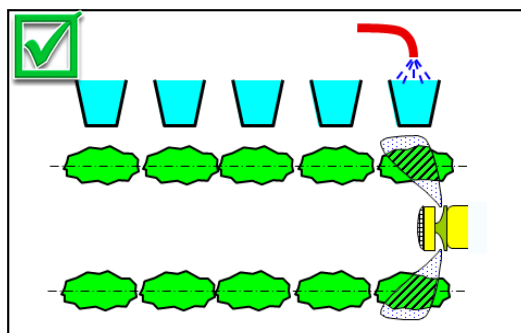
5.3. Parametry robocze

5.3.1. Wydajność wentylatora – prędkość robocza

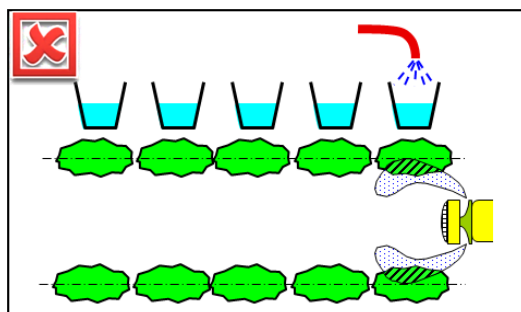
Odpowiednia penetrację drzewa przez cieczą użytkową wymaga „wypchnięcia” powietrzem wytwarzanym przez wentylator tego znajdującego się w koronie drzewa. Oznacza to, że wydajność wentylatora powinna być proporcjonalna do prędkości roboczej, jak również i wielkości drzew. Każde odstępstwo od tej zasady zwiększa znoszenie lub nie zapewnia wystarczającej równomierności cieczy użytkowej. Bowiem przy stałym wydatku wentylatora, zbyt niska prędkość robocza wywołuje nadmierne „przedmuchiwanie” kropel cieczy przez drzewa, a zbyt wysoka nie zapewnia wystarczającej penetracji opryskiwanych roślin.



Zbyt wysoka



Optymalna



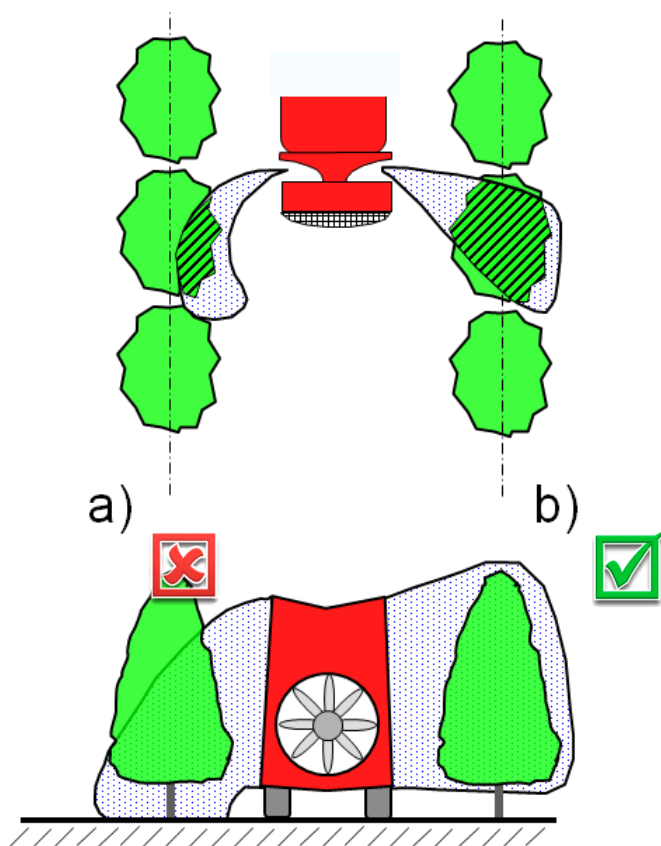
Zbyt niska

Rys. 17. Wydajność wentylatora opryskiwacza sadowniczego

Najprościej wyjaśnić to na przykładzie napełniania szklanek, symbolizujących drzewa, wodą przy użyciu węża (Rys. 17). Zbyt szybkie przemieszczanie węża sprawia, że szklanki nie zostaną napełnione, a zbyt wolne skutkuje ich przelaniem. Z kolei użycie w powyższym przykładzie większych pojemników będzie wymagało wolniejszej prędkości przemieszczania końcówki węża. Można zatem z dużym przekonaniem stwierdzić, że właściwie dobrana wydajność wentylatora to wynik kompromisu. Powinna on być na tyle wysoka, aby zapewnić równomierne naniesienie, ale również na tyle niska, aby straty cieczy wywołane jej “przedmuchiwaniem” były możliwie jak najmniejsze.

5.3.2. Redukcja prędkości roboczej

Wprawdzie wyższa prędkość robocza to większa wydajność pracy, krótszy czas zabiegu i lepsza terminowość zabiegów ochrony, ale nie może być ona zbyt wysoka. Nadmierna prędkość robocza skutkuje odchyleniem strumienia powietrza ku tyłowi i ku dołowi (Rys. 18), co skutkuje spadkiem równomierności rozłożenia ś.o.r. w opryskiwanych obiektach i wzrost strat wywołanych znoszeniem. Za najbardziej odpowiednie dla sadów uważa się są prędkości w zakresie 4,0-7,0 km/godz. Należy jednak mieć na uwadze, że podniesienie prędkości roboczej z 4,0 do 8,0 km/godz, podczas wiatru 3,0 m/s, zwiększa znoszenie średnio o 50%. Podczas sprzyjających warunków atmosferycznych zaleca się użycie górnego zakresu prędkości (6,0÷7,0 km/godz). Wczesną wiosną i w okresie kwitnienia dopuszcza się prędkości robocze sięgające nawet do 8,0 km/godz. Z drugiej strony przy niższych prędkościach należy przeprowadzać ochronę gęstych drzew w fazie pełnego ulistnienia niż tych samych drzew podczas kwitnienia. Z kolei podczas wietrznej pogody (powyżej 2,0 m/s) zabiegi powinno się korzystać z dolnego zalecanego zakresu prędkości roboczych (4,0-5,0 km/godz.).



Rys. 18. Prędkość robocza: a) zbyt wysoka; b) zbyt niska

5.3.3. Zmniejszenie wydajności powietrza

Właściwie dobrane parametry strumienia powietrza dla sprzyjającej pogody (wiatr 1-1,5 m/s) wymagają korekty podczas wietrznej pogody. Zazwyczaj taka korekta polega na zwiększeniu wydajności powietrza, aby przeciwdziałać niekorzystnemu działaniu wiatru. Należy mieć jednak na uwadze, że zbyt silny strumień powietrza, choć z reguły korzystnie wpływa na

równomierność naniesienia, zwiększa jednocześnie efekt znoszenia. Stwarza też niekorzystne warunki do osiadania kropeł, gdyż zbyt wysoka prędkość powietrza wywołuje równoległe ułożenie liści do strumienia powietrza. Zmniejsza się wówczas ich powierzchnia zdolna do wychwytywania kropeł cieczy. Odnosi się to zwłaszcza do zabiegów w sadach karłowatych o małych, luźnych koronach drzew i tym samym o niewielkiej zdolności do zatrzymywania („odfiltrowywania”) kropeł cieczy. W takich warunkach zwiększenie wydajności powietrza wywołuje nadmierne „przedmuchiwanie” cieczy przez korony drzew, co po zawiętrznej stronie drzew jest stratą w wymiarze ekonomicznym i źródłem zanieczyszczenia środowiska.



Rys. 19. Nadmierna wydajność wentylatora

Wydajność strumienia powietrza powinna być odpowiednio dobrana do wielkości i fazy fenologicznej drzew i krzewów owocowych. W okresie bezlistnym i podczas opryskiwania niewielkich roślin należy zredukować wydajność powietrza i jeśli

jest to możliwe, odchylić strumień powietrza ku tyłowi. Z kolei ochrona szerszych i bardziej gęstych drzew wymaga większej wydajności powietrza.

Poprawność ustawień wentylatora należy zweryfikować przed każdym zabiegiem sprawdzając zasięg „przemuchiwanej” cieczy przez opryskiwany rząd drzew. Za prawidłowe należy uznać nastawy, gdy strumień kropeł jest ledwo widoczny po drugiej stronie rzędu. W przypadku stwierdzenia nadmiernego i intensywnego przewiewania należy zredukować wydajność wentylatora (Rys. 19, 20).

a)



b)



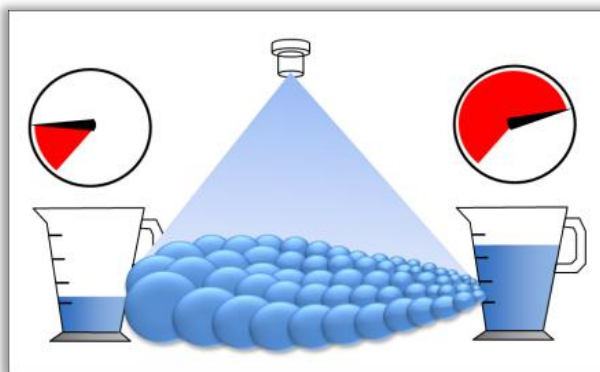
Rys. 20. Sposób regulacji strumienia powietrza: a) zmiana kąta natarcia łopatek wirnika; b) zmiana przełożenia przekładni wirnika

Zbyt słaby strumień powietrza wytwarzany przez wentylator o niskiej wydajności jest podatny na oddziaływanie wiatru. Dysponuje także mniejszą zdolnością do penetracji korony, gdyż odchyła się ku tyłowi podczas ruchu opryskiwacza, ogranicza zasięg i penetrację korony przez krople cieczy (Rys. 18). Strumień cieczy i powietrza odchyła się również ku tyłowi co skutkuje niedostatecznym naniesieniem preparatu na wierzchołkach drzew. Zwiększenie wydajności wentylatora podczas wietrznej pogody sprzyja wprowadzie równomierności rozłożenia cieczy w

koronie drzewa, ale jednocześnie zwiększa znoszenie. Z tego powodu nie należy zwiększać wydajności wentylatora w sąsiedztwie stref buforowych (rozdz. 6).

5.3.4. Mniejsze ciśnienie cieczy i większy rozpylacz

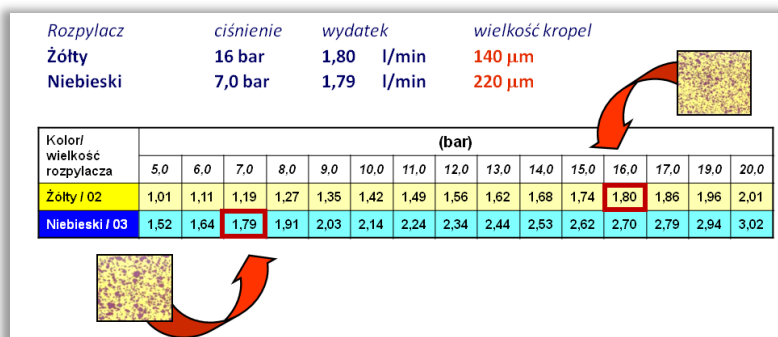
Wprawdzie użycie rozpylaczy eżektorowych jest najlepszą metodą zwiększania wielkości kropeł w celu ograniczenia efektu znoszenia, to przy ich braku można skorzystać z innego, co prawda mniej skutecznego sposobu redukcji niekorzystnego efektu znoszenia, ale za to niewymagającego dodatkowych nakładów finansowych.



Rys. 21. Zmniejszenie ciśnienia cieczy roboczej zwiększa wielkość i redukuje ilość drobnych kropeł

Zwiększanie wielkości kropeł przez użycie rozpylacza o większym wydatku nieuchronnie wiąże się ze zwiększeniem dawki cieczy. Z kolei redukcja ciśnienia także zwiększa wielkość kropeł (rys. 21), ale jednocześnie wywołuje przeciwny efekt, gdyż redukuje dawkę cieczy. Jak łatwo zauważyć metoda zwiększania wielkości kropeł poprzez użycie większego rozpylacza i przez obniżenie ciśnienia oddzielnie jest na tyle mało praktyczna, że nie da się jej łatwo zastosować w sadzie. Trudno bowiem zmieniać ilość preparatu, przypadającego na wypryskiwany

zbiornik cieczy, przy każdorazowej zmianie wielkości kropeł tymi metodami. Można jednak użyć obydwu sposobów zwiększania wielkości kropeł jednocześnie. Dzięki temu osiąga się podwójny efekt, gdyż w obydwu przypadkach rośnie wielkość kropeł, a dawka cieczy utrzymuje się na stałym poziomie. Pomiar wykazały, że zmniejszenie ciśnienia cieczy zasilającej rozpylacz wirowe z 16 do 7 bar, łącznie ze zmianą rozpylaczy na większy (02 na 03), ale osiągający ten sam wydatek, zwiększa średnią wielkość kropeł z 0,14 do 0,22 mm (rys. 22).



Rys. 22. Użycie większego rozpylacza i obniżenie ciśnienia cieczy zwiększa wielkość kropeł

5.3.5. Jednostronne opryskiwanie

Jednym z najprostszych sposobów redukcji znoszenia jest jednostronne opryskiwanie skrajnych rzędów (rys. 26). Za taką propozycją przemawiała dystrybucja znoszonej cieczy poza obszar sadu. Badania wykazały, że ponad 70% znoszonej cieczy pochodziło z opryskiwania dwóch i aż 99% z pięciu skrajnych rzędów. Oznacza to, że skrajne rzędy drzew są naturalną barierą dla cieczy znoszonej z głębi sadu. W związku z tym, przedmiotem szczególnej uwagi powinien być sposób wykonywania zabiegów na obrzeżach kwatery sadu. Pozostała powierzchnia nie ma większego wpływu na sumaryczną wielkość znoszenia.

Efekt zatrzymywania znoszenia pochodzącego z głębi sadu rośnie wraz ze wzrostem powierzchni liści. Z tego powodu należy pamiętać, że we wczesnych fazach rozwojowych zdolność skrajnych rzędów drzew do „odfiltrowywania” znoszonej cieczy będzie znacznie mniejsza.

6. ZABIEGI W SĄSIEDZTWIE OBSZARÓW WRAŻLIWYCH - STREFY BUFOROWE

Największe zagrożenia dla obszarów wrażliwych występują w trakcie opryskiwania obrzeży sadów i plantacji oraz pokonywania uwroci podczas wiatru skierowanego w stronę obszarów wrażliwych podlegającej szczególnej ochronie (rys. 23).

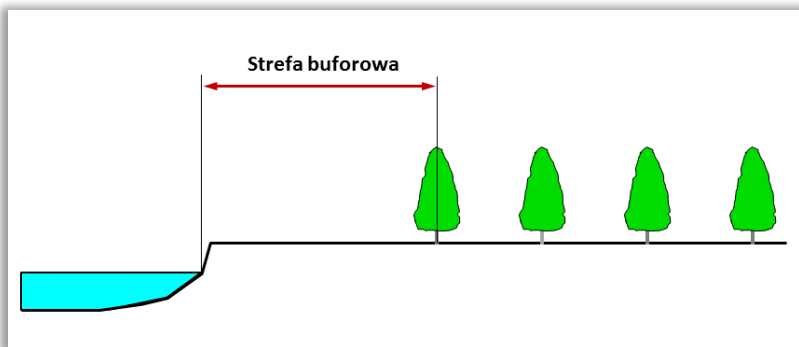
Obiekt wrażliwy obiekt znajdujący się w sąsiedztwie miejsca stosowania ś.o.r., którego zanieczyszczenie może stwarzać zagrożenie dla środowiska lub zdrowia ludzi i zwierząt (np. akwenty wodne, źródła poboru wody pitnej, pasieki, drogi publiczne, parki place zabaw, budynki mieszkalne)



Rys. 23. Obiekt wrażliwy (staw) w sąsiedztwie sadu

Logicznym sposobem zabezpieczenia tych terenów przed zanieczyszczeniem ś.o.r., szczególnie zaś przed znoszeniem cieczy użytkowej, jest utworzenie stref ochronnych zwanych także buforowymi (ang. buffer zones).

Strefa buforowa to powierzchnia o zdefiniowanej szerokości oddzielająca miejsce wykonywania opryskiwania od obszarów chronionych, gdzie stosowanie ś.o.r. jest zabronione



Rys. 24. Strefa buforowe w sąsiedztwie obszarów wrażliwych

W sąsiedztwie stref buforowych (rys. 24), w tym zwłaszcza wód powierzchniowych, oczekuje się od operatora zachowania daleko idącej ostrożności i podjęcia wszelkich możliwych działań przeciwdziałających znoszeniu. Polegają one na odcięciu dopływu cieczy do rozpylaczy i na prawidłowej korekcie parametrów zabiegu (rozdz. 5.3.).

Istotną rolę w ograniczeniu znoszenia odgrywa odcinanie dopływu cieczy do rozpylaczy. Dotyczy to zwłaszcza granicy sadu i podczas pokonywania uwroci (rys. 25, 27). Zaleca się również wyłączanie rozpylaczy w tzw. „wypadach”, czyli tam gdzie z różnych powodów brakuje drzew. Brak naturalnej przeszkody, jaką są drzewa lub krzewy owocowe, „odfiltrowujące” krople cieczy stwarza zagrożenie znoszeniem.

W celu ograniczenia zagrożenia „przedmuchiwanie” cieczy w sąsiedztwie stref buforowych zaleca się jednostronne opryskiwania. Polegają one na użyciu tylko sekcji opryskowej skierowanej przeciwnie do obszarów wrażliwych. Dla

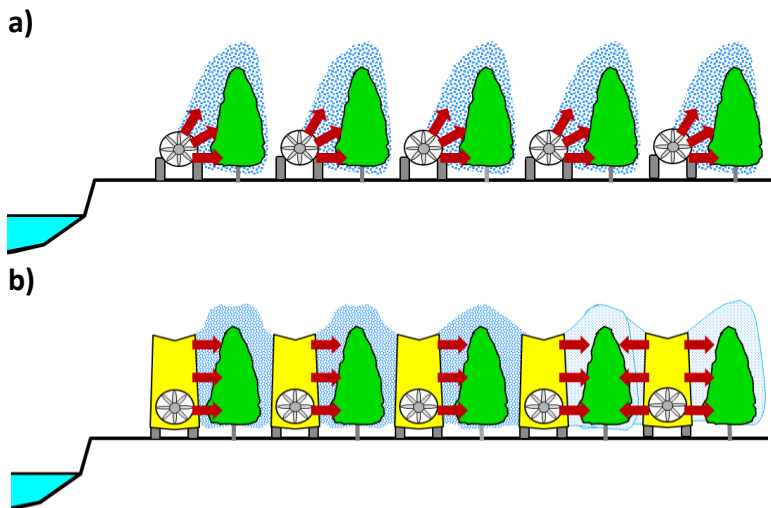
standardowych wentylatorów, o radialnej emisji powietrza, przeprowadza się jednostronne opryskiwanie na 5 zewnętrznych rzędach (Rys. 26). W przypadku bardziej precyzyjnych wentylatorów (np. z deflektorami) taki zabieg wykonuje się tylko na 3 skrajnych rzędach. Dla bezpieczeństwa opryskiwanie najbliższych położonych rzędów (2-3) powinno się wykonać przy użyciu rozpylaczy eżektorowych.



Rys. 25. Należy wyłączać rozpylacze na uwrociach

Zbiegi w sąsiedztwie terenów wrażliwych należy wykonywać przy:

- użyciu grubych i bardzo grubych kropel,
- zredukowanej prędkości roboczej do 4,0 km/godz.,
- jednostronnym opryskiwaniu 2-3 (lub 5) skrajnych rzędów drzew,
- obniżonej wydajności wentylatora,
- stosowaniu dolnego zalecanego zakresu ciśnień roboczych i górnego dawek cieczy.



Rys. 26. Sposób opryskiwania skrajnych rzędów w sąsiedztwie strefy buforowej: a) wentylator standardowy; b) wentylator z deflektorami lub z kierowanym systemem emisji.

Nie mniej istotny jest właściwy sposób przemieszczania się po polu lub plantacji w sąsiedztwie cieków wodnych. Należy bowiem mieć na uwadze, że rozcieńczenie ś.o.r. w wąskich strumieniach i rowach wodnych o niewielkim przepływie jest znacznie mniejsze niż w rzece o kilkunastometrowej szerokości. W takich warunkach istotny wpływ na wielkość skażenia ma również kierunek opryskiwania, który powinien być zawsze przeciwnie skierowany do kierunku przepływu wody. Najbardziej niekorzystną sytuacją jest wykonywanie zabiegów przy kierunku i prędkości roboczej zgodnej z przepływem wody. Wówczas chwilowe miejscowe stężenie substancji aktywnej w wodzie może przekroczyć dopuszczalny poziom

Środki ochrony roślin w sąsiedztwie obszarów chronionych mogą być stosowane w odległości nie mniejszej niż szerokość strefy buforowej. Jakkolwiek regulacje prawne obowiązujące w dniu przygotowania niniejszego opracowania przewidują stosowanie stref o stałej szerokości (20 m), to w niedalekiej przyszłości należy oczekiwać wprowadzenia oficjalnie zatwierdzonej procedury, w której użytkownik opryskiwacza sam będzie ustalał szerokość strefy buforowej w zależności od użytego preparatu i stosowanej techniki opryskiwania. Wymaga to wdrożenia w kraju jednolitej procedury, wzorem przodujących rolniczo krajów UE. Wprowadzenie stref buforowych o zróżnicowanej szerokości będzie motywowało producentów owoców do podejmowania świadomych decyzji i poszukiwania proekologicznych rozwiązań w technice opryskiwania. Będzie również sprzyjać ograniczaniu zagrożeń dla środowiska, podniesie świadomość ekologiczną rolników, co przyczyni się do poprawy klimatu wokół chemicznej ochrony roślin.



Rys. 27. Należy zachować szczególną ostrożność w sąsiedztwie stref buforowych