

Навчальні модулі
DIALOG
- Powerpoint -

МОДУЛЬ

ОВ03

Техніка захисту рослин

Налаштування техніки для внесення ЗЗР на
садових культурах; розрахунок дозування.

Автор: Анна Сахончик, 2025

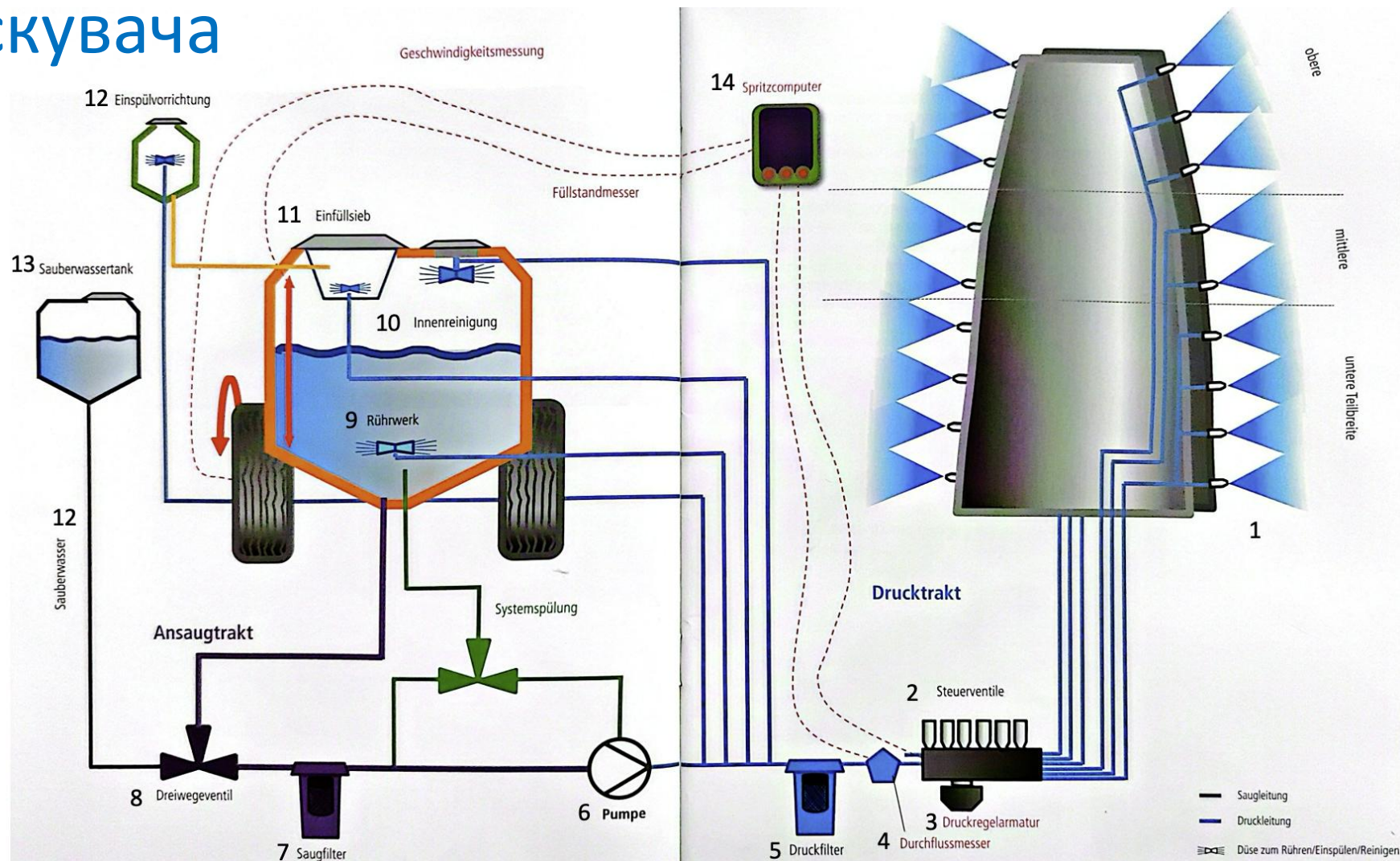


Зміст

1. Будова обприскувача
2. Типи вентиляторів
3. Розпилювачі
4. Система фільтрації
5. Знесення робочого розчину
6. Якість води
7. Порядок змішування
8. Технічне обслуговування
9. Розрахунок виливу
10. Адаптація до насадження
11. Очистка обприскувача
12. Техніка безпеки при обприскуванні

1. Будова обприскувача

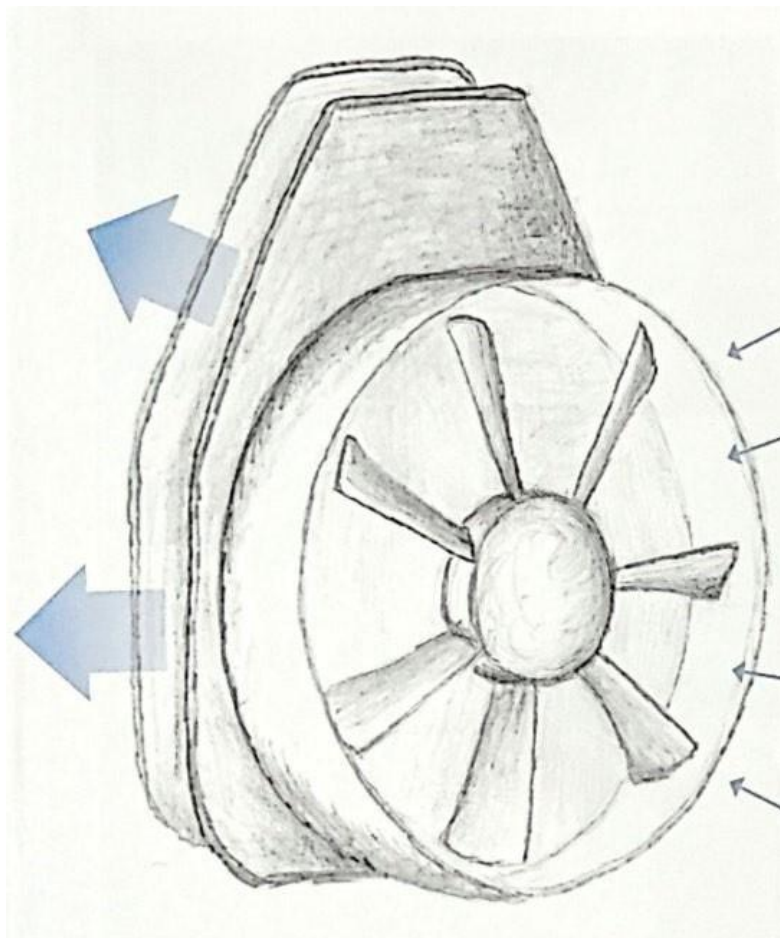
Схема будови садового обприскувача: 1 – шахта обприскувача, 2 – електроклапани, 3 – регулятор тиску, 4 – манометр, 5 – напірний фільтр, 6 – насос, 7 – всмоктуючий фільтр, 8 – триходовий клапан, 9 – змішувач, 10 – внутрішній очисник, 11 – сітка заливної горловини, 12 – чиста вода, 13 – резервуар для чистої води, 14 – комп'ютер.



2. Типи вентиляторів

Осьовий вентилятор

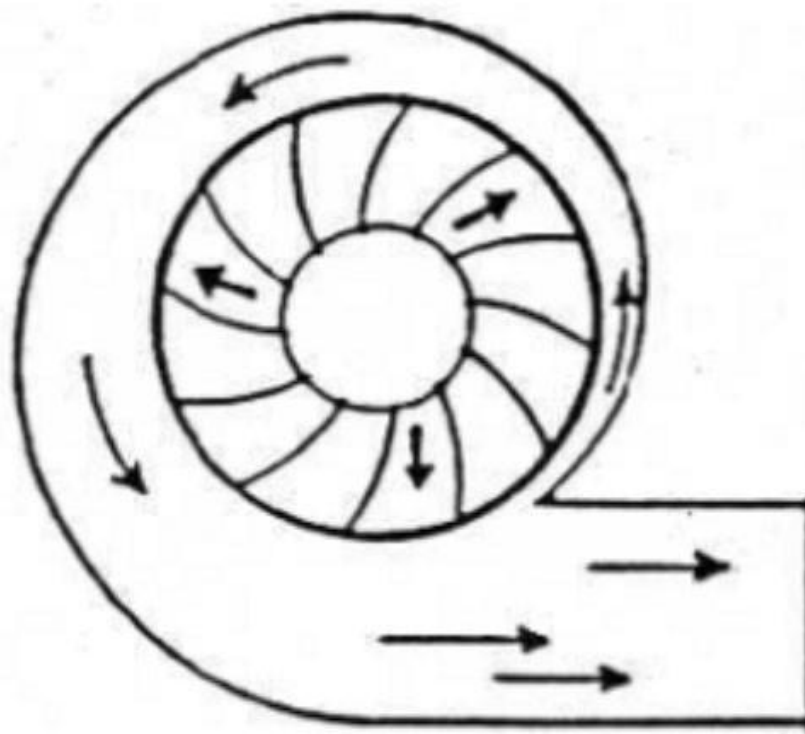
Осьовий вентилятор є на даний момент найпоширенішим вентилятором у обприскувачах для садівництва та виноградарства. Повітря засмоктується через пропелерний вентилятор з фіксованими направляючими лопатками або в напрямку руху (осьовий) ззаду, або проти напрямку руху (зворотний осьовий) спереду і прискорюється в напрямку осі.



2. Типи вентиляторів

Радіальний вентилятор

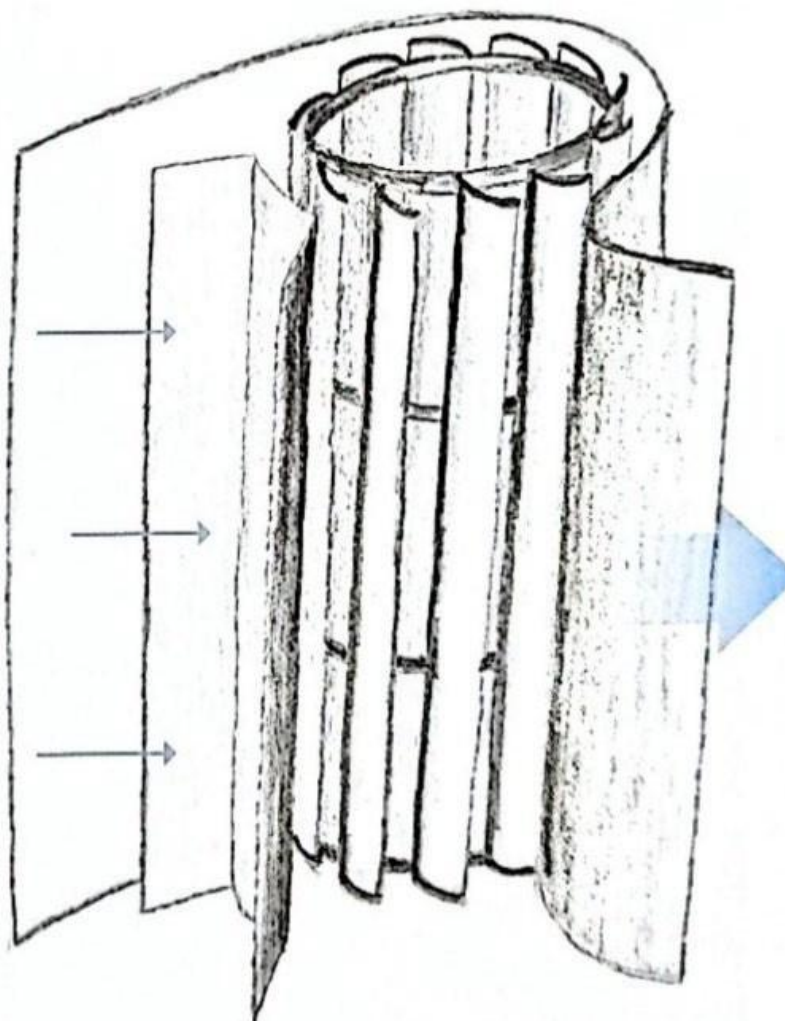
У радіальному вентиляторі відбувається прискорення повітря, тобто повітря всмоктується в осьовому напрямку через лопатеве колесо і прискорюється від центру. Потік повітря виводиться за пропелером в корпусі вентилятора з високою кінетичною енергією в радіальному напрямку. Радіальні вентилятори мають більшу потужність, ніж осьові.



2. Типи вентиляторів

Тангенціальний вентилятор

У тангенціальних вентиляторах повітряний потік створюється двома вертикально розташованими циліндричними барабанами, оснащеними ламелями. Повітря всмоктується по всій ширині барабанних роторів і відхиляється тангенціально до об'єкта призначення



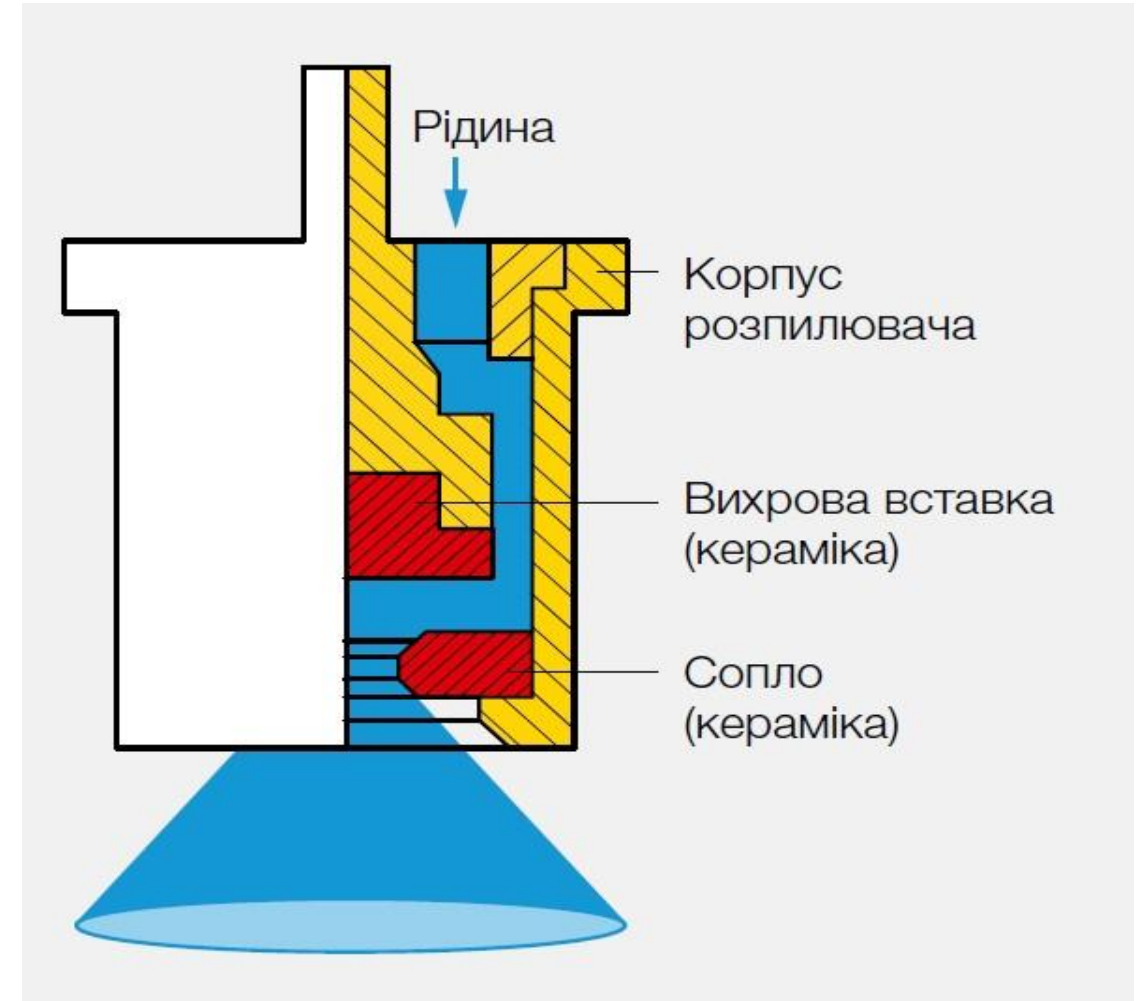
3. Розпилювачі

Розпилювач кругового струменя

У соплах кругового струменя на виході сопла утворюється круглий порожнистий розпилювальний конус. Отвір сопла служить дозувальним диском і визначає, скільки розпилювального розчину виходить за хвилину при певному тиску. Крім того, ці параметри також визначають спектр крапель.

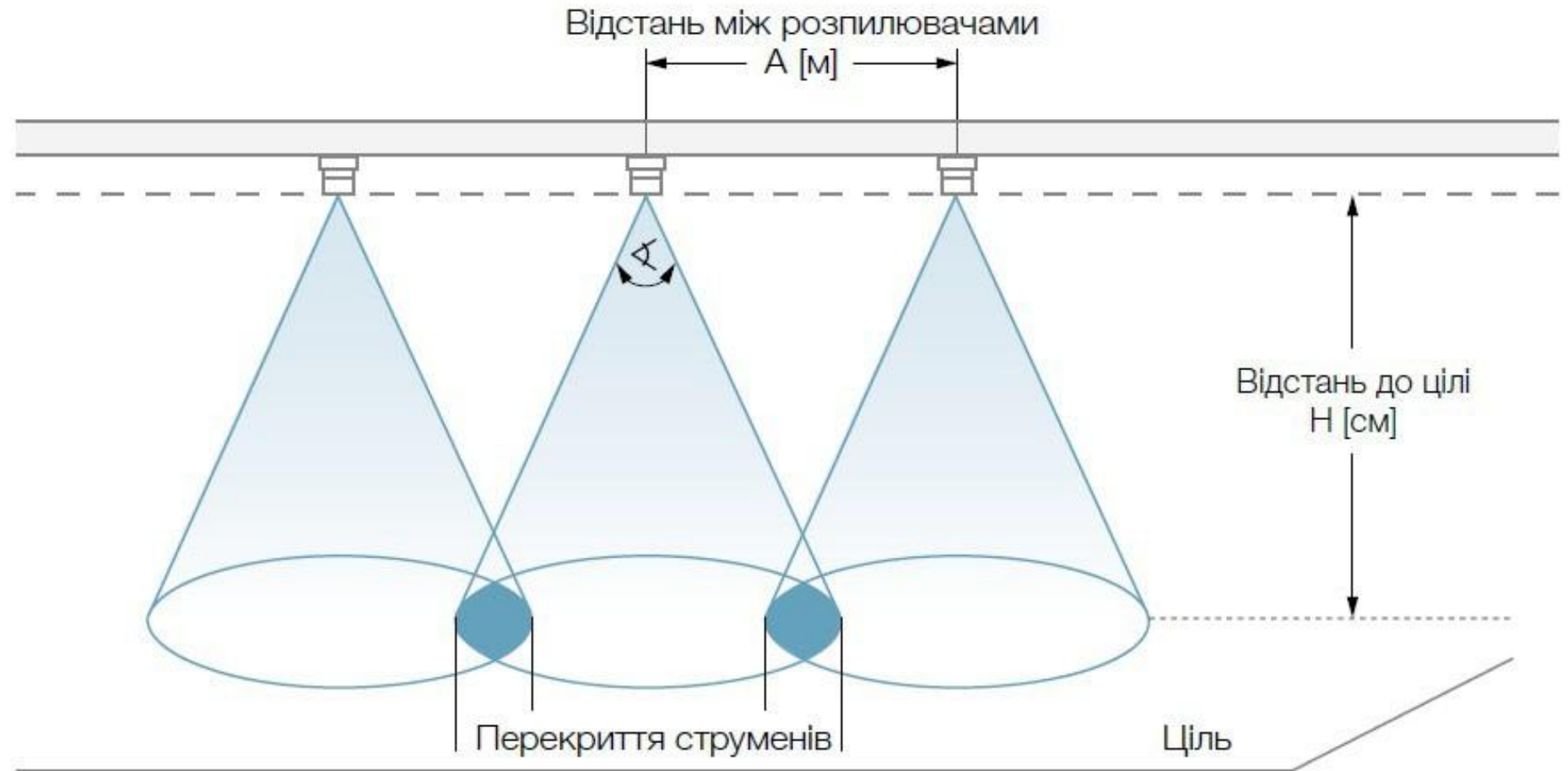
Переваги:

- Оптимізований вузький спектр крапель
- Дрібні краплі забезпечують високий ступінь покриття
- Стійкий до засмічування завдяки круглому отвору



3. Розпилювачі

Розпилювачі з пустотілим конусом потрібно розташувати так, щоб їхні струмені злегка перекривали один одного недалеко від цільової поверхні.

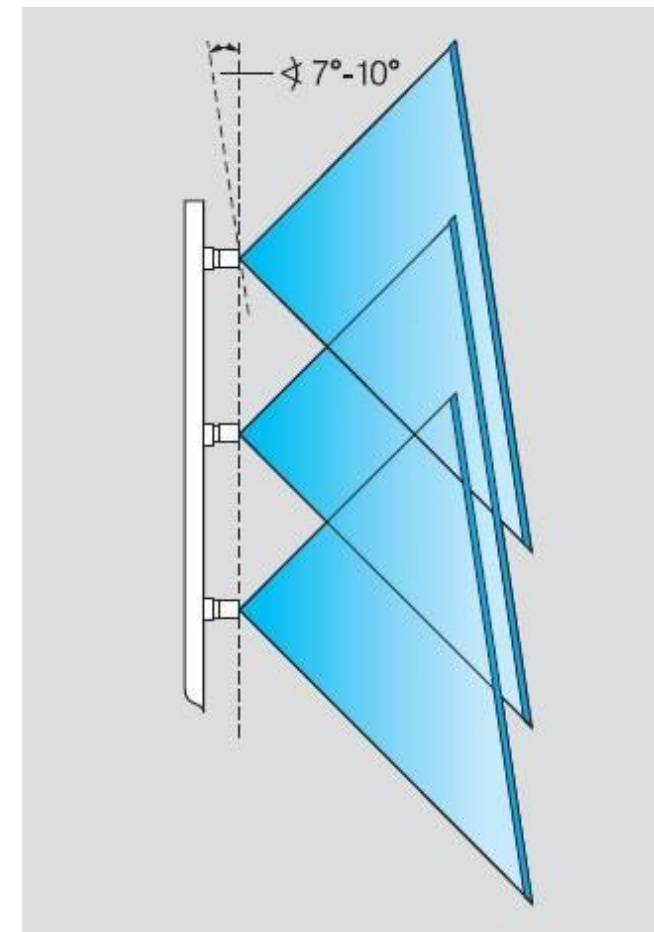


3. Розпилювачі

У плоскоструменевих форсунках на виході з форсунки (щілини) утворюється плоский струмінь у формі симетричного трикутника. Спектр крапель варіюється залежно від отвору форсунки та тиску.

Для того, щоб уникнути зіткнення факелів розпилу, площини пласких факелів повертають приблизно від 7.5° до 10° відносно осі труби колектора.

Вирівняйте факели розпилювачів площинних форсунок паралельно повітряному потоку обприскувача, використовуйте ріжковий ключ AF 10.



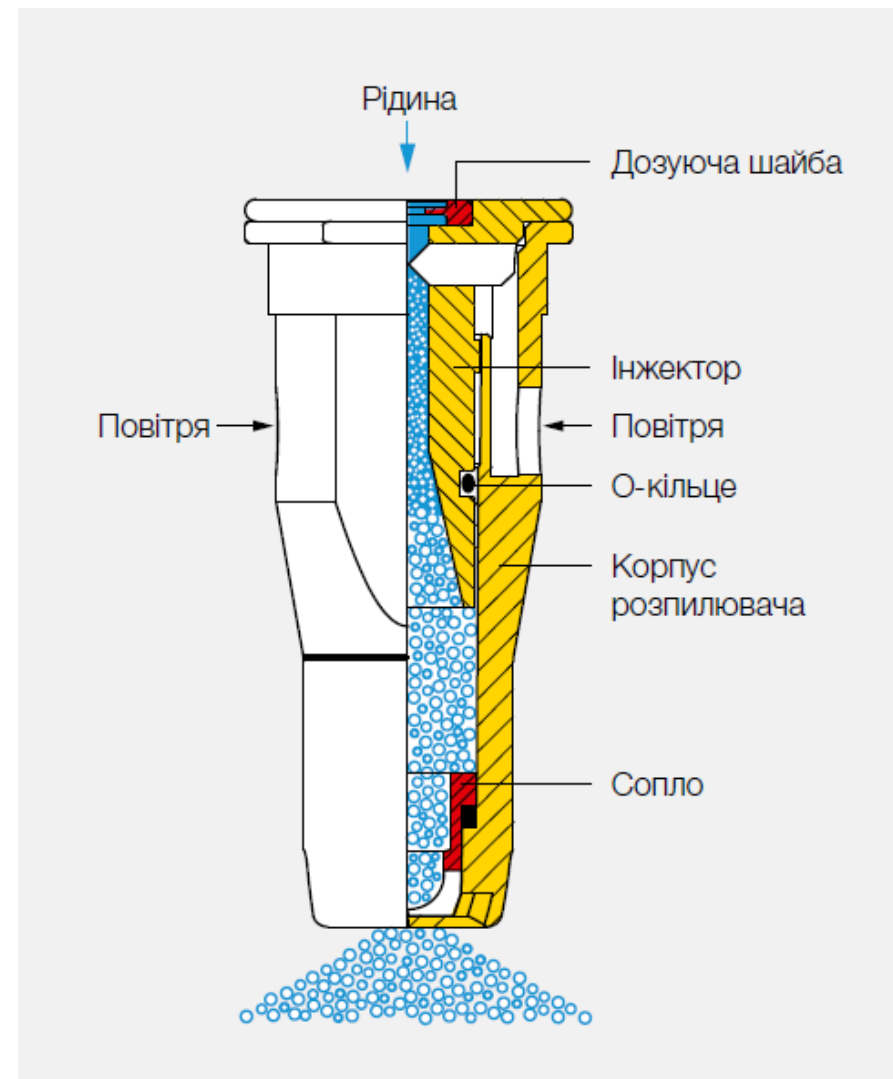
3. Розпилювачі

Інжекторні розпилювачі

Так звана інжекторна форсунка є вдосконаленою конструкцією форсунки, метою якої є зменшення втрат через знесення вітром та економія води або засобів захисту рослин. Інжекторні форсунки є самозасмоктувальними форсунками, які роздувають струмінь розпилення повітрям за принципом Вентурі. При цьому на виході з форсунки утворюються краплі з повітряним ядром і, отже, більшим діаметром. Наповнені повітрям краплі розриваються на поверхні цілі і забезпечують рівномірне покриття.

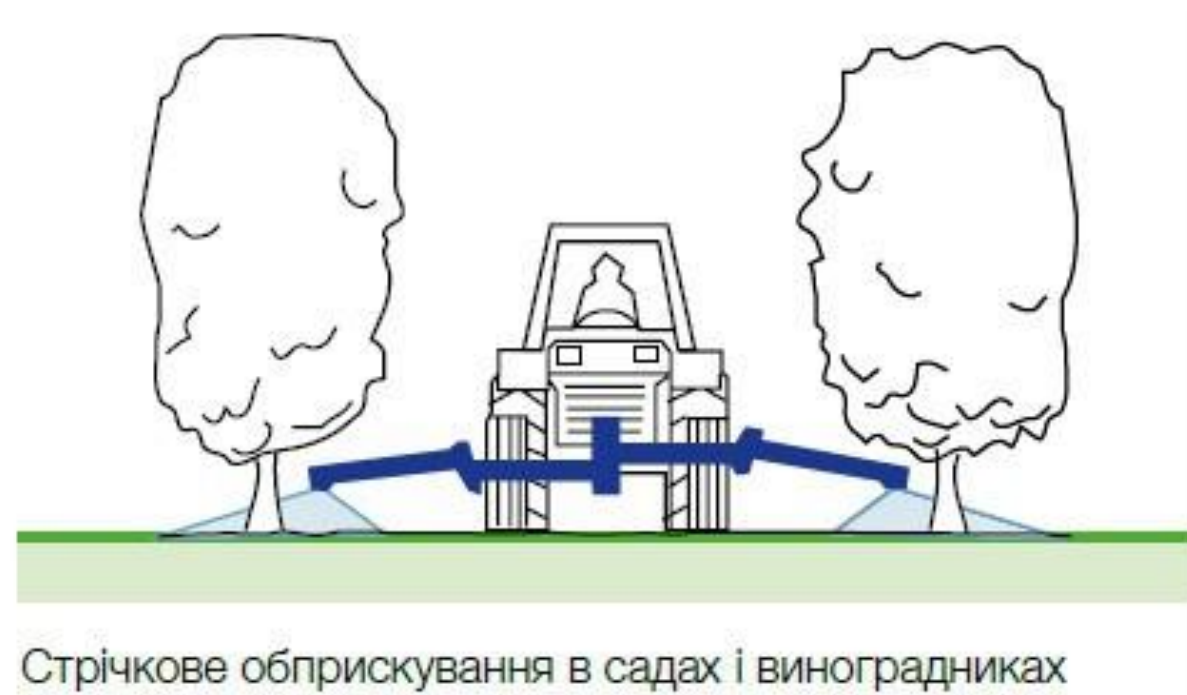
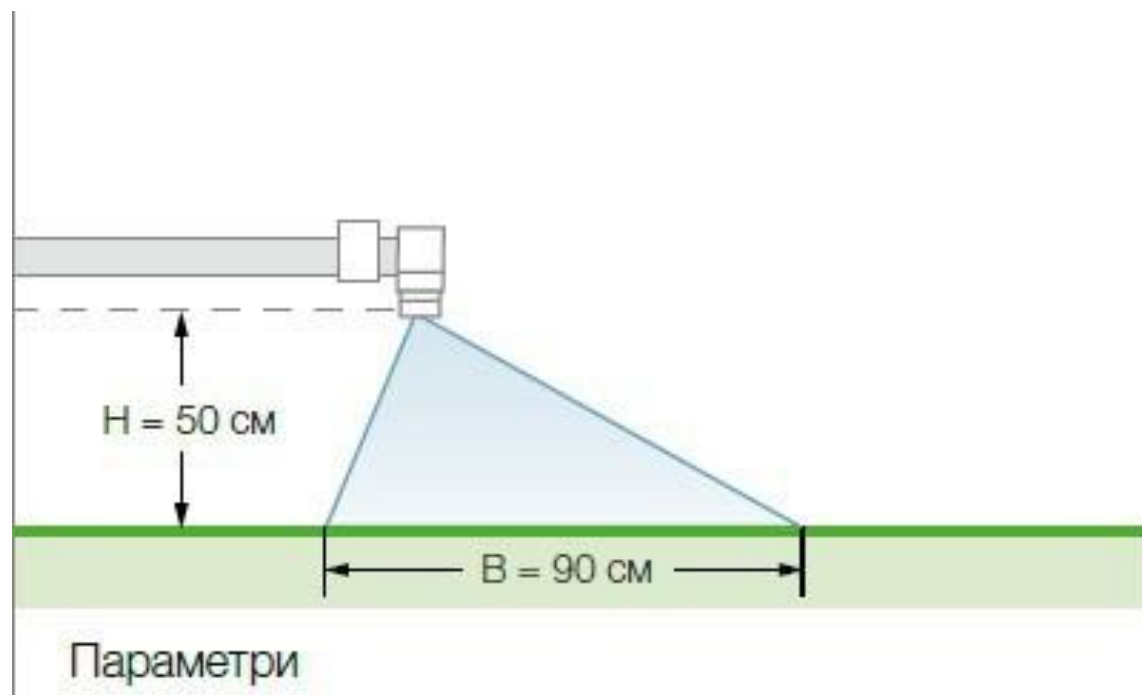
Недоліки

- Вони **більш** вразливі до забруднення,
- Вони дають більш видимі залишки хімії на плодах,
- Каплі більші, тому і важчі. Вони менше зносяться вітром, проте можуть впасти швидше.
- Потрібно дещо більше води на гектар, ніж при використанні вихрових, десь на 20-25%.



3. Розпилювачі

Межові розпилювачі



3. Розпилювачі

Колір/номер розпилювача означає тільки одне: витрата води в хвилину при певному тиску. Об'ємна витрата розпилювачів кодується за допомогою міжнародного колірного маркування відповідно до норм ISO. Наприклад, розмір 05 (коричневий колір) означає, що при тиску в 40 PSI (2,81 бар.) витрата становить 0,5 американських галонів на хвилину (відповідно, 1,89 л/хв). Або в перекладі на європейські одиниці виміру — 1,94 л/хв при 3,0 бар.

Kaliber	Farbe	Durchfluss menge l/min bei 3 atm.	
01	orange	0,39	
01	grün	0,59	
02	gelb	0,80	
025	lila	0,99	
0	blau	1,19	
04	rot	1,58	
05	braun	1,97	
06	grau	2,36	
08	weiß	3,16	
10	hellblau	3,86	
15	salatfarben	6,12	
20	schwarz	7,72	

3. Розпилювачі

Нові розпилювачі



CV 4 %

Зношені розпилювачі



CV 35 %

Пошкоджені розпилювачі



CV 57 %

Зношування отвору форсунки призводить до неправильного розподілу розчину. Коефіцієнт варіації (CV) високий.



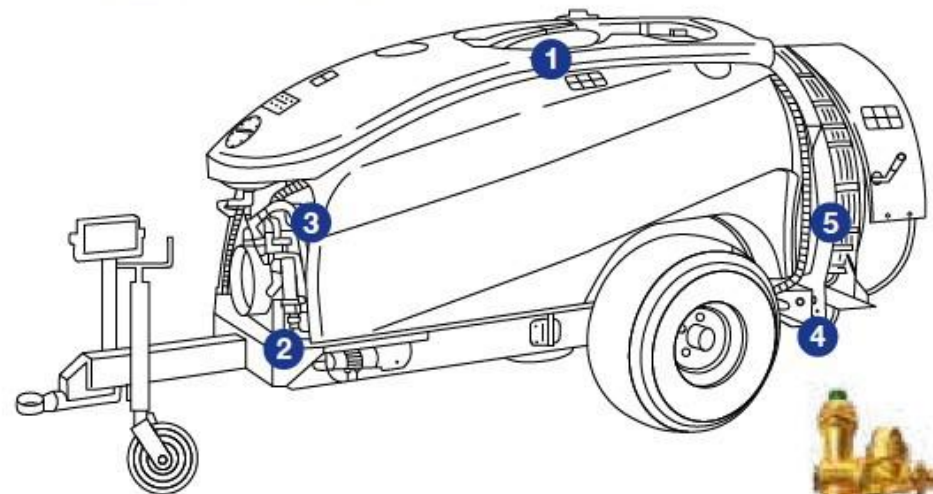
3. Розпилювачі



4. Система фільтрації

Розмір комірок фільтра вказується в «мешах». Зазвичай всмоктуючий фільтр оснащується фільтром від 30 до 50 меш (синій/червоний). Для використання інжекторних форсунок (до ISO 010/помаранчевих у садівництві) для всмоктуючого фільтра рекомендується розмір комірок не менше 80 меш (жовтий).

Схема вибору розміру сітки на прикладі обприскувача для виноградарства і садівництва:



1

Сітка заливної
горловини
16 М



2

Сітка всмок-
туючого
фільтра
30/50 М



3

Сітка ліній-
ного фільтра
50/80 М
Рекомендація:
промивний
клапан у
комплектції



4

Додатково
(за потреби):
Сітка
лінійного
фільтра
50/80 М



5

Сітка індиві-
дуального
фільтра
розпилювача
25/60 М

4. Система фільтрації



25
30

50
60

80

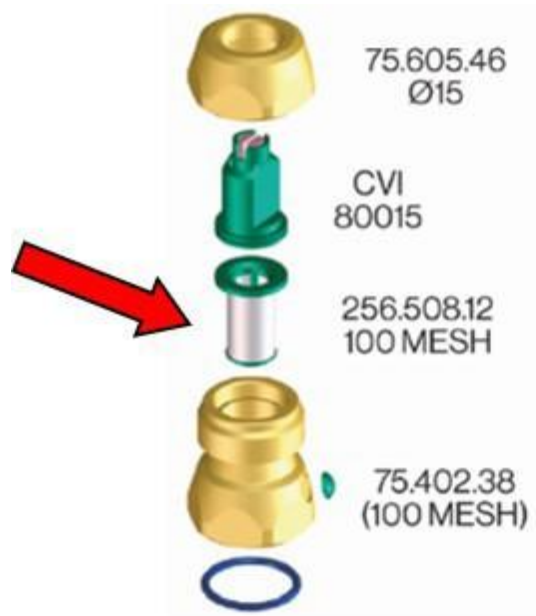
100

150

200

4. Система фільтрації

Ще одну функцію фільтра можуть виконувати форсункові фільтри. Однак розмір їхніх отворів не повинен бути меншим, ніж у лінійного фільтра. Фільтри форсунок нового покоління мають більшу площу фільтрації і тому є кращим вибором, ніж старі, менші фільтри форсунок. Однак при використанні фільтрів форсунок необхідно регулярно їх чистити.



Не зовсім зручний варіант,
тому що важко знімати для
очищення

Такого фільтра недостатньо для
інжекторних розпилювачів



Розмір фільтра
залежно від
кольору, MESH

5. Знесення робочого розчину

Медіанно-масовий діаметр (ММД) — це такий розмір краплі, який ділить весь спектр на дві рівні за масою частини. Тобто половина маси всіх крапель менше ММД, а інша — більше.

Медіанно-числовий-діаметр (МЧД) — це такий розмір краплі, який ділить весь спектр на дві рівні за кількістю частини. Тобто половина з числа всіх крапель менше МЧД, а інша — більше.
Медіанно-об'ємний діаметр (МОД) — це такий розмір краплі, який ділить весь спектр на дві рівні за об'ємом частини. Тобто половина з обсягу всіх крапель менше МОД, а інша — більше.

Коли в сільському господарстві говорять про середній розмір крапель, найчастіше мають на увазі останній показник.

Класифікація розмірів крапель

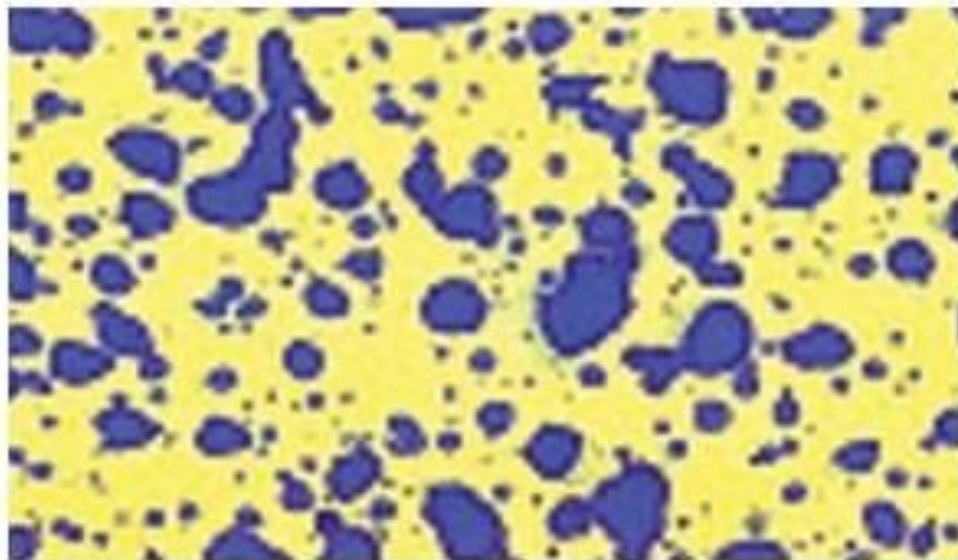
BCPC (до 2019)	ISO 25358 (з 2020)	
VF	VF	Дуже дрібні
F	F	Дрібні
M	M	Середні
C	C	Великі
VC	VC	Дуже великі
UC	EC	Екстремально великі
	UC	Ультра великі



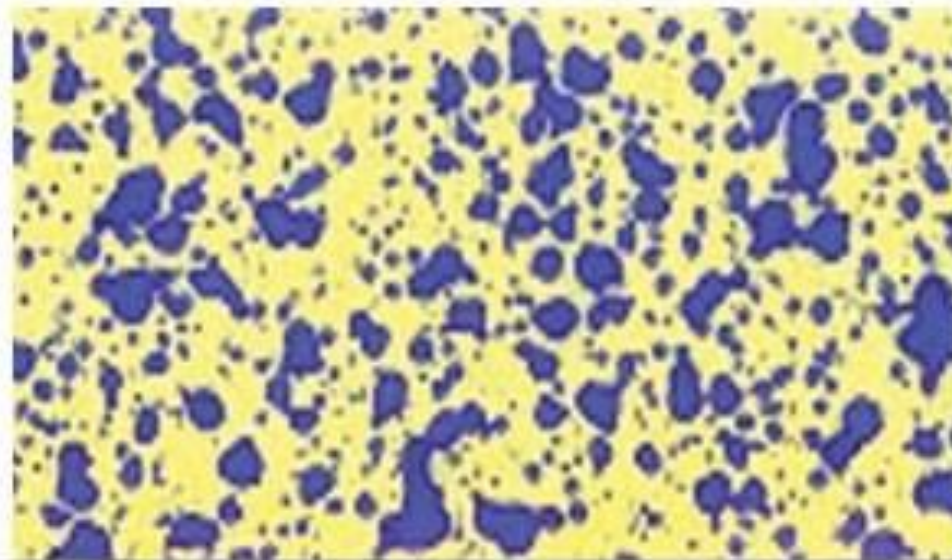
Переведення з BCPC в ISO 25358.

5. Знесення робочого розчину

Підвищення тиску на форсунку призводить до зменшення діаметрів МОД і ОД10. Чим більший калібр форсунки, тим більші значення приймають обидва показники.



IDK 03: 2,0 бар



IDK 03: 4,0 бар

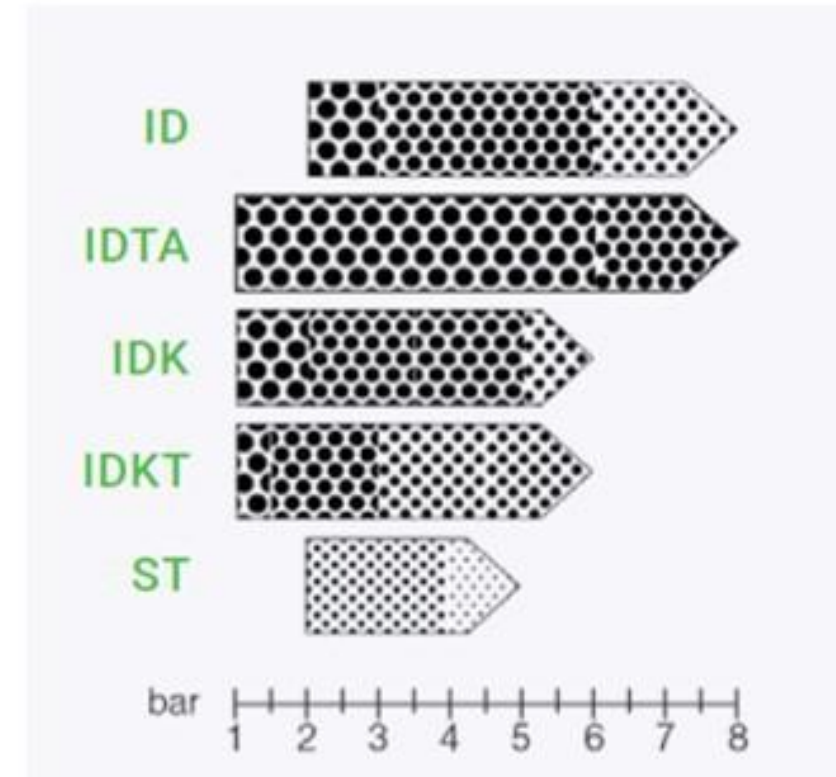
5. Знесення робочого розчину

Діапазон робочого тиску для різних типів форсунок, Lechler



ID	01-015:	3.0 - 4.0 - 8.0 bar
ID	02-08:	2.0 - 4.0 - 8.0 bar
IDTA	02-08:	1.0 - 4.0 - 8.0 bar
IDK	01-03:	1.5 - 3.0 - 6.0 bar
IDK	04-05:	1.0 - 3.0 - 6.0 bar
IDKT	015-025:	1.5 - 3.0 - 6.0 bar
IDKT:	03-06:	1.0 - 3.0 - 6.0 bar
ST:	01-08:	2.0 - 3.0 - 5.0 bar

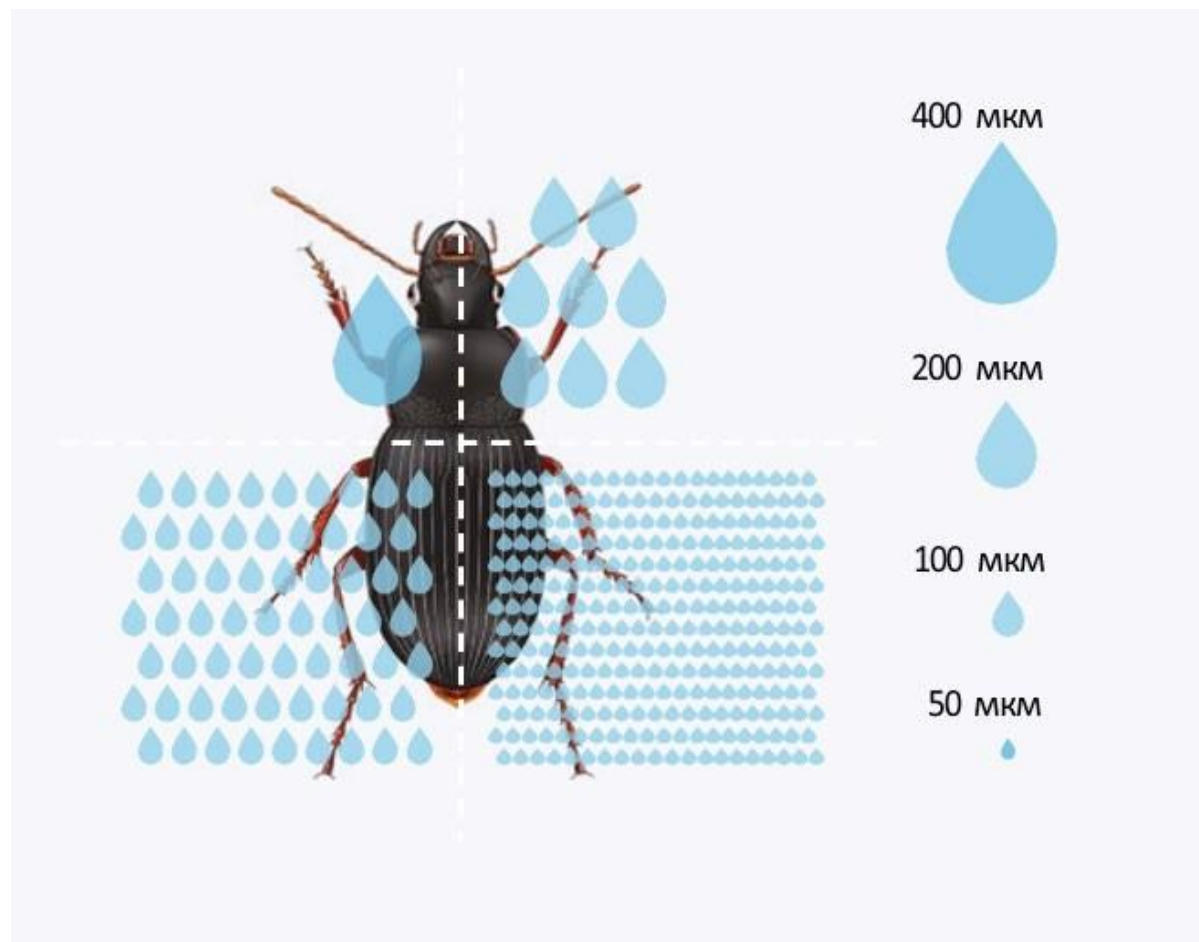
Діапазон розміру крапель,



5. Знесення робочого розчину

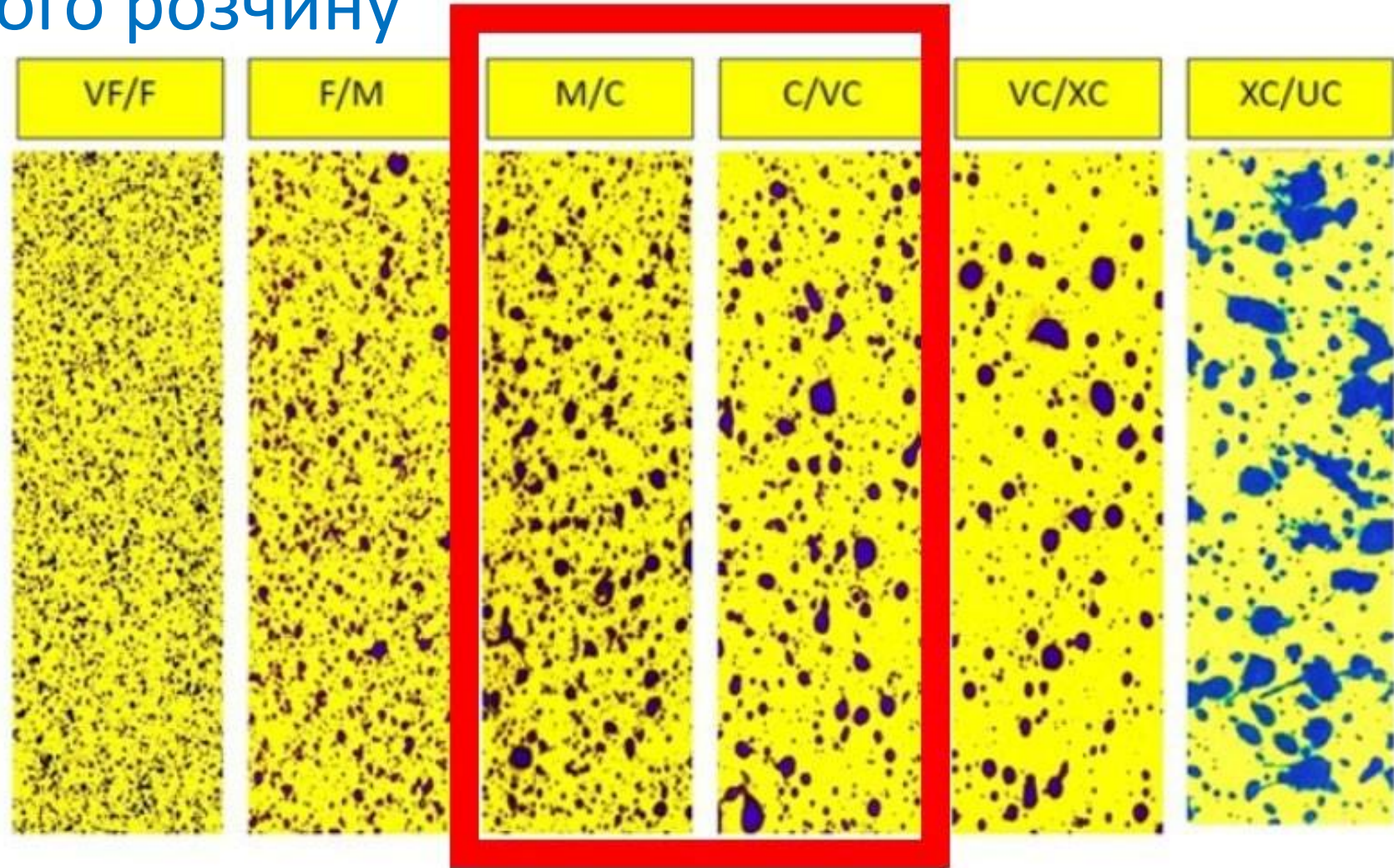
Оптимальний розмір крапель:

- для гербіцидів страхових 100–500 мкм
- для інсектицидів 200–350 мкм
- для фунгіцидів 236–430 мкм



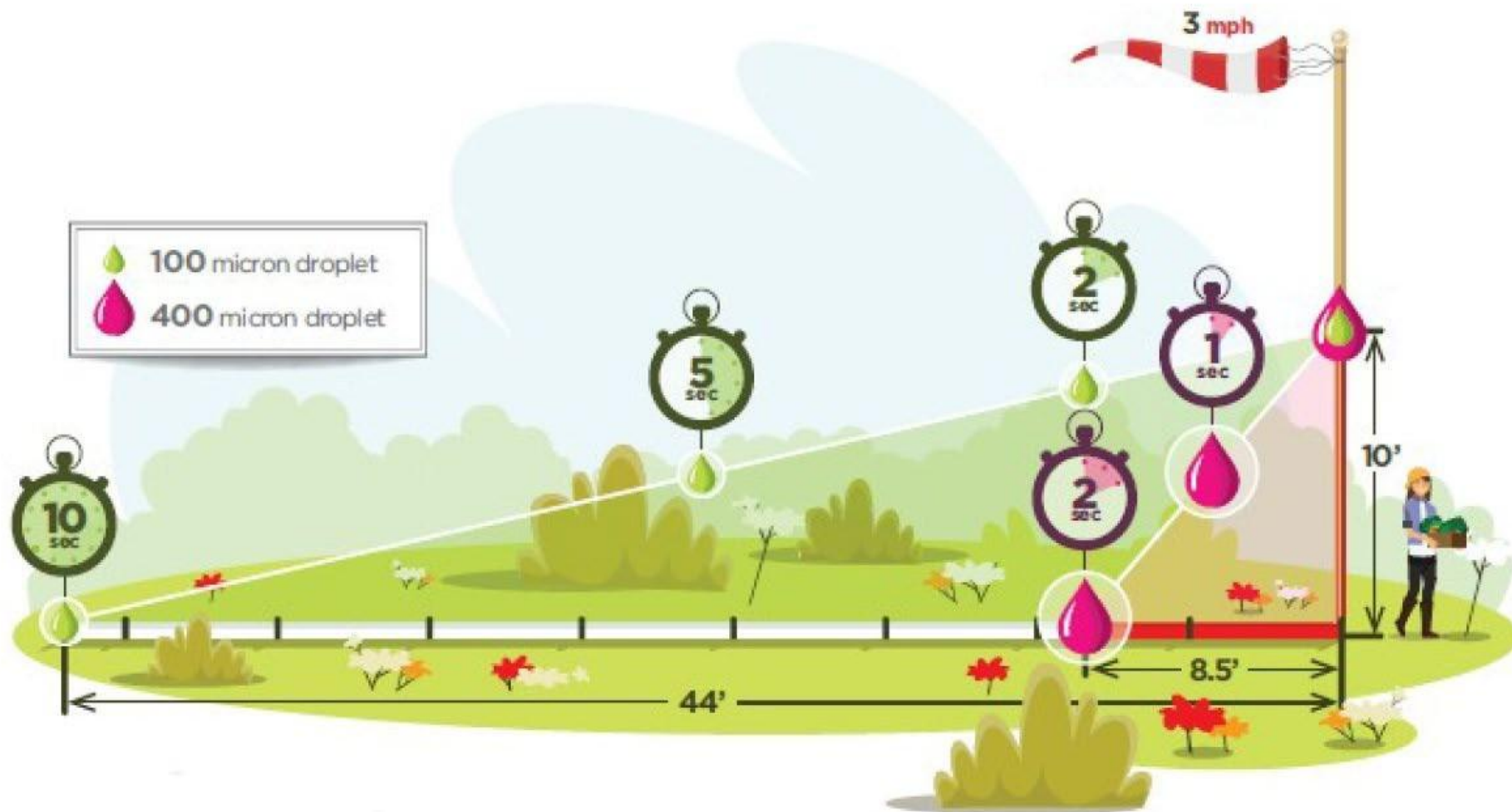
5. Знесення робочого розчину

Таким чином, з точки зору теорії, оптимальний розмір краплі — близько 250 мікрон. Однак краплі розміром менше 200 мікрон вкрай схильні до знесення і випаровування. Одночасно, у крапель розміром більше 500 мікрон збільшується ймовірність скочування з листа при росі. Тому на практиці застосовуються розпилювачі із середнім розміром краплі 200–450 мікрон, які створюють потік крапель розміром від 10 до 700 мікрон з переважанням крапель великого розміру.



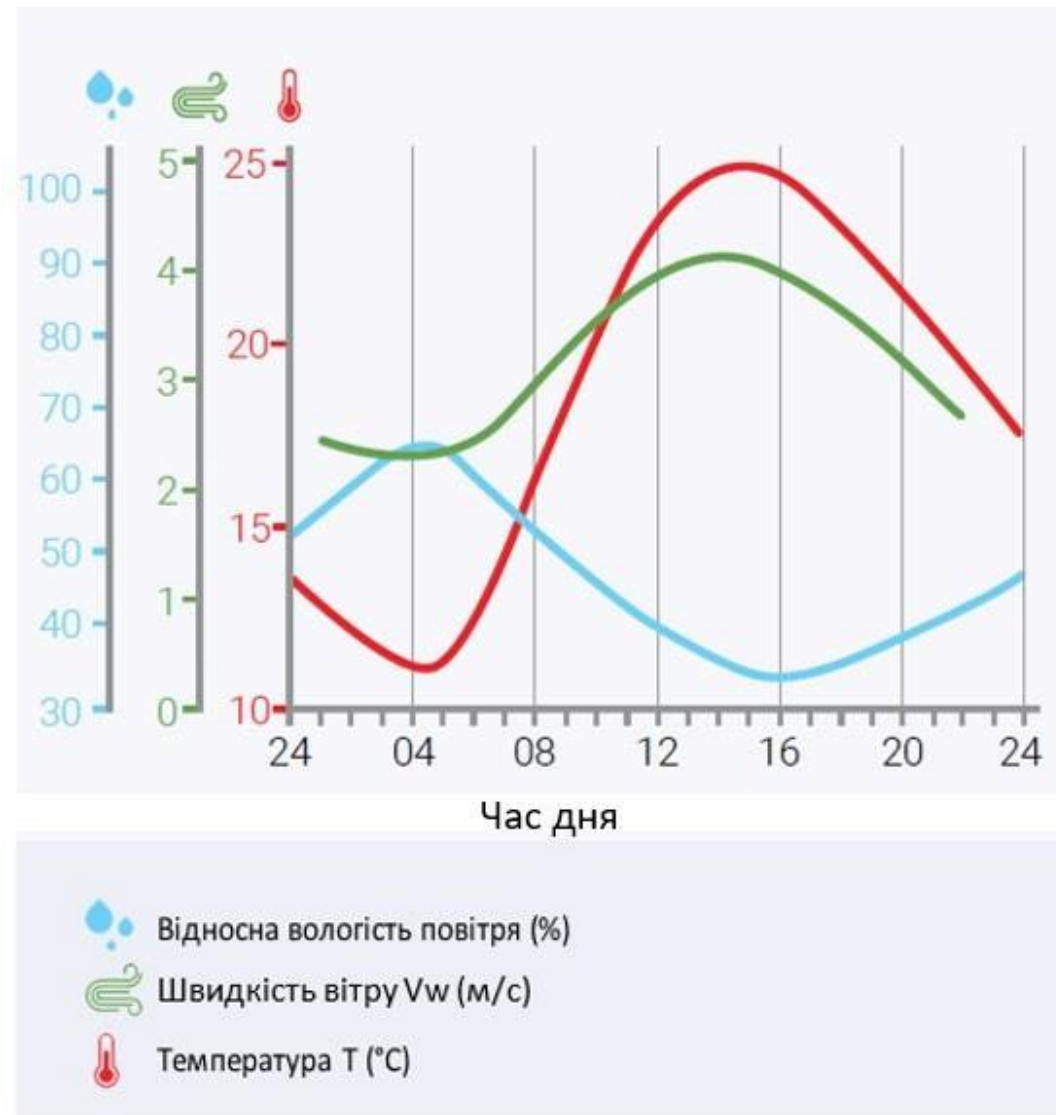
5. Знесення робочого розчину

Найбільший вплив на знесення має розмір краплі розпиленого розчину. Чим менша крапля (діаметр менше 200 мкм), тим легше вона може бути перенесена з області застосування під впливом повітряних рухів (вітру, вентилятора) або інших кліматичних факторів.



5. Знесення робочого розчину

На графіку показано зміну швидкості вітру, температури, вологості протягом дня. Найбільш несприятливий для обприскування час — з 13 до 17 години через високу температуру, низьку вологість або сильний вітер у цей час доби. Таким чином, найвища ефективність пестицидів вранці з 5 до 11 години, потім вона знижується з 11 до 15 години приблизно вдвічі, підвищується до 17 години і після 19 наближається за ефективністю до ранкової, але не досягає її. Ці закономірності діють, якщо температура не перевищує +25 °C.



5. Знесення робочого розчину

Для практичних цілей можна користуватися графіком залежності умов для обприскування від температури і вологості. Якщо за погодними умовами ви потрапляєте в жовту або, тим більше, червону зону — треба спробувати компенсувати цю ситуацію за рахунок зміни режимів обприскування і все ж бути готовими до зниження ефективності застосовуваних препаратів.



5. Знесення робочого розчину

Параметри для внесення позакореневих добрив:

ТЕМПЕРАТУРА

- При температурі до 23°C (максимальна температура протягом дня), середній чи високій вологості можна застосовувати повні дози позакореневих добрив.
- Не додавайте позакореневі добрива при температурі вище 25°C (в такому випадку краще взагалі відмовитись від обробки, або обприскувати вночі чи вранці).
- При температурі від 22 до 25°C при дуже інтенсивній сонячній інсоляції та НИЗЬКІЙ вологості повітря НЕ додавайте стандартні позакореневі добрива до суміші.
- НЕ додавайте стандартні позакореневі добрива.

ВОЛОГА

- При вологості нижче 30% НЕ додавайте позакореневі добрива.
- При вологості між 30-50% потрібно застосовувати тільки 50% указаної дози позакореневих добрив.
- При вологості вище 50% можна без проблем використовувати всі позакореневі добрива, АЛЕ потрібно пам'ятати про температуру під час обприскування.

Офіційні рекомендації виробників форсунок щодо швидкості руху обприскувача досить жорсткі:

- для щілинних розпилювачів — до 5–6 км/год,
- інжекторних — до 8–10 км/год
- останнім часом стали говорити про швидкості понад 12 км/год, але все-таки більше 16 км/год не наважуються рекомендувати.

Можливі різні варіанти:

- **Вітер зустрічний, 5 м/с** рівнозначний вітру 10 м/с (фактично для крапель робочого розчину, що летять, відбувається додавання швидкостей потоків повітря за рахунок швидкості вітру і швидкості руху) — працювати безглуздо;
- **Вітер попутний, 5 м/с** — ідеальний варіант: краплі чудово досягають мети (відбувається взаємна компенсація потоків повітря за рахунок швидкості вітру та швидкості руху);
- Всі можливі варіації бокового вітру приносять непередбачуваний ефект.

Швидкість вітру на висоті штанги обприскувача, м/с	Бали Бофорта	Словесне позначення сили вітру	Візуальне позначення	Опис	Обприскування, рекомендації
0	0	Штиль		Дим піднімається вертикально	Використовувати середні та великі краплі, більше 250 мкм
0,2–1,5	1	Тихий		Напрямок помітний по відношенню до диму	Використовувати середні та великі краплі, більше 250 мкм
1,6–3,3	2	Легкий		Вітер відчувається обличчям, шелестять листя	Використовувати середні та великі краплі, більше 250 мкм
3,4–5,4	3	Слабкий		Листя і дрібні гілки дерев колишуться постійно	Високий ризик знесення. Швидкість руху до 15 км/год. Краплі не менше 350 мкм
5,5–7,9	4	Помірний		Вітер піднімає пил і папірці	Не рекомендується вносити більшість 333. Швидкість руху до 8 км/год. Краплі не менше 450 мкм
8–10,7	5	Свіжий		Хитаються товсті гілки дерев	Не рекомендується вносити більшість 333. Швидкість руху до 8 км/год. Краплі не менше 450 мкм

6. Якість води

ПАРАМЕТРИ ВОДИ ДЛЯ ОБПРИСКУВАННЯ:

- Температура води для приготування розчину має становити щонайменше 12-15°C. При температурі нижче 10°C розчинність ЗЗР знижується та підвищується вірогідність забивання форсунок.
- Опимальний рН для більшості ЗЗР становить 5,5-6,5.
- Опимальна загальна жорсткість води (в основному іони Ca та Mg) має становити не вище 14° (див аналіз води).
- Карбонатна (тимчасова) жорсткість води має становити не більше 2,5 ммол/л (див. аналіз води).
- Жорстка вода погіршує ефективність ЗЗР.
- Такі добрива як сульфат магнію та моноамонійфосфат (МАР) понижують рН, проте ніяк не впливають на жорсткість.
- Якщо вода жорстка альтернативою є лимонна кислота. Вона корегує як рН, так і карбонатну жорсткість.
- Точну кількість, яка потрібна саме для вашої води потрібно вимірювати за допомогою рН метра. Порядок змішування дивіться нижче.

6. Якість води

Найкраще воду перевірити на рН та жорсткість перед використанням за допомогою спеціальних приладів (рН метр, лакмусовий папір, TDS-метр).



7. Порядок змішування

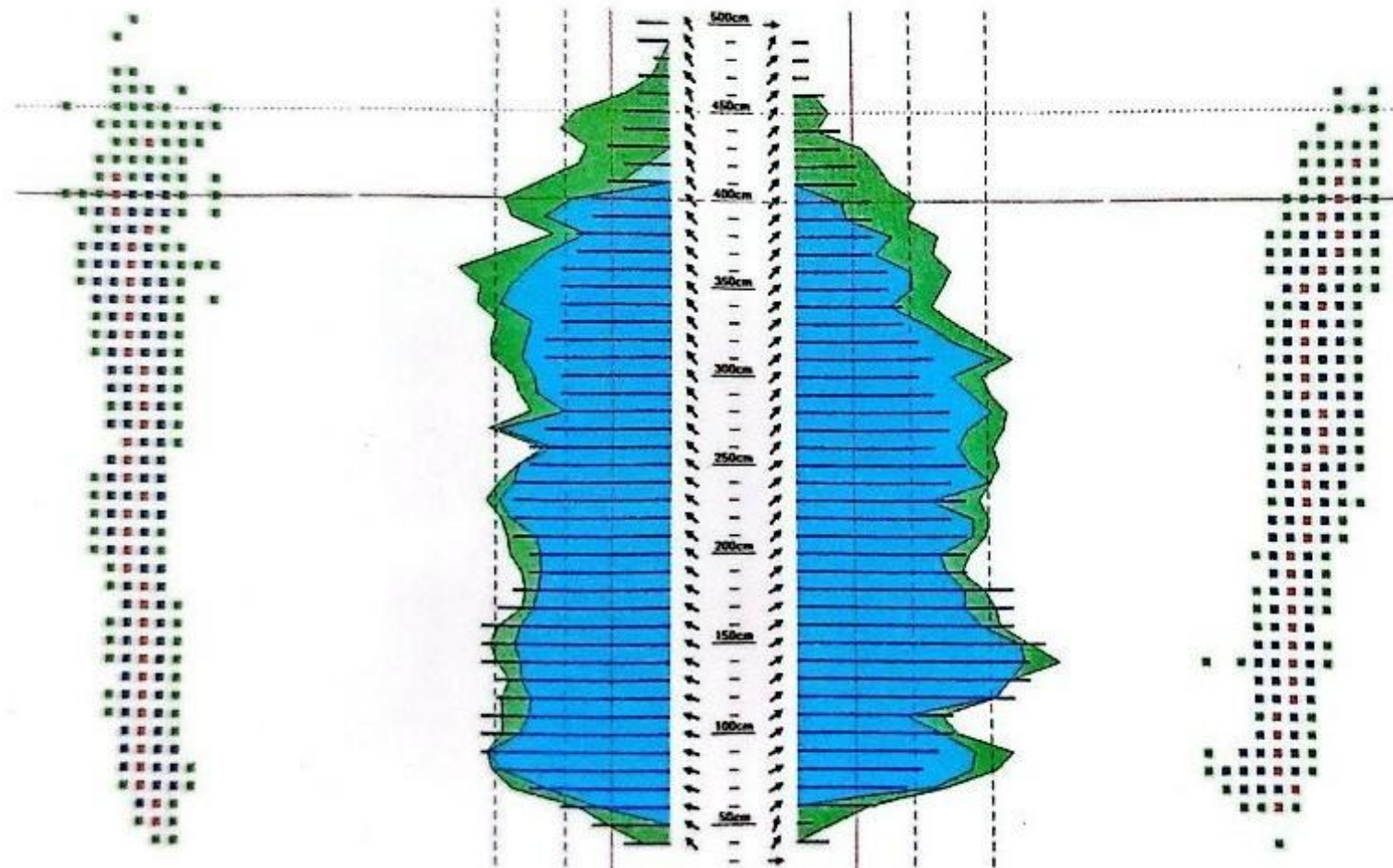
1. Наповніть обприскувач на 75% водою.
2. Додайте гранульовані добрива. При потребі проводиться вимірювання рН та додавання кислоти для корекції рН.
3. Додаються ЗЗР у формуляції WP (водорозчинний порошок чи гранули).
4. Додаються ЗЗР у формуляції CS (капсульні суспензії).
5. Додаються ЗЗР у формуляції SC (концентрат суспензії) та SE (суспоемульсії).
6. Додаються ЗЗР у формуляції SL (водорозчинний концентрат).
7. Додаються прилипачі.
8. Додаються ЗЗР у формуляції OD (олійні дисперсії), EO (емульсія, вода у маслі), EW (емульсія у воді), EC (концентрат, що емульгується).
9. Додаються рідкі добрива та мікроелементи. При потребі повторне вимірювання рН та підкислення води до потрібного значення.
10. Додається решта води.

8. Технічне обслуговування

КОНТРОЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ

- Манометр повинен мати шкалу з поділками не менше 1 бар, відхилення не більше 10 % і мінімальний діаметр 63 мм.
- Запобігання крапанню на форсунках: через п'ять секунд після закриття форсунок не повинно бути крапання.
- Форсунки: витрата кожної окремої форсунки вимірюється в літрах на хвилину. При цьому кожна окрема форсунка може відхилитися максимум на 10% від номінального значення, а всі форсунки між собою — максимум на 10% від виміряного середнього значення.
- Швидкість руху: Вимірюються швидкості різних передач у тому діапазоні, який використовується для внесення засобів захисту рослин.
- Оберти валу відбору потужності: на різних ступенях валу відбору потужності вимірюються оберти за хвилину. Вони необхідні для того, щоб пізніше визначити оптимальну швидкість обертання крил для різних систем рослин.
- Розподіл розчину на вертикальному випробувальному стенді.

8. Технічне обслуговування



9. Розрахунок виліву

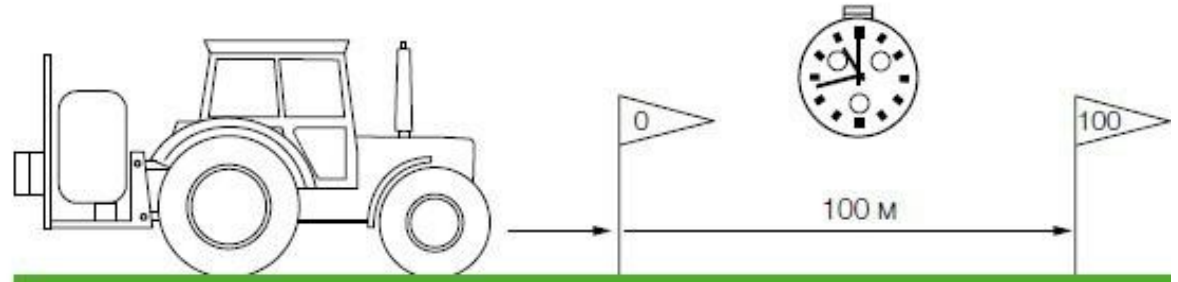
У садівництві рекомендується швидкість руху від 6 до 8 км/год.

Вимірювання швидкості руху

60 с = 6.0 км/год
 45 с = 8.0 км/год
 36 с = 10.0 км/год

Приклад:

$$\frac{100 \text{ м} \times 3.6}{45 \text{ с}} = 8.0 \text{ км/год}$$



9. Розрахунок виліву

$$\dot{V} = \frac{M \times v_F \times B}{600}$$

$\dot{V}$ = Загальний вихід з розпилювачів [л/хв]

M = Норма літрів на гектар [л/га]

v_F = Швидкість обприскувача [км/год]

B = Робоча ширина/міжряддя [м]

Розрахунок, якщо обприскувач обладнаний розпилювачами одного розміру. Вилів рідини окремих розпилювачів обраховується діленням загального виходу з розпилювачів на кількість працюючих розпилювачів. Розмір розпилювачів і тиск визначаються виливом на основі таблиць. Робоча ширина відповідає ширині міжряддя.

9. Розрахунок ВИЛИВУ

Якщо на обприскувачі одночасно використовуються розпилювачі різних розмірів, то спочатку визначається розмір, що міг би бути, якщо б всі розпилювачі були однаковими. Кількість розпилювачів наступного меншого розміру враховується у відповідності до загальної кількості розпилювачів. Для того, щоб отримати задану норму виліву (необхідне значення), потрібно підвищити тиск у відповідності до суміжної формули.

$$\text{Тиск (задане значення)} = \text{Тиск (фактичне значення)} \times \left[\frac{\text{Загальний вилів з розпилювачів (задане значення)}}{\text{Загальний вилів з розпилювачів (фактичне значення)}} \right]^2$$

Приклад:

Швидкість руху обприскувача — 6.5 км/год, норма виліву — 600 л/га. Робоча ширина — 2.0 м.
Тоді загальний вилів з розпилювачів обприскувача буде:

$$\frac{600 \times 6.5 \times 2.0}{600} = 13.0 \text{ л/хв}$$

Якщо використовуються розпилювачі однакового 10 розміру, то вилів кожного розпилювача — $13.0 : 10 = 1.3 \text{ л/хв}$.

Обирайте розпилювач/тиск у відповідності до таблиці:

ID-90-02/жовтий при 8.0 бар

Замість розпилювача ID-90-02, нижній і два верхніх розпилювачі мають бути наступного меншого розміру 6 x ID-90-015/зелений по обидві сторони обприскувача. Загальний вилів розпилювачів (фактичне значення) виглядає при 8 барах (фактичне значення) так:

$$(6 \times 0.96 + 4 \times 1.30) \text{ л/хв} = 10.96 \text{ л/хв}$$

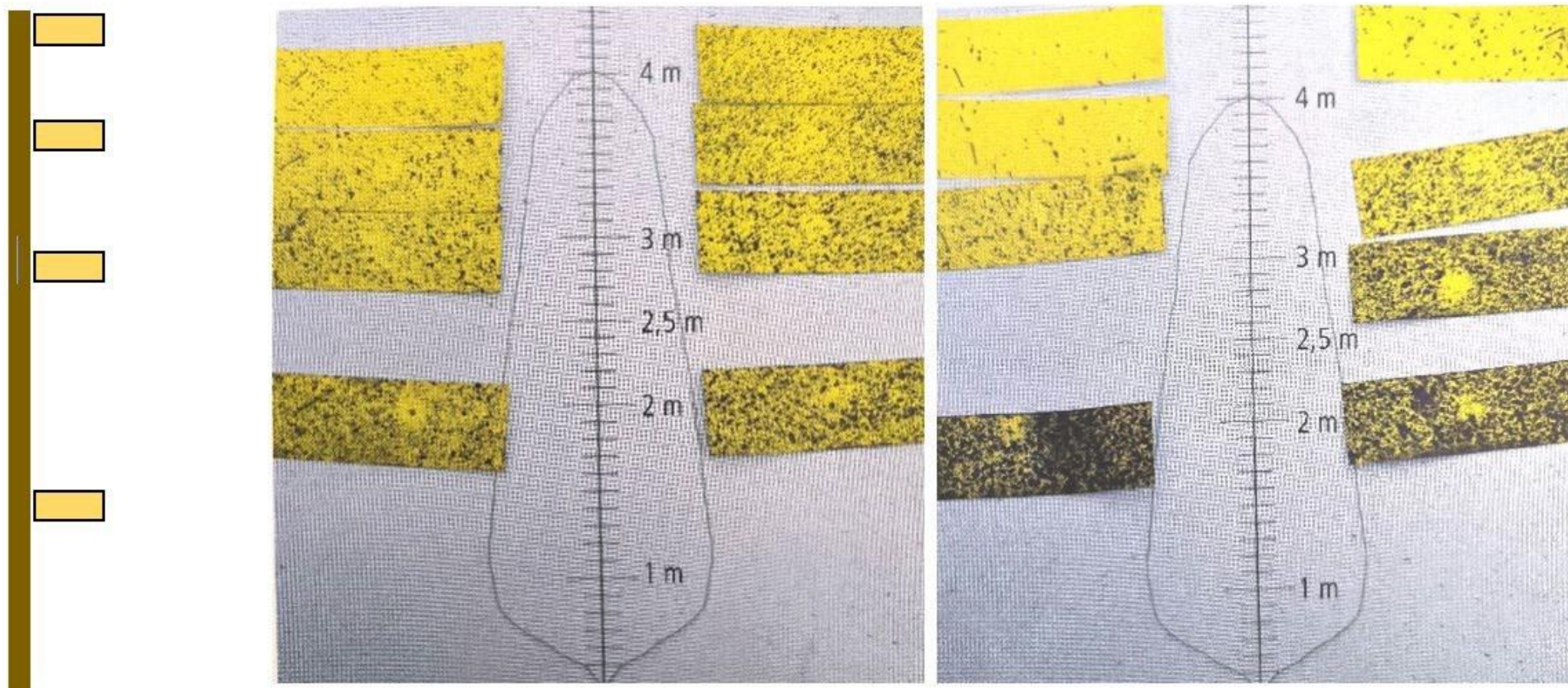
Тоді задане значення тиску встановлюється на 600 л/га (задане значення) і складає:

$$8 \times \left[\frac{13.0}{11.0} \right]^2 = 11.2 \text{ бар}$$

10. Адаптація до насадження



10. Адаптація до насадження



11. Очистка обприскувача

На практиці зовнішнє та внутрішнє очищення обприскувачів здійснюється по-різному. Найпростіший варіант — очищення в полі. Для цього після завершення обробки резервуар для розчину слід промити чистою водою. Розведений таким чином розчин розпилювача потім виливають на останньому обробленому полі.

Якщо зовнішнє очищення проводиться в полі, його не слід завжди проводити в одному і тому ж місці. Таким чином зменшується ризик точкового забруднення ґрунту. Для більш ретельного зовнішнього очищення доцільно використовувати гарячу воду в поєднанні з мийкою високого тиску.

12. Техніка безпеки при обприскуванні

Для приготування розчину для обприскування потрібно наступне ЗІЗ:

- ➔ напівмаска для захисту дихальних шляхів
- ➔ маска повинна покривати рот, ніс і підборіддя. Слід використовувати маску з комбінованим фільтром проти газів і парів органічних сполук з низькою поглинальною здатністю класу 1-а1 і фільтром частинок категорії іі із середньою сепараційною здатністю. У разі неприємного збільшення опору вдиху або після закінчення терміну придатності фільтри слід замінити.
- ➔ захисні рукавички проти хімічних речовин. Захисні рукавички для захисту від хімічних ризиків повинні бути виготовлені з синтетичного латексу, наприклад, нітрилового каучуку або неопрену. Вони позначені піктограмою з колбою ерленмейера.
- ➔ захисний костюм для хімічних ризиків.

Дякую за увагу!