



TEEJET TECHNOLOGIES

스프레이 기술 유저 가이드



# 스프레이 기술 유저 가이드



-  TeeJet Technologies (Korea)  
본사 및 공장:  
인천광역시 남동구 함박외로 377번길 145 (우)21635
-  032-821-5633
-  @ssco\_kr
-  @스프레이시스템코리아
-  @스프레이시스템코리아

[www.teejet.com/ko-kr/](http://www.teejet.com/ko-kr/)

LI-KO-TJ416



## TeeJet® Technologies

**TeeJet Technologies**는 주로 어플리케이션 기술에 집중하고 있습니다. 우리 회사와 제품은 1940년대 최초의 작물 보호 제품이 시장에 출시된 이후 농업, 잔디밭 및 도로변 어플리케이션에서 활용되어 왔습니다. 분사와 비료 영역에서 축적된 이러한 지식과 경험은 다른 어떤 회사보다도 귀사의 사업에 품질 제품과 기술 솔루션을 제공하는 데 이보다 더 적합한 회사는 없다는 것을 의미합니다.

**TeeJet Technologies**는 혁신적이고 업계 선도적인 제품을 제작하고 있습니다. 하지만 단순히 훌륭한 제품만을 제공하는 것이 아닌 응용 분야 및 기술에 대한 풍부한 기술 정보를 공유하고자 하는 욕구도 가지고 있습니다.

스프레이 노즐은 고도로 설계된 정밀 부품입니다. 따라서 제조업체와 제조업체의 능력에 대해 충분히 고려해야 합니다.



# 목차

<b>1. 어플리케이션 기술 소개</b> .....	4
1.1 소개 .....	4
1.2 대상과 위치 .....	6
1.3 작물 성장 단계의 분사 .....	7
1.4 작물 보호 제품의 적용 .....	8
1.5 이상적인 기상 조건 .....	9
1.6 적용할 작물 보호 제품의 종류 및 성분이 작물에 적용되는 방법 .....	10
1.7 작물 보호 제품을 적용하기 위해 사용해야 하는 스프레이 종류 .....	11
1.7.1. 스프레이 구성 요소의 중요성 .....	12
1.8 스프레이 노즐 고르기 .....	13
1.9 노즐의 제조사와 중요한 이유 .....	14
<b>2. 분사 이해하기</b> .....	15
2.1 어플리케이션과 분사의 차이 .....	15
2.2 스프레이 팁과 노즐의 차이 .....	16
2.3 스프레이 노즐 명명 .....	18
2.4 명목 유량 .....	19
2.5 VisiFlo® 시스템과 ISO 색상 표준 .....	20
2.6 스프레이 노즐 재질 .....	22
2.7 스프레이 노즐 종류 .....	25
2.8 분사 분포에 영향을 주는 요소 .....	29
2.8.1 스프레이 노즐 유형 .....	31
2.8.2 분사 패턴 .....	32
2.8.3 분사 패턴의 중첩 .....	33
2.8.4 노즐 간격 및 붐 높이 .....	34
2.8.5 유량 및 압력 .....	35
2.8.5.1 명목 유량의 중요성 .....	36
2.8.6 분사 각도 .....	37
2.8.7 변동 계수 - CV .....	39
2.8.8 스프레이 노즐 마모 .....	41
2.8.9 손상된 스프레이 노즐 .....	43
2.8.10 막힌 스프레이 노즐 .....	44
2.8.11 스트레이너 유지 및 보수 .....	45
2.8.12 스프레이 붐 안정성 .....	46
2.8.13 기상 조건 .....	47
2.8.14 분사 이동 속도 및 비산 .....	48

<b>3. 입자 특성</b> .....	49
3.1 입자 형성 .....	49
3.2 표준 입자 크기 분류 .....	52
3.3 입자 크기 변수 평가 .....	53
3.4 입자 크기 비교: .....	55
3.4.1 입자 부피 .....	55
3.4.2 작동 압력 .....	56
3.4.3 적용 범위 .....	57
3.4.4 비산 .....	58
3.4.5 침투력 .....	59
<b>4. 비산</b> .....	60
4.1 비산 정의 .....	60
4.2 비산 원인 .....	62
4.2.1 입자 크기 .....	63
4.2.2 작동 압력 .....	65
4.2.3 붐 높이 .....	66
4.2.4 풍속 및 풍향 .....	68
4.2.5 공기 온도 및 상대 습도 .....	70
4.2.5.1 델타 T .....	71
4.2.6 온도 역전 .....	73
4.2.7 스프레이 노즐 용량 .....	76
4.2.8 유량 .....	77
4.2.9 분무 이동 속도 .....	78
4.3 비산과 관련된 문제 .....	79
<b>5. 비산 제어 조치</b> .....	82
5.1 스프레이 붐 높이 .....	82
5.2 스프레이 붐 안정성 .....	83
5.3 비산 감소를 위한 스프레이 노즐 .....	84
5.4 벤츄리 공기 유도식 스프레이 .....	85
5.5 작동 압력 .....	88
5.6 기상 조건 .....	89
5.7 비산 감소제(DRAs) .....	90
5.8 버퍼 존 (완충 지대) .....	91
5.9 유럽의 비산 감소 규정 .....	92
<b>6. 최적의 스프레이 노즐 용량 선택 방법</b> .....	93
6.1 옵션 1: 적용량에 대한 스프레이 노즐 용량 계산 방법 .....	93
6.2 옵션 2: TeeJet Technologies 스프레이 노즐 카탈로그 사용 방법 .....	95
6.3 옵션 3: SpraySelect 애플리케이션 사용 방법 .....	97
<b>참고문헌</b> .....	99

# 머리말

## 머리말

“스프레이 기술 사용 안내서”는 교육적이며 유익한 내용을 담고 있으며, 응용 기술과 관련된 가장 관련성 높은 고품질의 내용을 전달드릴 것입니다. 이는 의견이 아닌, 사실을 제공합니다.

이 가이드북은 간단하고 실용적인 방식으로 독자의 적용 기술 지식을 늘려줄 것입니다. 이를 통해 안전하면서도 효율적이고 환경적으로 책임감 있는 적용을 할 수 있습니다. 또한, 이 가이드북이 각 노즐 제조업체의 성능 사양을 평가하는 데 도움이 되기를 바랍니다.

## 1.1 응용 기술 소개

지난 수십 년 동안, 농업은 다음과 같이 농업 분야에 많은 발전을 이루었습니다:

- 종자의 질
- 작물 유전학 및 특성
- 작물 보호 제품의 입자의 효과성과 인체에 덜 유해한 제품 개발
- 작물 보호 제품의 적용 기술 향상
- 큰 효율성과 안전성을 제공하는 새로운 농업 장비
- 비산은 줄이고 더 좋은 성능을 제공하기 위해 설계된 스프레이 팁으로 농장의 목표물에 분사하기 위한 성능 개선

이러한 적용 기술의 향상은 다음과 같은 많은 요소들에 대한 더 나은 접근을 이룰 수 있게 되었습니다.

- 대상과 그 위치에 대한 지식
- 분사 장비의 종류 및 부품
- 적용이 이루어지기 위한 환경과 기상 조건
- 적용의 올바른 시기
- 적용 제품의 종류

작물 보호 제품 적용 기술은 과학적 지식을 활용해 생물학적으로 활성화된 제품을 필요한 양만큼, 경제적으로 그리고 비대상 지역의 오염을 최소화함으로써 적용하고자 하는 영역에 정확히 분사하는 것으로 정의할 수 있습니다(MATUO, 1990).

완벽한 어플리케이션을 위해 전체 과정을 이해하고 몇 가지 질문에 답을 할 수 있습니다.



대상 해충이 무엇이고, 어디에 있습니까?



작물의 성장 단계에 따라 어떤 작물 보호 제품을 적용할 것입니까?



작물 보호 제품을 어느 부분에 적용하고자 합니까?



기상의 가장 이상적 조건은 무엇입니까?



어떤 종류의 제품을 적용하고, 작물안에서 어떻게 퍼집니까?



작물 보호 제품을 적용하기 위해 어떤 종류의 스프레이를 사용하시겠습니까?

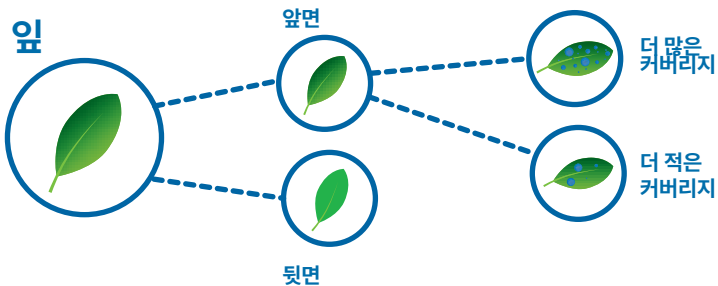
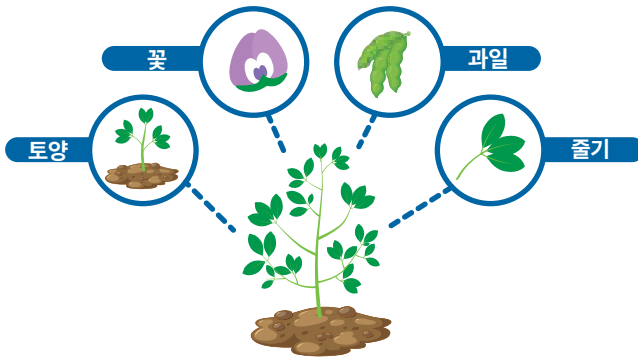
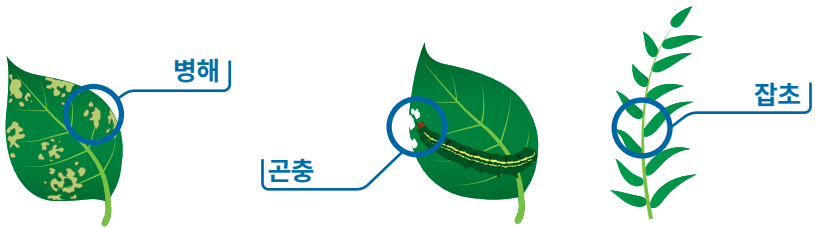


어떤 스프레이 팁을 사용하고, 스프레이 팁과 노즐 제조사는 어디이며 왜 중요할까요?



## 1.2 대상과 위치

적절한 작물 보호 제품과 적용 기술을 선택하기 위해서는 대상이 흙, 꽃, 열매, 줄기, 잎에 있는지와 같이 어디에 있는지 알고 있는 것이 매우 중요합니다. 잎의 아래쪽 표면이나 위쪽 표면 또는 많은 양의 분사가 필요할지 적은 양으로 충분할지와 같은 사항들을 포함합니다.





## 1.3

### 작물 성장 단계의 분사

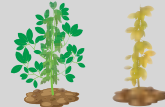
작물 보호 제품의 적용은 작물의 성장 단계에 따라 다른 시기에 이루어집니다. 작물이 자라는 동안 식물의 밀도가 변하기 때문에, 분사 기술도 이에 맞춰 조절해야 합니다. 가지가 많이 퍼져 있어 햇빛이 잘 드는 지역은 식물이 뻥뻥이 자란 지역과 비교했을 때 분사가 더 넓고 깊게 닿도록 다른 종류의 스프레이 팁을 사용해야 합니다.



식물이 자라기 시작할 때:  
나뭇가지가 등성등성하므로  
햇빛이 잘 들어옵니다.



작물이 자라서 잎이 무성해지기  
시작할 때:  
나뭇가지 사이로 행이 보이긴  
하지만, 잎이 조금씩 맞닿기 시  
작합니다.



작물이 꽃을 피우고 열매를  
맺을 때: 나뭇가지와 잎이  
뻥뻥하게 닫혀 공간이 거의  
보이지 않습니다.

## 1.4 작물 보호 제품의 적용

만약 농약을 민감한 작물이 있는 곳이나, 도시 지역, 가축이 있는 곳, 또는 물가(강, 호수, 연못) 근처에서 사용한다면 최대한 안전하게 분사해야 합니다. 제품을 대상에만 잘 묻히기 위해 여러 가지를 고려해야 하는데, 예를 들어 권장되는 기상 조건에서 분사하거나, 대상에서 벗어나 비산이 적은 스프레이 팁을 선택하는 것 등이 있습니다.

### 도시지역

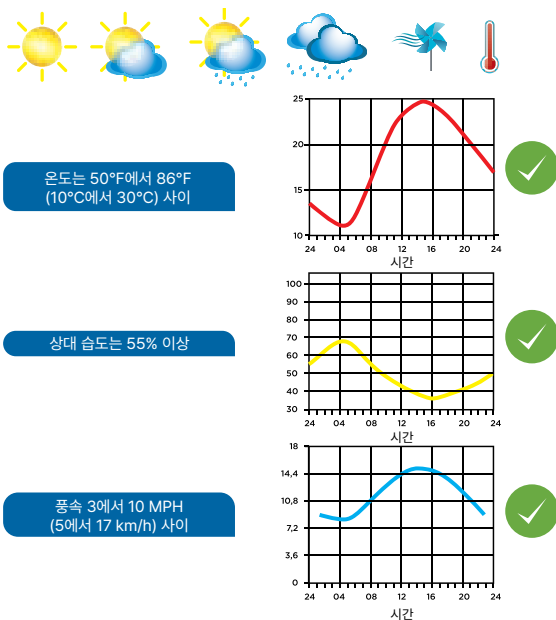


### 주변 취약 작물



## 1.5 이상적인 기상 조건

온도, 상대 습도, 풍속과 풍향은 작물 보호 제품의 분사 효과에 모두 영향을 미칩니다. 안전한 분사를 위한 권장 기상 조건은 온도가 86°F(30°C) 이하이면서 50°F(10°C) 이상, 상대 습도가 55% 이상, 그리고 풍속이 3에서 10 MPH(5에서 17 km/h) 사이입니다\*.



위에서 설명한 바와 같이, 온도와 상대 습도, 풍속은 하루 동안 변화합니다. 따라서 분사하는 동안 기상 조건을 주의 깊게 관찰하여 작물 보호 제품의 적용을 제어하고 비산을 방지해야 합니다.

**가장 민감한 영역은 하루 중 날씨가 환경 조건이 가장 좋은 시기에 분사하시기 바랍니다.**

\* 작물 보호 제품 라벨에 따릅니다.

## 1.6

### 적용할 작물 보호 제품의 종류 및 성분이 작물에 적용되는 방법

살균제, 살충제, 제초제 등 다양한 제품은 식물의 형태에 따라 곰팡이, 해충, 잡초를 효과적으로 방제하기 위한 최적의 커버리지 결정합니다. 식물 내부에 커버되지 않는 접촉식 제품의 경우 침투식 제품보다 더 완벽한 커버가 필요합니다.

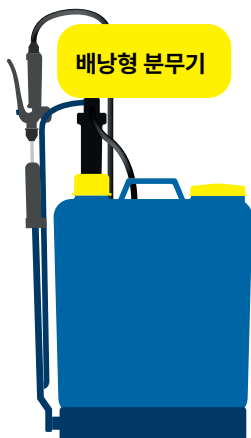
아래 표는 제품 영역당 입자에 따른 다양한 농작물 보호 제품의 이상적인 분포를 보여줍니다. 표에 나타난 정보는 선택된 파라미터들, 예를 들어 노즐, 유량, 작동 압력이 식물에 이상적인 분사를 이해하는 데 중요한 지표입니다.

목표	제품	입자 / cm <sup>2</sup>	입자 크기
	발아 전 제초제	20 to 30	
	발아 후 침투식 제초제	20 to 30	
	발아 후 침투식 제초제	30 to 40	
	침투식 살충제	20 to 30	
	접촉식 살충제	50 to 70	
	침투식 살균제	50 to 70	
	접촉식 살충제	> 70	

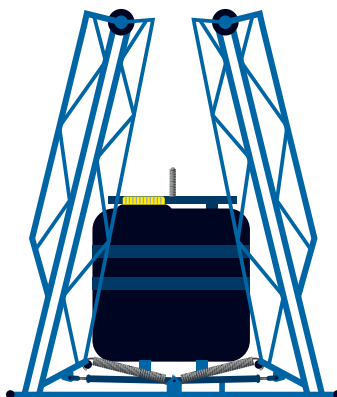
## 1.7

### 작물 보호 제품을 적용하기 위해 사용해야 하는 스프레이 종류

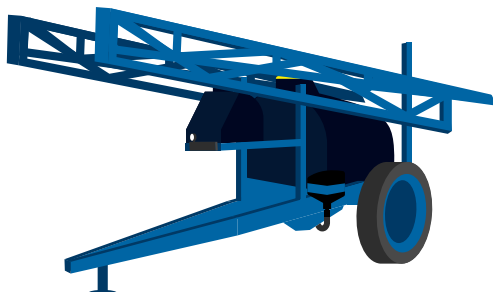
각 원래 장비 제조업체(OEM)는 다양한 구성의 분무기를 생산하는데, 이는 일반적으로 다른 분사 조건에 맞게 조정 및 보정됩니다.



3-포인트  
연결 분무기



견인형 분무기



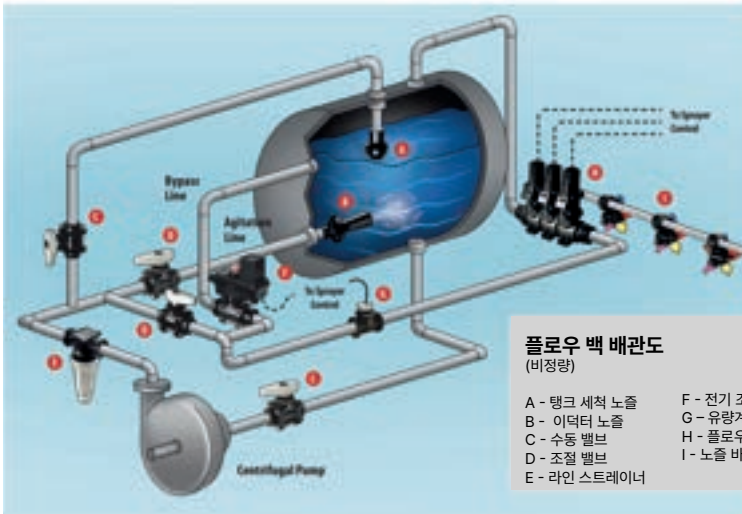
자주식 분무기



## 1.7.1 스프레이 구성 요소의 중요성

대부분의 붐 스프레이기는 탱크 세척 노즐, 탱크 혼합 노즐, 수동 또는 전기 차단 밸브, 압력 해제 밸브, 수동 또는 전기 조절 밸브, 유량계 및/또는 압력 센서, 스트레이너, 스프레이 노즐, 그리고 분사할 때 팁을 부착하고 밀봉하는 캡과 같은 여러 다양한 부품이 있습니다.

이러한 각 부품을 알고 제대로 작동하는지 확인하는 것은 적용 시 더 높은 성능을 발휘하는 데 중요합니다. 스프레이 노즐은 적용 중 작물 보호 제품의 활성 성분을 입자로 만들어 전달하는 역할을 담당하기 때문에 특별한 주의가 필요합니다(MATUO, 2001).



## 1.8 스프레이 노즐 고르기

각 스프레이 노즐은 제품, 대상, 그리고 적용 시기에 따라 적절한 성능을 제공하도록 세심하게 설계되어 있습니다. 스프레이 팁을 잘못 선택하거나 성능이 떨어지는 팁을 사용하면 재분사, 성능 감소 또는 환경 및/또는 이웃에 대한 오염 문제를 일으킬 수 있습니다.

스프레이 노즐 모델은 다음과 같이 결정합니다.

- 특정 지역에 적용되는 작물 보호 제품의 양 또는 부피
- 어플리케이션의 균일성
- 대상 표면에 적용되는 작물 보호 제품의 범위
- 잠재적인 비산의 양

또한, 스프레이 노즐 모델과 그 용량에 맞는 권장 스트레이너 메시 크기를 선택하는 것이 필요합니다. 이는 스프레이 팁의 불필요한 막힘을 방지하기 위해 도움이 됩니다.



작은 입자

큰 입자

스트레이너

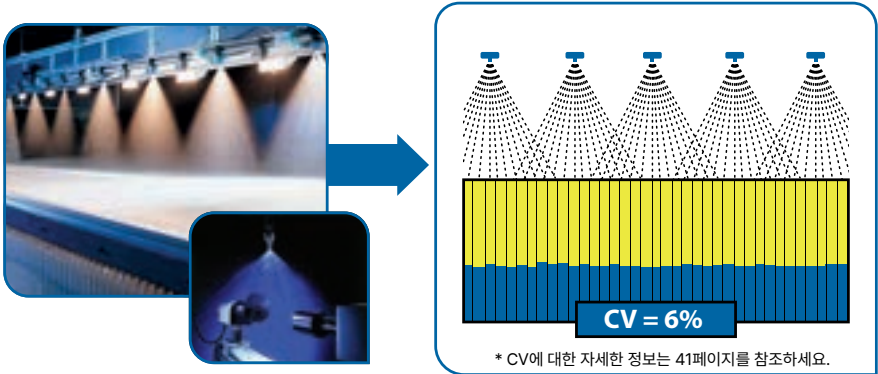


## 1.9 노즐의 제조사가 중요한 이유

고품질 스프레이 팁을 선택하는 것은 어플리케이션 중 최대 성능을 보장하면서 최적의 안전성을 유지할 수 있게 합니다.

품질이 좋은 스프레이 노즐 제조업체는 최대 성능을 위해 붐 경로 전반에 걸쳐 유량의 반복성과 분포를 엄격하게 제어하여 스프레이 팁을 생산할 수 있는 경험, 지식, 그리고 의지를 가져야 합니다.

TeeJet Technologies의 스프레이 노즐은 최대 성능, 품질 및 안전성을 제작하기 위해 정밀하게 설계하고 제조됩니다. 또한, 국제 성능 평가 및 인증 기관의 엄격한 요구 사항을 준수합니다. 관련 인증 기관은 하단에 나열되어 있습니다.





# 2

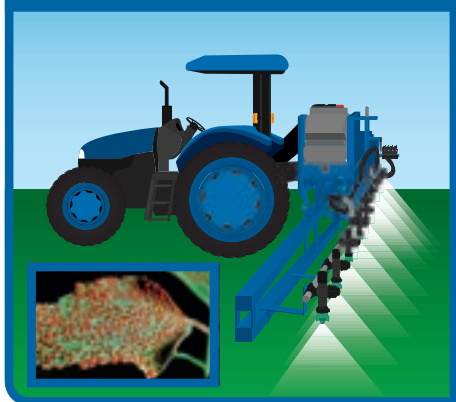
## 분사 이해하기

### 2.1 어플리케이션과 분무의 차이

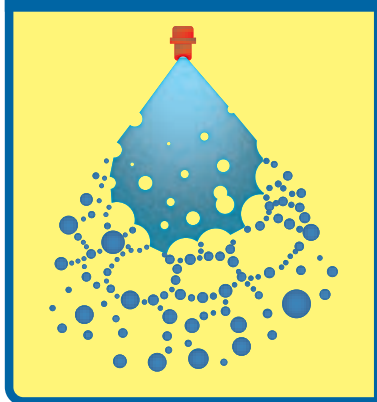
**어플리케이션** - 제품 제조업체에서 권장하는 대로 적절한 기술을 사용해 대상에 활성 제품을 분사하는 방식으로 구성됩니다

**분사** - 반드시 표적에 닿지 않아도 미세한 입자를 물방울 형태로 분사하는 것으로 구성됩니다.

어플리케이션



분사



## 2.2 스프레이 팁과 노즐의 차이

스프레이 팁과 노즐 모두 분사하는 역할을 하기 때문에 기능적으로 유사하여 혼동되는 경우가 있지만, 약간의 차이가 있습니다.

스프레이 팁과 노즐의 주요 차이점은 캡에 부착하는 방식에 있습니다.

스프레이 노즐은 일반적으로 나사가 있어 직접 캡에 연결되며, 몇 가지 부품으로 구성된 세트가 있습니다. 필요한 경우, 직접 붐에 부착하기도 합니다.

스프레이 노즐은 캡에 맞는 플랜지 베이스를 갖추고 있어 노즐 바디에 결합할 수 있는 조립체를 만들어 냅니다.

### 노즐



TurfJet 노즐  
스레드



캡

### 스프레이 노즐



TT 스프레이 노즐  
기반의 플랜지



Quick TeeJet® 캡  
과 가스켓

스프레이 노즐은 하나로 작동하는 것이 아닌, 다음과 같은 부품의 구성을 이루어야 합니다.



#### 스프레이 팁의 기능

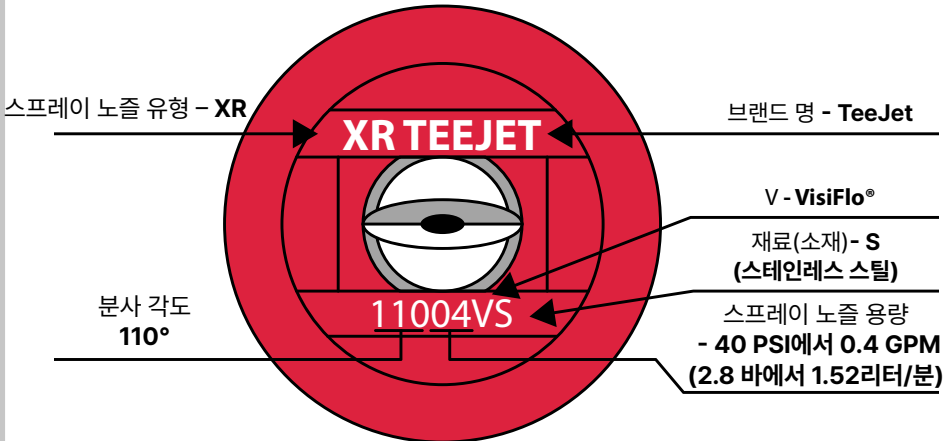
- 유량(양/부피) 결정
- 특정 크기의 입자 생성(품질)
- 분사 유체가 잘 분포되는 역할(품질)



## 2.3 스프레이 노즐 명명

대부분의 TeeJet Technologies 스프레이 팁에는 다음과 같은 표시가 있습니다.

- 노즐 유형
- 브랜드 명
- 스프레이 각도를 나타내는 두 세 자리의 숫자(대개 80 또는 110)
- 미국 갤런 단위로 표시된 팁의 명목 유량을 나타내는 두 네 자리 숫자 - 40 PSI (2.8 바)에서의 GPM (0067, 015, 02, 03 등)
- 경우에 따라, 명목 유량 뒤 V는 팁이 VisiFlo/ISO 색상 코딩 시스템에 따른 분류
- 마지막 글자는 팁의 재료 (P - 폴리머, K - 세라믹, S - 스테인리스 스틸)



## 2.4 명목 유량

스프레이 팁의 명목 유량은 이 팁을 통해 일정 시간 동안 분사되는 액체의 부피로, 40 PSI (2.8 바)의 압력과 69.8°F (21°C)의 물을 사용할 때의 값으로 측정됩니다. 스프레이 팁에 인쇄된 유량은 북미 갤런 단위의 분당 유량(GPM)으로 표시됩니다 (1 GPM = 3.785 리터/분).



## 2.5 VisiFlo® 시스템과 ISO 색상 표준

VisiFlo®는 각 색상이 40 PSI (2.8 바)에서 스프레이 팁의 명목 유량을 나타내는 색상 코딩 분류 체계입니다. VisiFlo® 시스템은 1985년에 TeeJet Technologies에 의해 개발되었으며, 농업 스프레이 노즐 산업은 물론 국제 ISO 10625 표준에서 빠르게 표준 분류 체계로 자리잡았습니다.

### VisiFlo® 및 ISO 10625 색상 코딩 표준 표



스프레이 노즐 유량

**01**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.10**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**0.38**

컬러  
퓨어 오렌지



스프레이 노즐 유량

**015**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.15**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**0.57**

컬러  
트래픽 그린



스프레이 노즐 유량

**02**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.20**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**0.76**

컬러  
진크 옐로우



스프레이 노즐 유량

**025**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.25**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**0.95**

컬러  
시그널 바이올렛



스프레이 노즐 유량

**03**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.30**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**1.14**

컬러  
젠션 블루



스프레이 노즐 유량

**035**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.35**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**1.33**

컬러  
퍼플 레드



스프레이 노즐 유량

**04**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.40**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**1.52**

컬러  
플레임 레드



스프레이 노즐 유량

**05**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.50**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**1.89**

컬러  
넛 브라운



스프레이 노즐 유량

**06**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.60**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**2.27**

컬러  
시그널 그레이



스프레이 노즐 유량

**08**

용량 (40PSI에서 GPM)

**0.80**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**3.03**

컬러  
트래픽 화이트



스프레이 노즐 유량

**10**

용량 (40PSI에서 GPM)

**1.0**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**3.79**

컬러  
라이트 블루



스프레이 노즐 유량

**12**

용량 (40PSI에서 GPM)

**1.2**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**4.55**

컬러  
라즈베리 레드



스프레이 노즐 유량

**15**

용량 (40PSI에서 GPM)

**1.5**

용량 (2.8 바에서 l/min)

**5.68**

컬러  
옐로우 그린



스프레이 노즐 유량

**20**

용량 (40PSI에서 GPM)

**2.0**

용량 (2.8 바에서 l/min)

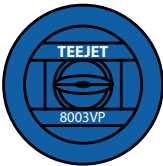
**7.57**

컬러  
그래파이트 블랙

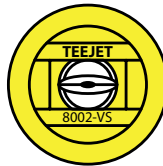
## 2.6 스프레이 노즐 재질

스프레이 팁의 재료는 마모, 특히 마찰에 의한 마모와 적용된 제품의 화학적 공격으로 인한 손상에 대한 저항력을 결정합니다. 팁의 재료에 관계없이 스프레이 품질과 성능은 제조업체의 설계와 품질에 관련있습니다.

작물 보호 제품 적용에 사용되는 스프레이 노즐은 폴리머, 스테인리스 스틸, 세라믹, 경화 스테인리스 스틸, 그리고 황동으로 제조될 수 있습니다. 빨간색 박스로 표시된 세 가지 재료는 TeeJet® Technologies 가 농업용 스프레이 팁에 주로 사용하는 주요 재료입니다.



**VP**  
폴리머  
VisFlo®



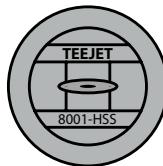
**VS**  
스테인레스 스틸  
VP VisFlo



**VK**  
세라믹 VK VisFlo



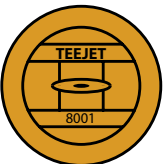
**SS**  
스테인레스 스틸



**HSS**  
강화 스테인레스  
스틸



**VB**  
VisFlo  
황동



황동



## 세라믹 노즐

예시:

### XR 11003 VK

다음에 강합니다:

- 화학 물질
- 마모성 물질
- 부식성 물질
- 손상



### 참고:

세라믹으로 만들어진 노즐은 튼튼해서 오래 사용할 수 있는 장점이 있습니다. 세라믹 스프레이는 폴리머나 스테일레스 스틸 소재로 만든 팁과 같은 품질을 낼 수 있습니다.

TeeJet 세라믹 스프레이 팁의 예시:



## 폴리머 노즐

예시:

### XR 11003 VP

- 화학 물질에 잘 견디는 재질
- 뛰어난 몰딩 특성
- 긴 수명
- 우수한 성능, 품질, 내구성
- 올바른 방법의 청소가 아닐 경우, 오리피스가 손상될 수 있음.
- 폴리머는 경우에 따라 다른 재료보다 더 깨지기 쉽고 손상될 수 있습니다. 그러나 제조 기술의 발달과 적절한 관리를 통해 노즐을 장시간 사용할 수 있습니다.
- TeeJet®은 자사 포트폴리오에서 팁을 생산하기 위해 다음 네가지 폴리머 재료를 사용합니다.
  - 아세탈
  - UHMWPE
  - 나일론
  - 폴리프로필렌



## 스테인리스 스틸 노즐

예시:

### XR 8003 VS

- 내화학성에 강합니다.
- 분사량이 정확합니다.
- 오리피스가 쉽게 망가지지 않습니다.



## 2.7 스프레이 노즐 종류

다양한 종류의 팁과 분사 패턴이 있고, 어떤 것이 가장 좋은지는 적용 용도에 따라 다릅니다. 가장 흔한 유형은 부채꼴, 원형, 그리고 일직선형 노즐입니다.

### 부채꼴 (Flat Fan)

부채꼴 스프레이 노즐은 뒤집힌 "V" 자 형태처럼 얇은 분사 패턴을 형성합니다. 전형적인 광역 분사 적용에서는 패턴의 중심부에 가장 많은 액체가 뿌려지고, 바깥쪽 가장자리로 갈수록 양이 줄어듭니다. 붓의 높이와 노즐 간격을 최적화하여 인접한 팁의 분사 패턴이 적절히 겹치게 하면 붓 전체에 걸쳐 균일한 분배 패턴을 달성할 수 있습니다..

부채꼴 유형에는 다음과 같은 방식이 있습니다:

- 광역 분사용 확장형 부채꼴 - 더 넓은 범위의 분사 압력에서 작동하도록 설계됨.
- 밴드 분사용 균일 부채꼴 - 겹침 없이 균일한 커버리지를 제공하는 비테이퍼 분사 패턴.
- 광역 분사를 위한 홍수형 또는 방향 전환 부채꼴 - 더 큰 입자를 사용하는 넓은 각도 부채꼴 패턴으로 새로운 방향 전환 유형 부채꼴 스프레이 노즐은 더 크고 균일한 입자 크기를 생성하여 변동 계수가 낮음(자세한 정도는 41페이지 참조)



부채꼴  
분사 패턴



확장형 부채꼴  
분사 패턴

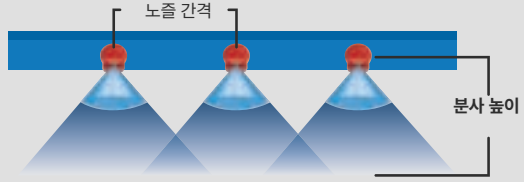


균일 분사 패턴

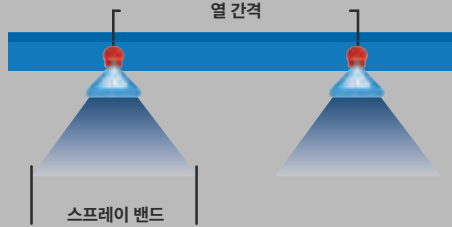


광각 부채꼴  
분사 패턴

## 광역 중첩 패턴



## 밴드 스프레이 적용



### 중공원형

중공원형 스프레이 노즐은 원형의 패턴을 형성하며, 아주 미세한 입자부터 만들어 내어 좋은 커버리지\*와 침투가 가능합니다. 이러한 독특한 특성으로 인해 중공원형 노즐은 공기 분사 어플리케이션은 물론 에어 블라스트 어플리케이션 및 직접 분사 어플리케이션에도 잘 맞습니다. 중공원형 노즐은 단일 조각 노즐 디자인이나 두 조각의 디스크와 코어 디자인으로 제공될 수 있습니다.

#### • 공기 유도식 중공원형

공기 유도식 중공원형 노즐은 일반 원형 분사와 비슷한 패턴을 만들지만, 더 큰 물방울을 생성하여 비산을 줄일 수 있는 최근 개발된 제품입니다.



\* 일반적으로 중공원형 스프레이 노즐은 수평 붐이 있는 분무기에 설치할 경우, 불균일한 침투가 발생할 수 있습니다. 이로 인해 분사할 때, 일부 영역은 적거나 혹은 많이 분사될 수 있습니다.

## 원형

원형 스프레이 노즐은 원형 분사 패턴을 만들어 냅니다. 원형 스프레이 노즐은 일반적으로 더 큰 입자를 생성해 중공원형 스프레이 팁보다 더 큰 용량으로 제공됩니다. 이러한 스프레이 노즐은 주로 에어 블라스트 스프레이, 직접 분사 및 다른 특수 용도로 사용됩니다.



원형 단일 피스  
노즐 예시 - FL



원형 투피스  
노즐 예시 - Disc-Core



직접 분사 예시

## 일직선형 (솔리드 스트림)

일직선형 스프레이 노즐은 1개부터 7개의 개별 스트림까지 다양한 크기로 제공됩니다. 팬 스프레이 대신 개별 액체 스트림을 사용함으로써, 액체 비료를 필요한 토양 표면에 더 적집적으로 적용할 수 있습니다. 이는 작물에 비료가 뿌려져 잎이 상하는 것을 막고, 비산의 가능성을 낮출 수 있습니다. 하지만, 비료 스트리밍 노즐은 살충제를 분사하기 위한 용도로 사용할 경우 권장되지 않습니다.

- 3-일직선형 노즐은 세 개의 물줄기로 좁은 범위에 뿌려 커버리지 영역에 더 정확하게 분사 가능합니다. 이런 노즐은 물을 특정한 방향으로 정확히 뿌리기 위한 지향성 분사에 사용됩니다.
- 7-일직선형 노즐은 일곱 개의 물줄기로 더 넓은 영역에 사용할 수 있습니다. 큰 밭의 흙과 같이 광역 적용에 이상적입니다. 더 많은 스트림과 넓은 분사 패턴으로 인해 높은 위치나 빠르게 움직이면서 적용하기에 좋습니다.

단일 일직선형 노즐은 종종 쿨터나 나이프와 함께 사용되는데, 토양 표면에 트렌치를 만들고 액체 비료가 뿌리 영역까지 침투할 수 있게 해서 식물이 비료를 가장 잘 흡수할 수 있는 곳에 도달할 수 있도록 도와줍니다.



7 일직선형 노즐



3 일직선형 노즐



단일 일직선형 노즐



## 2.8 분사 분포에 영향을 주는 요소

적용 영역에 대한 분사 분포를 직접적으로 영향을 주는 요소들은 다음과 같습니다.



스프레이 노즐



스프레이 노즐 유형



분사 패턴



노즐 용량



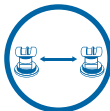
액체 압력



분사 각도



스프레이 노즐 중첩  
패턴



노즐 간격



분사 패턴 품질



분 높이



스프레이 노즐 마모



압력 강하



막히거나 손상된 노즐



막힌 스트레이너

또한, 현장 상황에서 분사 분포에 영향을 줄 수 있는 요인은 다음과 같습니다.



분의 안정성



상하 움직임



좌우 움직임



기상 조건



풍속



풍향



상대 습도



압력 강하 (분무기)



분무기 이동 속도 및 난류



## 2.8.1 스프레이 노즐 유형

TeeJet Technologies는 작물 보호 제품의 적용 성능을 극대화하고자 설계된 다양한 팁을 제공합니다. 가장 적합한 선택은 대상, 작물 보호 제품, 적용 시간에 따라 달라질 것입니다.

각각의 스프레이 노즐은 다양한 적용을 위해 개발된 특성들을 가지고 있습니다. 예를 들어, 입자 크기, 분사 패턴, 분사 각도, 이중 분사 패턴, 어택 앵글 등이 있습니다. 따라서, 적절한 분배를 위해 전체 스프레이 붐에 걸쳐 같은 유형과 용량의 팁을 사용하는 것을 권합니다.



**TXA**

중공원형



**XR**

단순 부채꼴



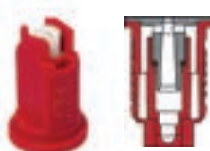
**TT**

터보 부채꼴



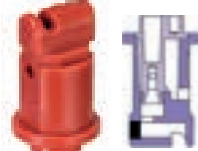
**TTJ60**

터보 트윈 부채꼴



**AIXR**

공기 유도식  
부채꼴



**TTI**

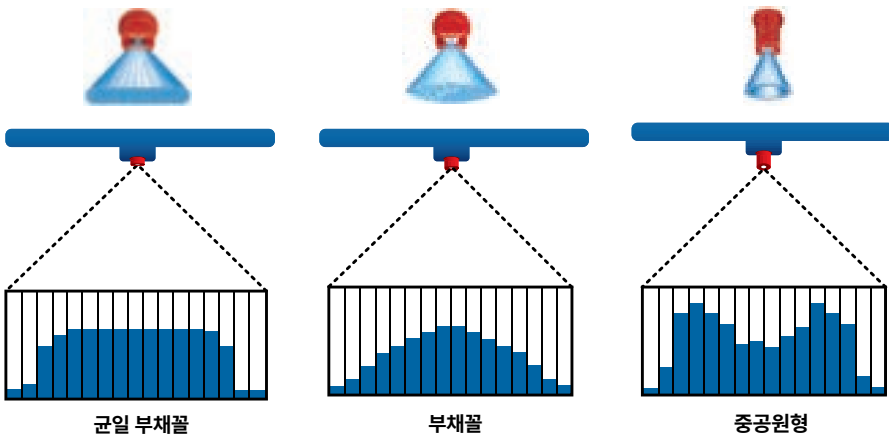
터보 공기 유도식  
부채꼴

## 2.8.2 분사 패턴

**균일 부채꼴**은 겹치지 않고 균일한 커버리지를 제공하기 때문에 밴드 형태에 적용할 때 추천됩니다.

**부채꼴**은 인접한 스프레이어가 제대로 겹쳐질 때 처리된 영역에서 낮은 변동 계수\*를 생성하기 때문에 농업용으로 가장 많이 사용되는 스프레이 타입입니다.

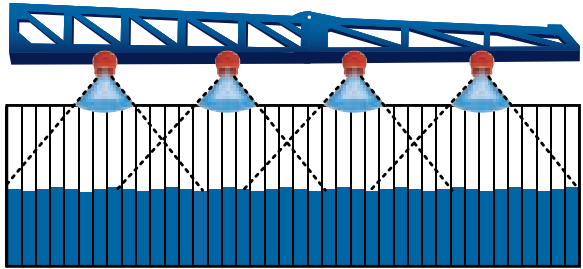
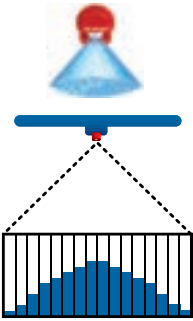
**중공원형 노즐**은 이 팁들의 분사 패턴이 붐을 따라 인접한 분사의 이상적인 겹침을 제공하지 않기 때문에 광역 어플리케이션이 필요할 경우에는 추천하지 않습니다.



\*변동 계수에 대한 더 자세한 정보는 41페이지를 확인하세요.

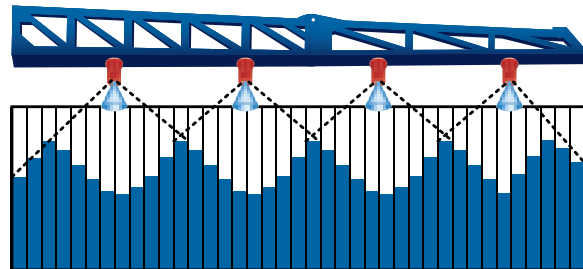
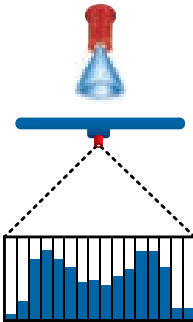
### 2.8.3 분사 패턴의 중첩

앞서 언급한 바와 같이, 부채꼴 노즐은 원추형 패턴을 만들어내며, 최적의 중첩은 균일한 분사를 위해 중요합니다. 따라서, 스프레이 노즐은 각 패턴 장자리에서 최소 30% 이상 겹치도록 해야합니다.



이상적 중첩

중공원형 스프레이 노즐은 인접 분사 분포가 제대로 중첩되지 않을 경우, 처리 구역 전체에 불균일한 분포를 일으킬 수 있습니다. 일부 영역은 과다 분사되는 반면, 다른 영역은 부족하게 분사될 수 있습니다.



불균일 중첩

\* 원형 스프레이 노즐 또한 중공원형 팁과 유사하게 불균일한 분포를 만들 수 있습니다.

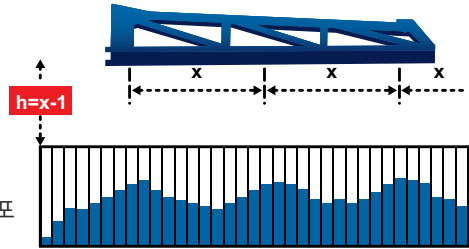
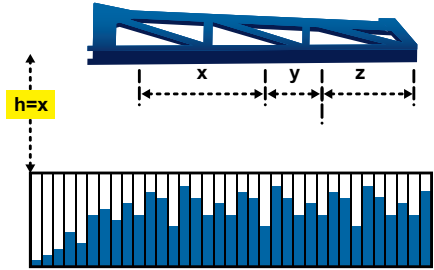
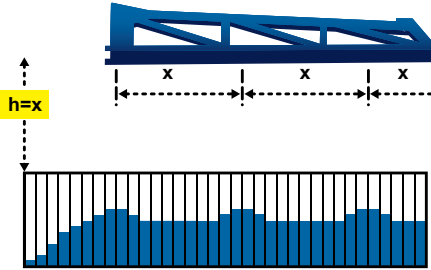
## 2.8.4 노즐 간격 및 붐 높이

스프레이 노즐 간격과 붐 높이는 스프레이 노즐 제조업체의 권장에 따라 조정되어야 합니다. 붐의 높이와 노즐 간격을 올바르게 조정해 인접한 스프레이 팬이 서로 교차하게 되면, 붐 전체에 걸쳐 균일한 분배가 가능합니다. 이러한 높이 설정은 실험 테스트를 통해 결정되며, 균일한 분포를 위해 적절한 중첩이 필요합니다.

많은 경우, 일반적인 조정은 1:1 노즐 간격과 높이 비율을 근거로 합니다. 예를 들어, 110° 각도의 부채꼴 스프레이 팁이 20인치/50cm 간격으로 적용될 경우, 대상에서 20인치/50cm 위에 설정하는 것이 일반적입니다.

적절한 노즐 간격과 붐 높이의 비율.

제조업체의 권장사항과 다른 노즐 간격은 분포가 고르지 않게 만듭니다.



제조업체의 권장사항과 다른 붐 높이도 분포가 고르지 않게 만듭니다.

\* 스프레이 노즐 모델에 따른 권장 간격과 붐 높이에 대한 정보는 제조업체의 카탈로그를 확인하세요.

## 2.8.5 유량 및 압력

스프레이 노즐 유량은 스프레이 압력에 따라 다를 수 있습니다.

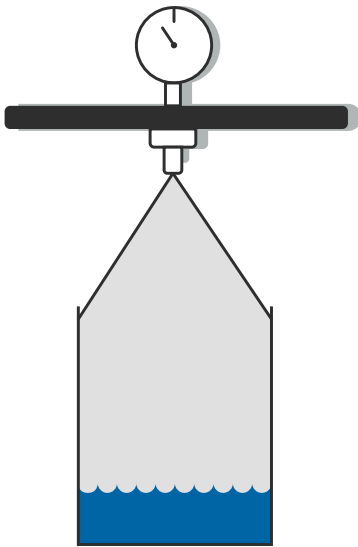
대부분 부채꼴 팁의 경우, 압력과 유량 사이의 관계를 계산할 때 제곱근에 해당하는데, 이는 스프레이 팁의 유량을 두 배로 증가시키기 위해서는 압력을 네 배 증가시켜야 한다는 것을 의미합니다. 아래의 공식과 예시를 확인하세요.

$$\frac{\text{GPM}_1}{\text{GPM}_2} = \frac{\sqrt{\text{PSI}_1}}{\sqrt{\text{PSI}_2}}$$

(US 단위)

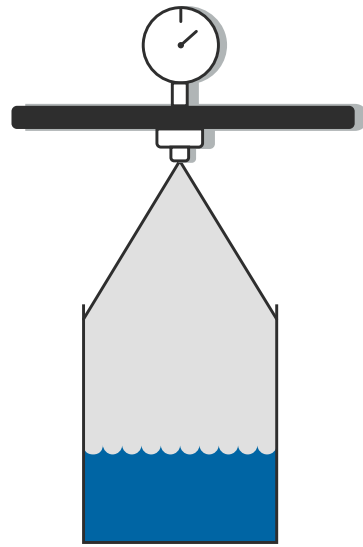
$$\frac{\text{L/min}_1}{\text{L/min}_2} = \frac{\sqrt{\text{bar}_1}}{\sqrt{\text{bar}_2}}$$

(미터법 단위)



**11002**

1,0 바 (15 PSI)=  
0,46 l/min (0,12 분당 갤런)



**11002**

4,0 바 (60 PSI)=  
0,92 l/min (0,24 분당 갤런)

### 2.8.5.1 명목 유량의 중요성

새 스프레이 노즐은 ISO-16122-2 표준에 따라 명목 유량 기준치가 +5% 또는 -5% 범위 내에서 변동될 수 있습니다.

TeeJet Technologies는 스프레이 노즐 제작에 있어 탁월한 성과와 함께 고품질 제품 생산에 전념하고 있습니다. 그 결과, 명목 특성의 변동이 적은 신뢰할 수 있는 제품이 만들어져, 분무 팁의 유량, 분사 각도, 분포의 반복성을 유지하며 처리된 영역에 균일한 적용을 가능하게 합니다.



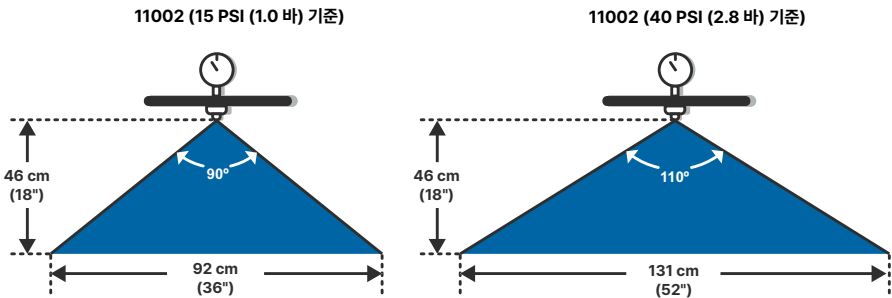
## 2.8.6 분사 각도

스프레이 팁에 표시된 분사 각도는 명목 각도로, 40 PSI (2.8 바)의 압력에서 물을 사용하여 작동하는 스프레이 노즐 각도입니다. 명목 각도는 스프레이 팁에 각인되어 있으며 TeeJet 카탈로그에 포함되어 있습니다.

분사하는 각도는 사용되는 압력과 분무 팁의 종류에 따라 다릅니다. 압력이 높아질수록, 분사 각도도 일정 범위 내에서 넓어지게 됩니다.\*

\*예를 들어, 80° 분사 각도의 스프레이 팁을 높은 압력에서 작동하더라도 110°의 각도의 성능에 도달할 수 없습니다.

예시:

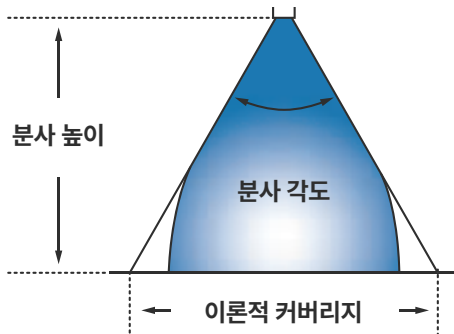


압력과 분무 노즐 각도 사이의 관계.

일반적으로 넓은 분사 각도는 더 큰 이론적 커버리지를 제공합니다. 다음 페이지의 표는 노즐 각도와 분사 거리에 따른 이론적 커버리지를 보여줍니다.

스프레이 각도 포함	다양한 스프레이 높이에 따른 이론적 커버리지 (인치)							
	8"	10"	12"	15"	18"	24"	30"	36"
15°	2.1	2.6	3.2	3.9	4.7	6.3	7.9	9.5
20°	2.8	3.5	4.2	5.3	6.4	8.5	10.6	12.7
25°	3.5	4.4	5.3	6.6	8.0	10.6	13.3	15.9
35°	4.3	5.4	6.4	8.1	9.7	12.8	16.1	19.3
40°	5.0	6.3	7.6	9.5	11.3	15.5	18.9	22.7
45°	5.8	7.3	8.7	10.9	13.1	17.5	21.8	26.2
50°	6.6	8.3	9.9	12.4	14.9	19.9	24.8	29.8
55°	7.5	9.3	11.2	14.0	16.8	22.4	28.0	33.6
60°	8.3	10.3	12.5	15.6	18.7	25.0	31.2	37.5
65°	9.2	11.5	13.8	17.3	20.6	27.7	34.6	41.6
73°	10.2	12.7	15.3	19.2	22.9	30.5	38.2	45.8
80°	11.8	14.8	17.8	22.0	27.0	36.9	44.0	53.0
85°	13.4	16.8	20.2	25.2	30.3	40.3	50.4	60.4
90°	14.7	18.3	22.0	27.5	33.0	44.0	55.4	66.4
95°	16.0	20.0	24.0	30.0	36.0	48.0	60.0	72.0
100°	17.5	21.8	26.2	32.8	40.3	52.4	65.5	78.6
110°	19.1	23.8	28.6	35.8	43.3	57.2	71.6	103
120°	22.8	28.5	34.3	42.8	51.4	68.5	85.6	
130°	27.7	34.6	41.6	52.0	62.4	83.2	104	
135°	34.3	42.9	51.5	64.4	77.3	103		
140°	43.8	54.8	65.7	82.2	98.6			
150°	59.6	74.5	89.5					

스프레이 각도 포함	다양한 스프레이 높이에 따른 이론적 커버리지 (센티미터)							
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm
80°	33.6	50.4	67.1	83.9	101	118	134	151
85°	36.7	55.0	73.3	91.6	110	128	147	165
90°	40.0	60.0	80.0	100	120	140	160	180
95°	43.7	65.5	87.3	109	131	153	175	196
100°	47.7	71.5	95.3	119	143	167	191	215
110°	57.1	85.7	114	143	171	200	229	257
120°	69.3	104	139	173	208	243		
130°	85.8	129	172	215	257			
135°	97	145	193	241	290			
140°	110	165	220	275				
150°	149	224	299					





## 2.8.7 변동 계수 - CV

스프레이 붐에 따라 분사 분포의 균일성은 붐에 장착된 스프레이 노즐 세트의 분포가 얼마나 잘 충족되었는지에 대한 결과로 나타내는 변동 계수(CV)로 평가됩니다.

변동 계수(CV)는 여러 스프레이 팁의 분포로부터 수집된 모든 데이터를 모아 분포 표에 나타내어 주어진 분포 내에서 변동을 나타내는 백분율로 요약하는 통계적 방법입니다.

$$CV = 100 \times \frac{S}{\bar{x}}$$

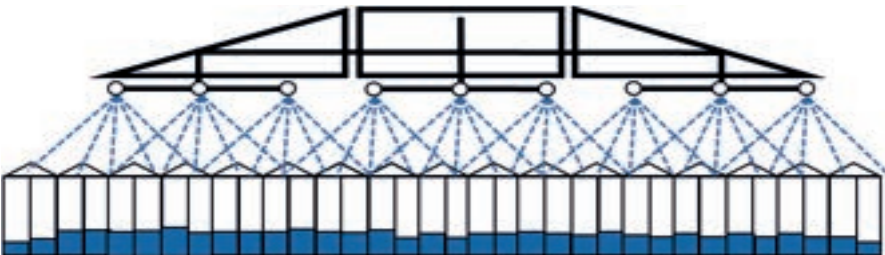
$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

ISO 16122-2 (2015)

여기서는 :

- CV는 변동 계수, 백분율(%)로 표시됨
- S는 수집된 부피의 표준 편차
- $\bar{x}$ 는 평균/중간 부피
- $\bar{x}_j$ 는 튜브의 액체 부피
- n는 수집된 수



변동 계수가 높을수록 분포 내의 변동이 커지고 적용의 균일성이 떨어지는 것으로 볼 수 있습니다.

ISO 16122-2 표준에 따르면, 처리된 영역의 좋은 품질 분포는 CV 값이 10% 이하여야 합니다. TeeJet Technologies는 표준보다 낮다고 보장하는 정밀하고 엄격한 스프레이 노즐 제작 과정을 가지고 있습니다. 아래에 보여진 이미지에서는 TT11004 스프레이 노즐 적용을 통해 우수한 분포를 관찰할 수 있으며, CV는 5% 미만입니다.



## TT 11004

간격: 20" (50 cm)  
붐 높이: 20" (50 cm)  
압력: 40 PSI (2.8 바)

CV < 5%



## 2.8.8 스프레이 노즐 마모

스프레이 노즐은 영원히 사용할 수 없고, 마모가 되었는지도 알아차리기가 어렵습니다. 왜냐하면, 10%, 20%나 심지어 30% 이상이 마모되었다 하더라도 눈에 보이지 않기 때문입니다. 조금이라도 마모된 팁을 사용하게 되면 큰 피해 비용이 발생할 수 있습니다. 물, 작물 보호 제품, 노동력이 낭비될 수 있고 작물 보호 제품의 적용 품질 또한 저하될 수 있습니다.

스프레이 노즐 마모는 다음의 경우와 같습니다.:

- 노즐 재질
- 작물 보호 제형 유형 (예: 혼합가능한 분말)
- 수질
- 작동 압력
- 세척 절차

눈으로 보고 판단하기 보다는 사용한 스프레이 노즐과 같은 크기, 같은 종류, 같은 압력의 새 노즐이 얼마나 액체를 분사하는지 비교하는 것이 좋습니다. 사용한 노즐이 10% 이상 더 많이 분사할 경우 교체해야 합니다 (양적 방법).

스프레이 노즐 TTJ60 11004의 새 팁과 스프레이 기계에 장착된 팁이 뿌린 양을 측정해보세요.



스프레이 기계에 장착된 마모된 스프레이 팁이 30초 동안 수집한 양:

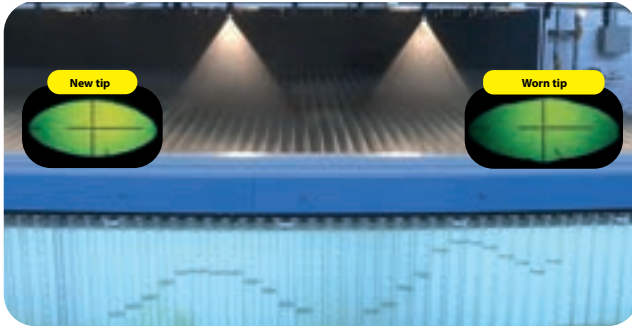
30초 = 30 fl oz (0.23 GPM)  
예상 : 0.40 GPM  
실제 : 0.47 GPM  
+17.2%

새 스프레이 팁이 30초 동안 수집한 양:

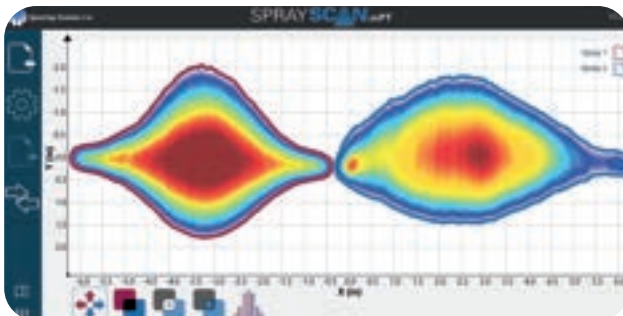
30초 = 26 fl oz (0.20 GPM)  
예상 : 0.40 GPM  
실제 : 0.41 GPM  
+1.6%

또한, 새 노즐과 사용한 노즐이 어떻게 액체를 분사하는지 비교해 보고, 사용한 노즐이 새 노즐과 다르게 분사하는지 확인해 보시기 바랍니다 (질적 방법).

아래 이미지에서 새 노즐(왼쪽)과 닳은 노즐(오른쪽)의 분사 패턴을 비교하는 분포 표를 볼 수 있습니다. 닳은 노즐은 용량보다 30% 더 많은 분사를 하고 있습니다. 새 노즐과 닳은 노즐의 분사 패턴은 똑같이 보이기 때문에 눈으로만 비교하기 어렵습니다.



또한, 새 노즐과 닳은 노즐의 분사 패턴을 비교할 수 있는 소프트웨어 프로그램을 사용할 수 있습니다(질적방법). 아래 이미지에서는 SprayScan mPT 소프트웨어가 새 노즐(왼쪽)과 닳은 노즐(오른쪽)의 분사 패턴을 비교하는 것을 볼 수 있습니다. 예시에서 보이는 것과 같이, 새 스프레이 노즐은 중앙에 보존된 적치와 가장자리로의 흩어짐이 있는 우수한 입자 분포 균일성을 가지고 있습니다. 입자들은 분사 중앙에 집중되어 있으며, 빨간색으로 표시되어 있습니다. 반면, 닳은 스프레이 노즐은 불균일한 분포를 보이며, 불규칙한 분포 색상 패턴으로 나타나게 됩니다.

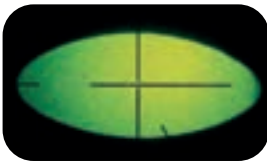


## 2.8.9 손상된 스프레이 노즐

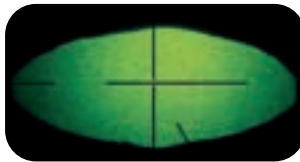
부채꼴 스프레이 노즐은 노즐 주변에 정교하게 만들어진 얇은 가장자리가 분사를 제어합니다. 잘못된 청소로 인해 아주 작은 손상조차도 유량의 증가와 불량한 분포도를 초래합니다.

막힘을 최소화하기 위해 스프레이 시스템에 적절한 필터를 사용해야 합니다. 팁이 막히면 금속 물체가 아닌 부드러운 솔이나 압축 공기로 청소하시기 바랍니다. 플라스틱과 같이 부드러운 소재의 노즐은 목재 이쑤시개로도 노즐의 모양을 변형시킬 수 있으므로 각별히 조심해야 합니다.

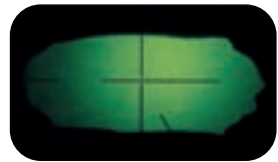
아래 이미지는 새 팁과 비교했을 때 노즐 오리피스에 마모와 손상 내부를 볼 수 있습니다. 마모된 팁의 가장자리는 새 팁의 가장자리보다 더 둥글게 보입니다. 팁의 손상은 부적절한 청소로 인해 발생합니다. 이런 팁으로 인한 분사 결과는 아래에서 확인 가능합니다.



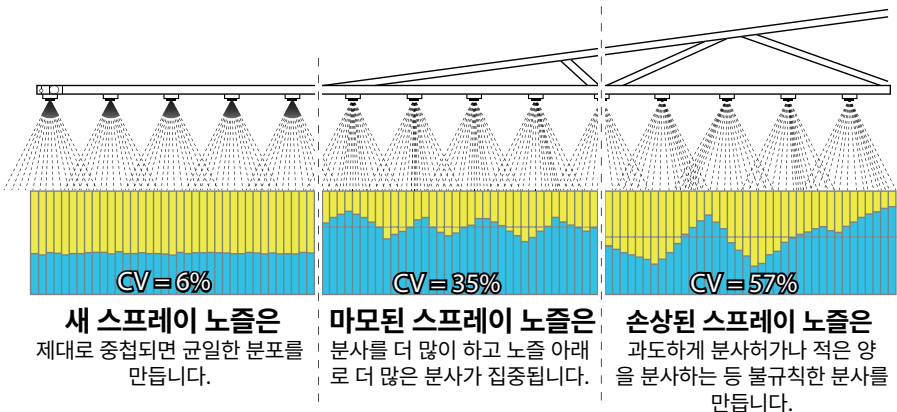
새 스프레이 노즐



마모된 스프레이 노즐

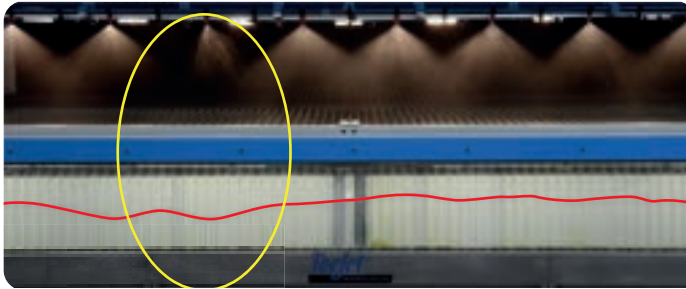
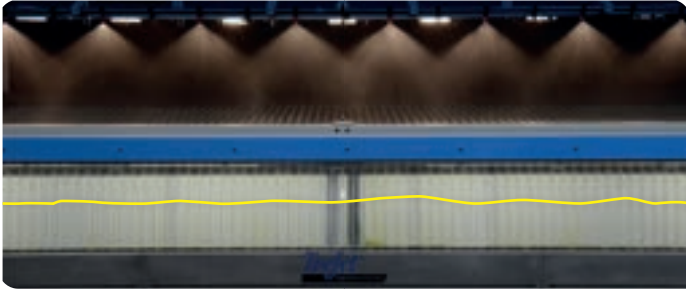


손상된 스프레이 노즐



## 2.8.10 막힌 스프레이 노즐

막힌 스프레이 노즐은 유량과 분사 패턴에 영향을 미칩니다. 아래 보이는 이미지에서는 스프레이 붐을 따라 하나의 막힌 스프레이 팁이 변동 계수(CV)에 어떤 부정적인 영향을 끼치는지 비교할 수 있습니다.



### AIXR 11004

간격: 20" (50 cm)  
붐 높이: 20" (50 cm)  
압력: 40 PSI (2.8 바)



CV = 3.6% vs 붐을 따라 막힌 스프레이 팁으로 인해 17.4%

## 2.8.11 스트레이너 유지 및 보수

농업용 분무기의 배관 시스템에는 여러 부품이 있습니다. 라인 필터와 스프레이 노즐 필터는 시스템에서 매우 중요한 부분으로, 스프레이 팁이 막히는 것을 방지하고, 탱크에 든 액체를 제대로 걸러주기 위해 적절한 크기로 잘 설치되어 있고 상태도 좋아야 합니다.

아래 사진은 관리가 잘되지 않은 필터의 경우입니다.



## 2.8.12 스프레이 붐 안정성

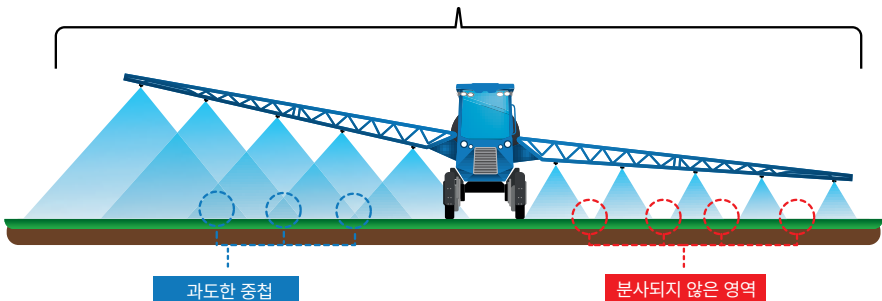
농업용 분무 장비에서 붐의 안정성이 좋아야 수직(위/아래 기울기) 과 수평(오른쪽/왼쪽 흔들림) 움직임을 줄일 수 있으며, 분무 시 스프레이 기 전체에 걸쳐 더 균일한 적용이 가능합니다.

다음 이미지는 (위) 안정성이 좋을 때 추천하는 분사의 중첩과, (아래) 안정성이 낮을 때의 불균등한 중첩을 보여줍니다. 안정성이 없을 경우 분사되지 않은 영역과 과도하게 겹치는 영역이 발생해 분사 범위에 걸친 분포에 부정적인 영향을 미칩니다.

권장되는 중첩



붐을 따라 불균형한 중첩





### 2.8.13 기상 조건

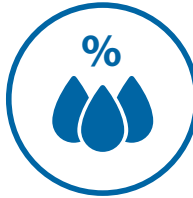
기온이 30°C(86°F) 이상, 상대 습도가 55% 이하, 그리고 풍속이 10 MPH(17 km/h) 이상일 경우 입자의 움직임과 휘발성 이동에 직접적인 영향을 미쳐, 농작물 보호 제품의 효과와 현장 내 분포에 영향을 줍니다.

풍속



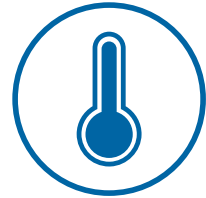
3 - 10 MPH  
(5 - 17 km/h)  
사이

상대 습도



55% 이상

기온



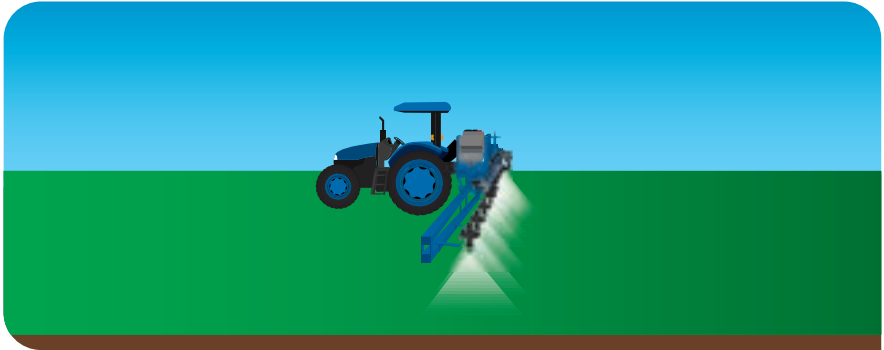
10°C - 30°C  
(50°F - 86°F)  
사이



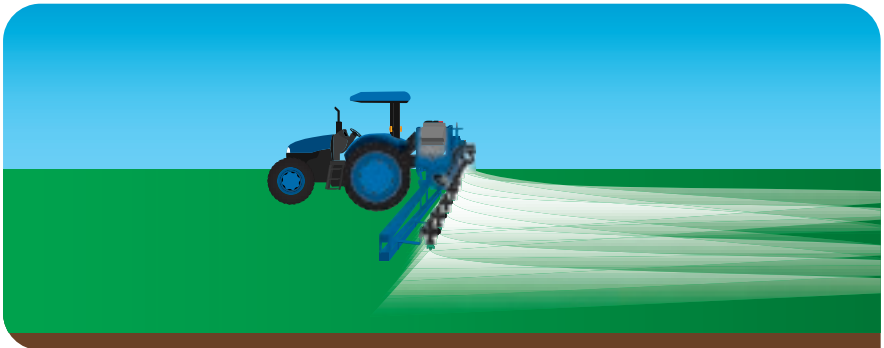
## 2.8.14 분사 이동 속도 및 비산

분사 속도를 높이고 동일한 적용 비율을 유지하게 되면 시스템의 압력이 자동으로 증가하여 더 작은 입자가 형성됩니다. 따라서 분사 이동 속도가 빠를수록 분무된 약제가 바람에 날려 이동하는 '비산'이 발생할 가능성이 더 큽니다.

낮은 이동 속도



높은 이동 속도



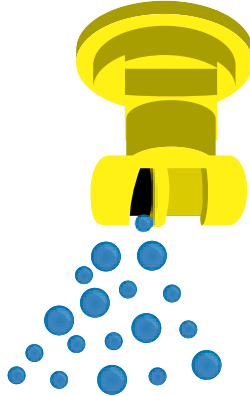
## 3.1 입자 특성

입자 크기에 대한 정보는 지난 십 년 동안 상당히 증가했습니다. 입자의 크기에 대한 정확한 정보는 농작물 보호 제품의 효과성에 매우 중요한 요소입니다. 1) 적용되는 농작물 보호 제품의 종류, 식물 내 이동성, 언제 이 적용이 이루어지는지, 2) 목표의 위치, 3) 기상 조건, 4) 표류 제어의 필요성 등 기타 다른 요인들과 관계가 있습니다.

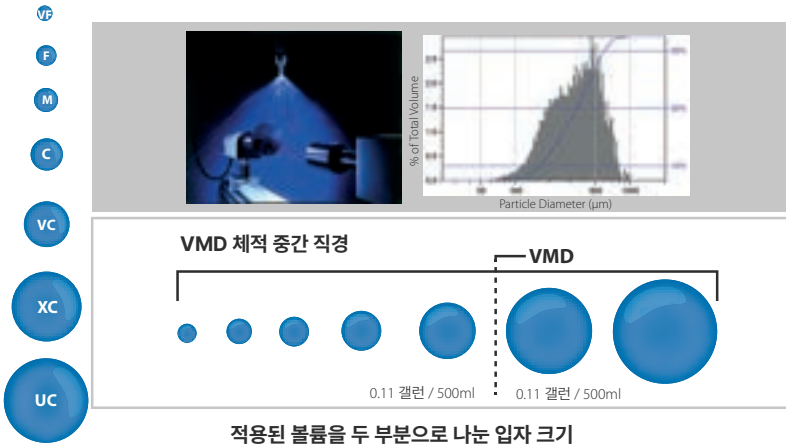
입자는 액화 과정의 부산물로, 스프레이 팁의 출구 오리피스를 통해 액체를 강제로 밀어내기 시작함으로써 생성됩니다. 팁에서 나온 유체는 작은 리가먼트(결합체) 형태로 나타납니다. 이 리가먼트들은 그 후 더욱 분해되어 매우 작은 "조각들", 즉 입자로 나뉩니다.



각 스프레이는 다양한 입자 크기를 제공하며, 이 범위를 입자 크기 분포라 부릅니다.










스프레이 팁에서 생성된 입자 크기 분포의 분석은 레이저와 이미징 시스템을 갖춘 장비로 측정됩니다. 이 장치들은 입자 크기의 평가에 사용되는 매개변수인  $DV_{0.1}$ ,  $DV_{0.5}$  (또는 VMD),  $DV_{0.9}$ , 표류 가능한 미세 입자의 비율, 상대적 범위와 같은 측정치를 제공하며, 이는 본 장에서 더 자세히 알아보겠습니다.



## 입자 크기

입자 크기는 분사된 입자의 지름으로 결정됩니다. 입자 크기는 마이크로(μm) 단위로 측정됩니다. 한 마이크로(1 μm)은 1/25,000 인치 또는 대략 0.001 mm에 해당합니다. 참고를 위해, 아래 표는 알려진 물체들의 각각의 크기를 μm 단위로 보여줍니다.

물체		상대적 크기 (μm)
바늘 끝		25
머리카락		100
재봉실		150
치솔의 브러시		300
스테이플		550
클립		850
2호 연필 심		2000

입자 크기, 분포, 그리고 상대적 범위는 용액의 특성과 점도, 스프레이 노즐 설계, 스프레이 노즐 오리피스를 통한 유량, 액체의 압력과 같은 요소들로 인해 변할 수 있습니다.

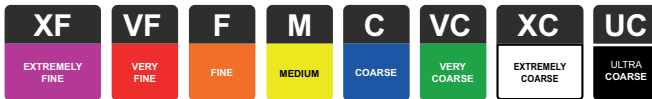
## 3.2 입자 크기 분류 표준

입자 크기 분류는 엄격하고 간결한 표준을 따릅니다. 이 표준은 1985년 영국의 British Crop Protection Council (BCPC)에 의해 처음 만들어졌습니다. 이 분류 체계는 일련의 입자 크기 등급을 설정했습니다.

1999년, 미국의 농업 및 생물공학 공학회(American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASABE)는 입자 크기 분류를 위한 새로운 표준인 ASABE S572을 개발했으며, 여기서 입자 크기 경계는 정의된 일련의 TeeJet 참조 노즐과 운영 압력에 의해 설정되었습니다 (ASABE, 2009). ASABE S572 원본 표준은 여섯 개의 입자 크기 등급 (VF, F, M, C, VC, XC)을 설정하고, 5개의 참조 노즐이 사이의 경계를 정의했습니다. 같은 해 표준의 검토를 통해 두 개의 추가 입자 크기 등급이 추가되었고(ASABE S572.1), 총 여덟 개의 등급(XF, VF, F, M, C, VC, XC, UC)이 되었습니다.

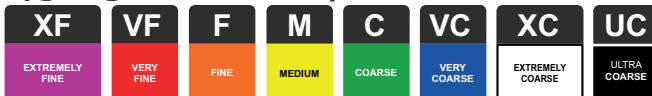
국제 표준화 기구(International Organization for Standardization, ISO)는 국제 입자 크기 분류 표준의 개발에 착수했고, 2018년에 ISO 25358 표준이 발행되었습니다(ISO, 2018). 이 표준은 입자 크기 분류 범위의 일부를 업데이트하여 분류 경계가 더 명확해졌습니다. 변경된 것은 C/VC, VC/XC, XC/UC 경계뿐입니다. ASABE는 ISO 25358과 일치하도록 표준을 ASABE S572.3으로 업데이트했습니다.

### 색상 코딩 - ASABE S572.1



(ASABE, 2009)

### 색상 코딩 - ISO 25358 / ASABE S572.3



(ISO, 2018 / ASABE, 2020)

### 3.3 입자 크기 변수 평가

스프레이 팁에서 생성된 입자 크기를 평가하기 위해, 몇 가지 측정치와 매개변수를 이해해야 합니다.

- **DV<sub>0.1</sub>** - 전체 분무된 액체 부피의 10%가 이 값보다 작거나 같은 직경을 가진 입자로 구성되어 있는 값을 말합니다. 예를 들어, DV0.1이 100  $\mu\text{m}$ 으로 나열되어 있다면, 이는 분무 부피의 10%만이 100  $\mu\text{m}$ 보다 작은 입자에 포함되어 있다는 것을 의미합니다. 분무 부피의 나머지 90%는 100  $\mu\text{m}$ 보다 큰 입자에 포함됩니다.

- **DV<sub>0.5</sub>** - VMD로도 알려져 있으며, 전체 분무된 액체 부피의 50%가 중간값보다 큰 직경의 입자와 중간값보다 작은 입자로 구성되어 있는 값을 말합니다. 예를 들어, VMD가 250  $\mu\text{m}$ 으로 나열되어 있다면, 이는 분무 부피의 50%가 250  $\mu\text{m}$ 보다 크고 작은 입자에 포함되어 있다는 것을 의미합니다.

- **DV<sub>0.9</sub>** - 전체 분무된 액체 부피의 90%가 이 값보다 작거나 같은 직경을 가진 입자로 구성되어 있는 값을 말합니다. 예를 들어, DV0.9가 500  $\mu\text{m}$ 으로 나열되어 있다면, 이는 분무 부피의 90%가 500  $\mu\text{m}$  이하의 입자에 포함되어 있다는 것을 의미합니다. 분무 부피의 10%만이 500  $\mu\text{m}$ 보다 큰 입자에 포함됩니다.

- **비산가능한 미세 입자들** - 분무 부피 중 150  $\mu\text{m}$ 보다 작은 직경의 입자 비율입니다.

- **상대적 범위 (RS)** - 팁에서 생성된 입자 크기 분포의 균일성을 나타내는 매개변수입니다. RS 값이 낮을수록, 분무 입자 스펙트럼은 더 균일합니다.

\* 1 마이크로 (  $\mu\text{m}$  ) = 1/25,000" = 0.001 mm.

$$\text{상대 폭} - RS = \frac{DV_{0.9} - DV_{0.1}}{DV_{0.5}}$$

### TIP 1

$$DV_{0.1} = 146 \text{ } \mu\text{m}$$

$$DV_{0.5} = 340 \text{ } \mu\text{m}$$

$$DV_{0.9} = 599 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{상대 폭} - RS = \frac{DV_{0.9} - DV_{0.1}}{DV_{0.5}}$$

$$RS = \frac{DV_{0.9} - DV_{0.1}}{DV_{0.5}} \rightarrow RS = \frac{599 - 146}{340} = 1.33$$

### TIP 2

$$DV_{0.1} = 144 \text{ } \mu\text{m}$$

$$DV_{0.5} = 340 \text{ } \mu\text{m}$$

$$DV_{0.9} = 467 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{상대 폭} - RS = \frac{DV_{0.9} - DV_{0.1}}{DV_{0.5}}$$

$$RS = \frac{DV_{0.9} - DV_{0.1}}{DV_{0.5}} \rightarrow RS = \frac{467 - 144}{340} = 0.95$$

상대 폭 값이 낮을수록  
분사되는 입자 스펙트럼이  
더 균일합니다.



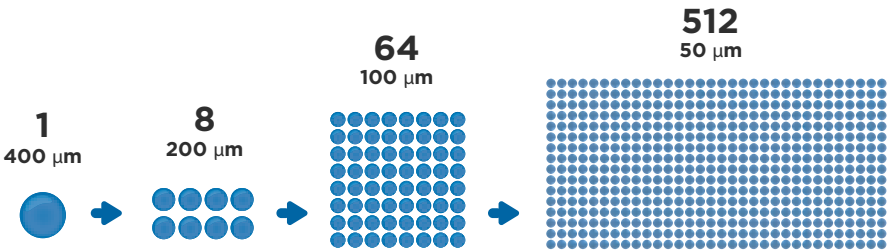
## 3.4 입자 크기 비교

### 3.4.1 입자 크기 분류 표준

동일한 부피를 고려할 때 물방울의 지름을 반으로 줄이면 형성되는 물방울의 수는 8배 증가하고, 덮는 면적은 2배가 됩니다. 아래에 나온 공식과 예시로 설명됩니다.

$$\text{부피} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

따라서:



### 3.4.2 작동 압력

특정 압력에서 액체 용액을 분사할 경우, 액체는 스프레이 노즐 오리피스를 통해 흘러가며 다양한 크기의 입자를 생성합니다. 대부분의 스프레이 팁의 경우, 노즐 오리피스 크기가 작고 시스템 압력이 높을수록 생성되는 입자가 더 미세해집니다.

압력에 따라 입자 크기가 달라질 수 있음을 명심하시기 바랍니다. 예를 들어, TT 11002 노즐은 30 PSI (2바) 미만의 압력에서 큰 입자를 생성하고, 45에서 75 PSI (3~5 바) 사이의 압력에서 중간 정도 크기의 입자를 생성하며, 75 PSI (5바) 이상의 압력에서는 미세한 입자를 생성합니다.

	압력 (PSI)	입자 크기
TT11002	15	VC
	30	C
	45	M
	60	M
	75	M
	90	F

### 3.4.3 커버리지

커버리지는 적용 중에 스프레이 입자를 받은 대상 표면 면적의 백분율입니다. 대상 범위, 적용량, 작물 잎 면적 지수 및 입자 직경 간의 관계는 Courshee(1967) 방정식을 통해 계산하고 이해할 수 있습니다.

$$C=15 \frac{(VRK)^2}{AD}$$

여기서:

C = 적용 범위(면적의 백분율)

V = 적용 비율(l/ha)

R = 회수율(적용된 양 중 대상에 도달한 양의 백분율)

K = 입자 확산 계수

A = 잎 면적 지수(ha)

D = 입자 직경( $\mu\text{m}$ )

Courshee 방정식을 이루는 매개 변수에는 적용 비율과 입자 직경만 적용을 쉽게 조절할 수 있습니다.

**따라서 다음과 같이 정리할 수 있습니다:**

- 대상 범위를 늘리려면 적용 비율을 늘리거나 입자 크기를 줄여야 합니다.

- 대상 범위를 유지하려면 적용 비율을 낮추려면 입자 크기를 줄여야 합니다.

- 대상 범위를 유지하면서 큰 입자를 사용하려면 적용 비율을 늘려야 합니다.

- 접촉식 작물 보호제나 이동이 제한된 제품을 사용할 경우, 작은 입자부터 큰 입자 형태의 분사를 하거나 적용 비율을 높여 더 많은 표면을 덮을 수 있도록 해야합니다.

- 큰 입자를 생성하는 노즐은 주로 침투식 제초제 및 발아 전 작물용 제초제에 사용됩니다.

#### 3.4.4 비산

입자 크기가 작을수록 비산될 가능성이 큽니다. 비산되기 쉬운 입자는 지름이 150 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )보다 작은 것들입니다. 그래서 작물 보호 약제를 분사할 때, 미세한 입자는 운동량을 빨리 잃어버리고, 공중에 더 오랫동안 떠 있게 되며, 바람의 영향을 더 많이 받아 더 멀리 퍼질 수 있습니다.



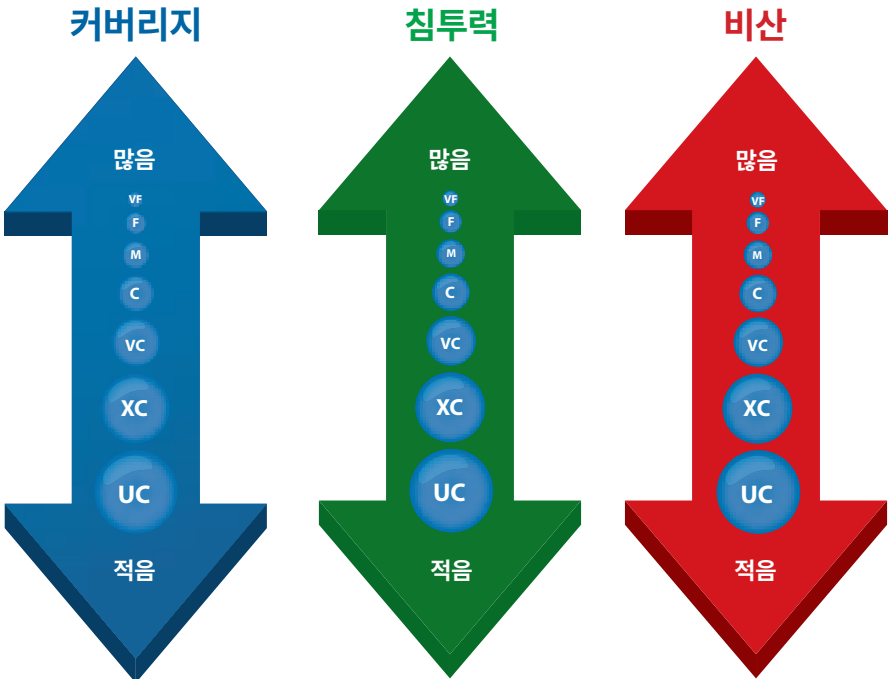
### 3.4.5 침투력

입자의 크기가 클수록 표면에 더 많이 남게 되고 작물 잎 사이로 침투하는 데 어려움이 있습니다.

현장 상황에 따라, 바람과 분사의 이동 속도가 잎 안으로 들어가는 다양한 크기의 입자들이 어떻게 퍼지는지에 영향을 줍니다.

**따라서:**

더 미세한 입자는 더 넓은 면적을 커버하고 더 좋은 침투력을 가질 수 있긴 하지만, 무게가 적고 움직임이 적어 공기의 흐름을 따라가기 쉽습니다. 따라서, 비산과 환경 오염의 위험을 높일 수 있습니다.



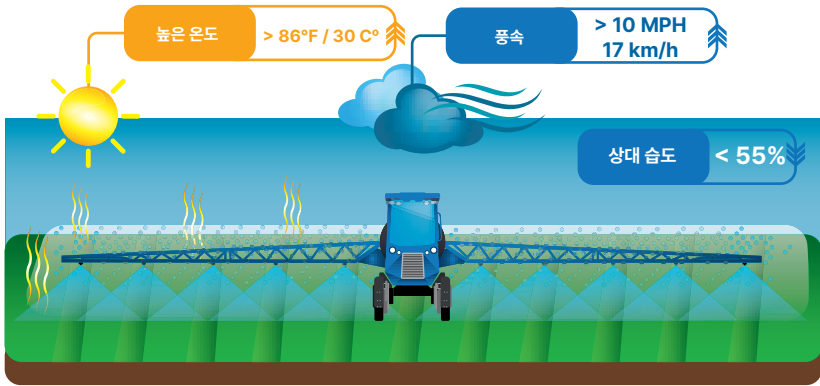
#### 4.1 비산 정의

비산은 공기를 통해 분사된 액체 입자가 목표가 아닌 다른 장소로 이동하고 쌓이는 것을 말합니다. 비산은 입자 비산과 증기 비산 두 가지 형태가 있습니다.

**입자 비산**은 작물 보호 제품을 분사하는 동안 또는 그 이후에 발생할 수 있으며, 이는 공기 흐름을 통해 입자가 목표물을 벗어난 곳으로 움직이는 것입니다. 목표 지역 밖으로 제품이 움직이는 것을 엑소-비산이라고 하며, 같은 지역 내에서의 제품 이동(예: 표면 유출)은 엔도-비산이라고 합니다.

**증기 비산**은 작물 보호 제품을 분사한 직후에 발생하는데, 증발된 입자와 목표 표면에서 나온 작물 보호 제품의 증기가 목표가 아닌 장소에 도달할 때 일어납니다. 이는 특정 기상 조건, 예를 들어 상대 습도가 낮고 온도가 높은 상황과 상호 작용할 때 작물 보호 제품 용액의 특성에 따라 달라지며, 이는 증기 비산에 직접적인 영향을 미칩니다.

기상 조건, 예를 들어 풍속과 풍향, 상대 습도, 그리고 기온은 아래 이미지에 예시된 것처럼 비산 발생에 직접적인 영향을 줍니다.



비산 일러스트레이션

부적절한 기상 조건에서 작물 보호 제품을 분사하거나 부적절한 분사를 할 경우, 사용된 제품의 휘발성 또는 입자 이동으로 인한 비산이 q 라생하여 인접 지역의 오염과 분사된 제품에 민감한 작물에 피해를 끼칠 수 있습니다.



비산 일러스트레이션



## 4.2 비산 원인

비산은 여러 요소들이 관여되어 복잡한 과정이라고 할 수 있습니다.

예를 들면:

- 4.2.1. 입자 크기
- 4.2.2. 작동 압력
- 4.2.3. 분 높이
- 4.2.4. 풍속 및 풍향
- 4.2.5. 공기 온도 및 상대 습도
  - 4.2.5.1. 델타 T
- 4.2.6. 온도 역전
- 4.2.7. 스프레이 노즐 용량
- 4.2.8. 적용량
- 4.2.9. 분무 이동 속도



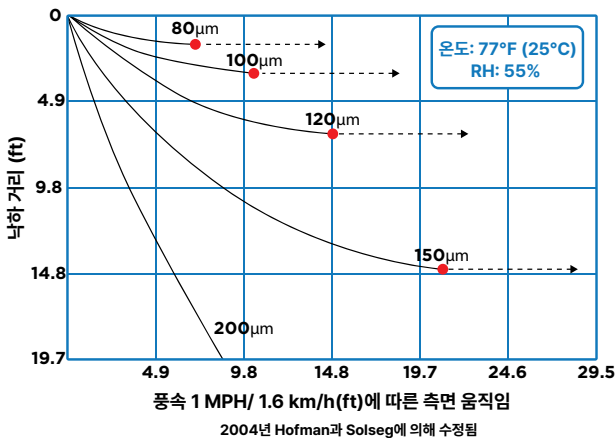
## 4.2.1 입자 크기

분사 시스템에서 입자 크기는 가장 중요한 요소 중 하나이며, 비산과 직접적인 관련이 있습니다. 이전 장에서 언급했듯이, 지름이 150 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 입자는 비산 가능성이 높은 입자로 분류되며, 이를 '비산 가능한 미세 입자'이라고도 합니다. 매우 미세한 입자는 목표에 도달하기 전에 바람과 증발의 영향을 더 많이 받습니다.

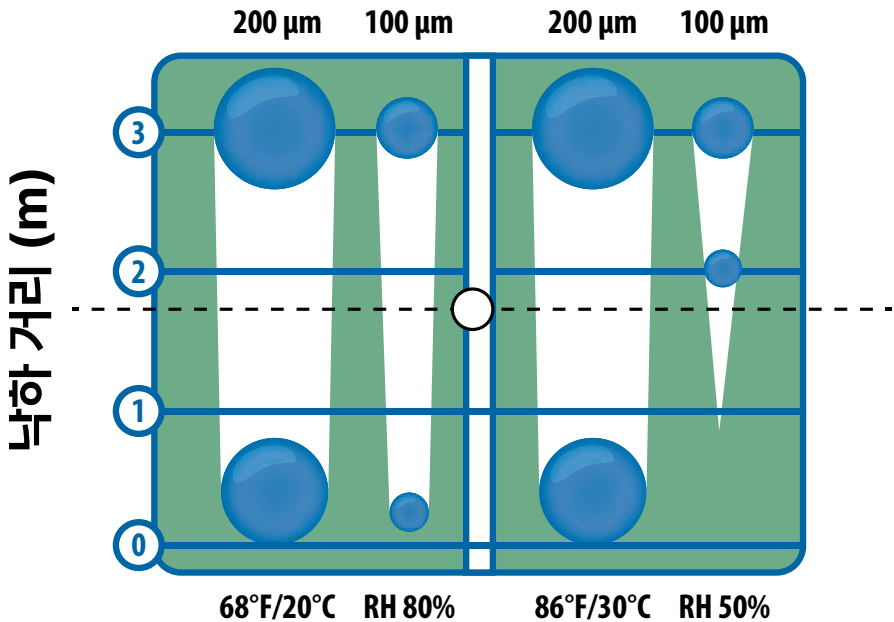


아래 그래픽은 다른 지름을 가진 입자들의 낙하 거리와 바람에 의한 옆으로의 이동을 보여줍니다. 150  $\mu\text{m}$  미만인 입자는 권장된 기상 조건에서 분사되었음에도 불구하고 증발과 입자 이동으로 인해 손실되는 것을 볼 수 있습니다.

입자 지름 / 온도: 77°F (25°C) RH: 55%

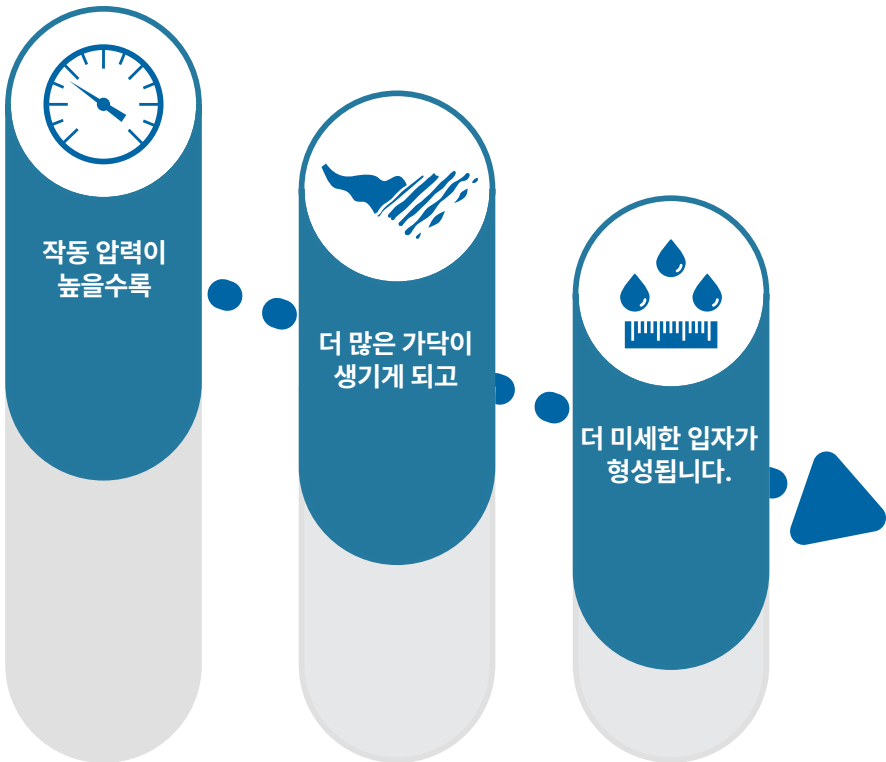


아래에 그려진 이미지는 두 가지 다른 분사 상황에서 200 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )와 100 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 크기의 입자가 증발하여 크기가 변하는 것을 나타냅니다: 첫 번째 상황(왼쪽)에서는 68°F/20°C와 80% 상대 습도에서 분사가 이루어졌고, 두 번째 상황(오른쪽)에서는 86°F/30°C와 50% 상대 습도에서 분사가 이루어졌습니다. 두 번째 상황에서는 100  $\mu\text{m}$  입자가 목표에 도달하기 전에 증발한 반면, 더 큰 지름의 입자는 목표에 도달했다는 것을 볼 수 있습니다.



## 4.2.2 작동 압력

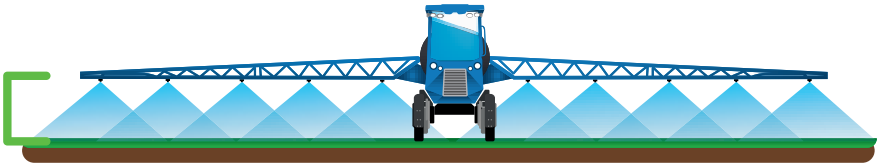
작동 압력은 스프레이 팁에서 만들어지는 입자의 크기에 영향을 줍니다. 앞에서 언급한 바와 같이, 입자는 스프레이 끝에서 액체가 세게 나올 때 생기는 작은 방울로, 압력을 높일수록 입자는 더 잘게 많이 나뉘게 되고, 압력을 낮출수록 입자는 더 크고 적게 나뉘게 됩니다.



### 4.2.3 붐 높이

스프레이 붐이 작물 또는 목표물로부터 얼마나 떨어져 있는지에 따라 바람, 기류 및 다른 날씨 요소들이 입자를 원하는 타겟 지점으로 부터 벗어나게 합니다. 분사할 때, 스프레이 붐이 작물이나 목표에 가까이 있을수록 액체가 다른 곳으로 흩어지는 일이 적어집니다. 그러나, 스프레이 노즐 제조사가 제시한 권장 높이보다 스프레이 붐이 너무 낮으면 약제가 불균일하게 뿌려져서 작물이 제대로 보호받지 못할 수 있습니다.

이상적인 스프레이 붐 높이



20" (0.5 m)



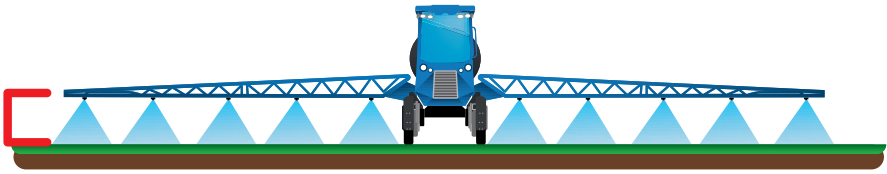
스프레이 노즐 제조업체의 권장보다 높은 스프레이 붐 높이



40" (1.0 m)

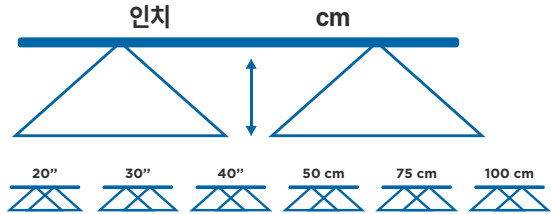


스프레이 붐 높이가 스프레이 노즐 제조사의 권장보다 낮을 경우



12" (0.30 m) ❌

이상적인 붐 높이는 분사의 균일성을 높이기 위해 스프레이 노즐 제조사의 권장 사항에 기반해야 합니다. 붐 높이는 스프레이 각도와 노즐 간격에 따라 다르며, 이는 아래의 표와 같이 제조사의 카탈로그에도 명시되어 있습니다.



TP, TJ	65°	22-24"	33-35"	NR*	75 cm	100 cm	NR*
TP, XR, TX, DG, TJ, AI, XRC	80°	17-19"	26-28"	NR*	60 cm	80 cm	NR*
TP, XR, DG, TT, TTI, TJ, DGTJ, AI, AIXR, AIC, XRC, TTJ, AITTJ	110°	16-16"	20-22"	NR*	40 cm	60 cm	NR*
FullJet	120°	10-18"***	14-18"***	14-18"***	40 cm**	60 cm**	75 cm**
FloodJet TK, TF, K, QCK, QCTF, 1/4TTJ	120°	14-16"****	15-17"****	18-20"****	40 cm***	60 cm***	75 cm***

\* NR - 권장하지 않음

\*\* 노즐/노즐 높이는 방향 각도 30°와 45°를 기준으로 함.

\*\*\* 더 넓은 각도의 노즐/노즐 높이는 캡의 방향에 의해 영향을 받음

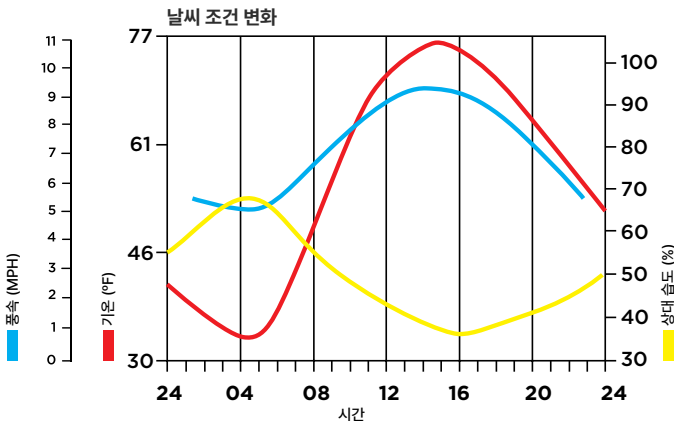
#### 4.2.4 풍속과 풍향

풍속과 풍향은 가장 중요한 조건입니다. 풍속이 클수록 작은 입자는 목표에서 더 멀리 날려갈 것입니다. 매우 미세한 입자는 큰 입자에 비해 풍속의 영향을 더 많이 받습니다 (아래 표 참조).

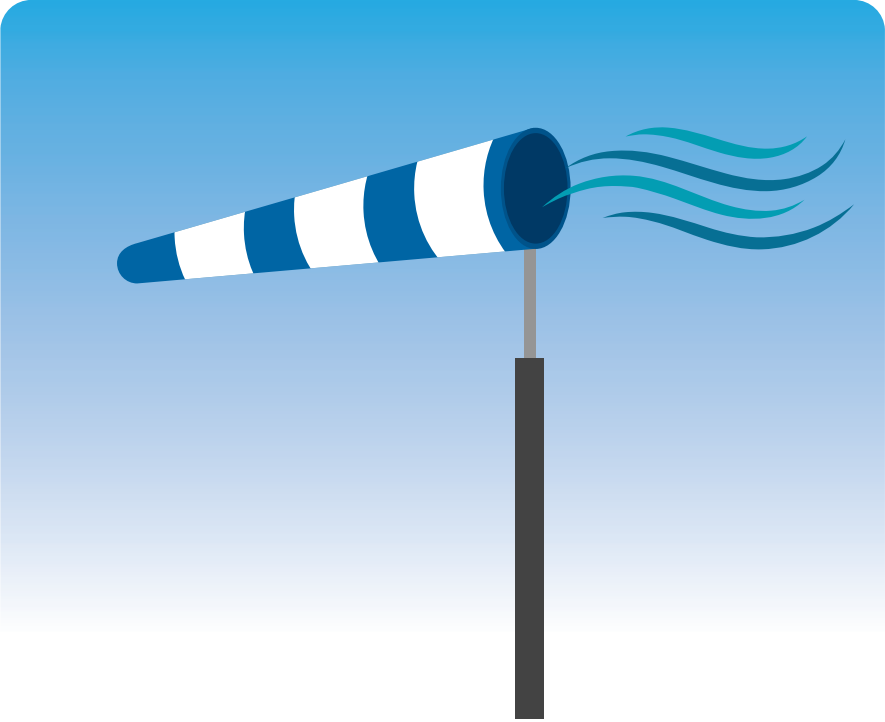
입자 지름 ( $\mu\text{m}$ )	비산 (ft (m))	
	1 MPH (1.6 km/h)	5 MPH (8.0 km/h)
100 (매우 미세한)	15 (4.6)	77 (23.5)
400 (굵음)	3 (0.9)	15 (4.6)

주변의 민감 작물에 손상을 줄 수 있는 농약/비료 도포시에는 풍속과 풍향은 더욱 중요해집니다. 따라서 바람이 민감한 작물이 있는 지역으로 불고 있다면, 분사 작업을 피해야 합니다

풍속이 3 MPH 이하면 공기 불안정, 예를 들어 온도 역전과 같은 것을 나타낼 수 있으며, 이는 비산 손실을 초래할 수 있습니다. 권장 사항은 풍속이 3 MPH (5 km/h) 이상이고 10 MPH (17 km/h) 이하일 때 분사 작업을 실시해야 한다는 것입니다.



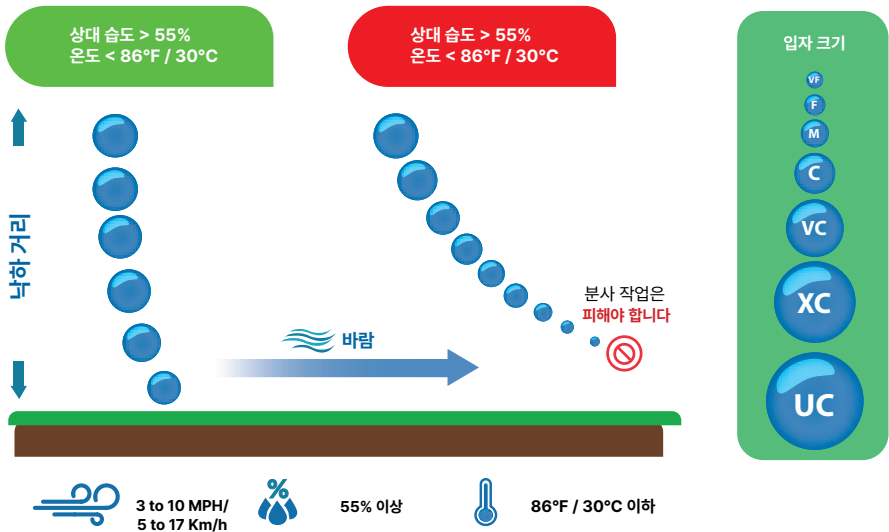
따라서, 분사 작업을 시작할 때와 탱크를 다시 채울 때마다 휴대용 기상 스테이션을 사용해서 풍속을 측정해야 합니다.



## 4.2.5 공기 온도 및 상대 습도

공기 온도와 상대 습도는 입자 증발에 직접적으로 영향을 미칩니다. 미립화된 입자는 높은 온도와 낮은 상대 습도 조건에 민감하며, 큰 입자와 비교할 때 목표 지점에 도달할 가능성이 적습니다.

아래에 나온 예시에서는 왼쪽에 이상적인 기상 조건 하에서의 분사 시뮬레이션, 오른쪽에는 권장하지 않는 조건 하에서의 시뮬레이션을 관찰할 수 있습니다. 권장하지 않는 조건 하에서는 온도가 86°F/30°C 이상이고 상대 습도가 55% 이상인 상황입니다.



만약 이상적이지 않은 기상 조건 (높은 온도와 낮은 상대 습도)에서 분사 작업을 수행해야 할 경우, 낙석 방지 노즐, 평면 팬 노즐 및/또는 비산에 더 저항력이 있는 큰 입자를 생성하는 공기 유도식 팁을 사용하는 것과 같은 변수를 변경해야 합니다.



### 4.2.5.1 델타 T

델타 T는 농작물 보호제 적용을 위해 적합한 분사 조건을 결정하기 위해 사용되는 대기 습도 매개 변수입니다. 습기와 입자 수명을 나타내며 온도계의 습구 온도와 건구 온도 간의 관계를 통해 추정됩니다. 이를 나타내는 방식은 다음과 같습니다.

$$\text{델타 T } (\Delta T) = T_w - T_d.$$

$T_w$  - 습구 온도

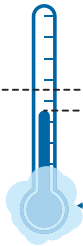
$T_d$  - 건구 온도

습구 온도는 습한 천으로 감싼 온도계로 측정되는 값으로 공기 습도의 영향을 받고, 건구 온도는 일반 온도계로 측정되는 값으로 공기 습도의 영향을 받지 않습니다.

건구 온도



습구 온도



차이가 작을수록  
습기가 높습니다.

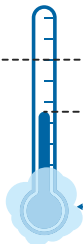
$< \Delta T$

습한 천

건구 온도



습구 온도



차이가 클수록  
습기가 낮습니다.

$> \Delta T$

습한 천

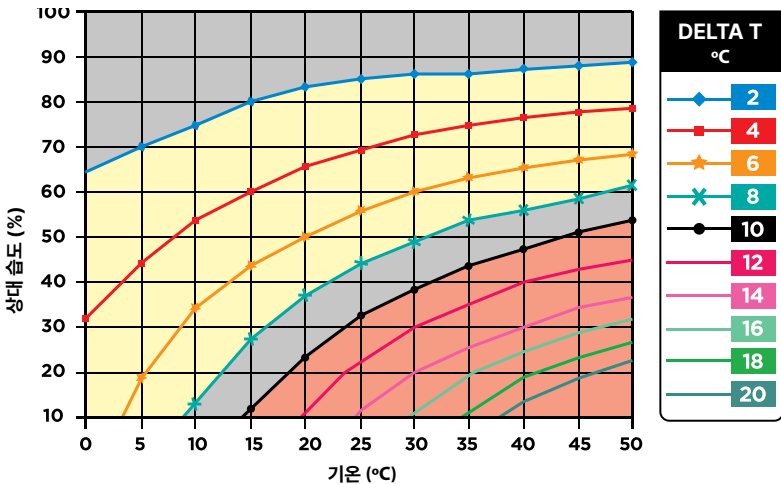
- 공기가 더 건조하면 습한 천을 통해 물의 증발이 더 커지고, 온도계의 온도가 낮아집니다.

- **낮은 델타 T** - 델타 T가 낮을수록 미세한 입자의 지속 시간이 길어집니다.
- **높은 델타 T** - 델타 T가 높을수록 상대 습도가 낮아 입자 지속 시간이 짧습니다.

아래 그래픽에서 볼 수 있듯이, 델타 T 값은 2에서 20 사이의 범위를 가질 수 있습니다. 안전하고 고효율의 스프레이 적용을 위해 권장 델타 T 값은 2에서 8 사이이며, 온도 범위는 5에서 25°C(41에서 77°F)이고, 상대 습도는 60에서 95% 사이여야 합니다.

8에서 10사이의 델타 T 값은 분사 적용을 할 때, 권장하지 않는 조건으로 이 경우 에어 공기 유도식 팁과 같은 비산 저감 기술을 함께 사용하여야 합니다.

델타 T가 10 이상인 경우, 입자의 증발 위험이 높기 때문에 모든 입자 크기에 대한 분사 적용을 피해야 합니다.



- 분사에 적합한 Delta T 조건
- Delta T 한계 조건
- 분사에 적합하지 않은 Delta T 조건

## 4.2.6 온도 역전

온도 역전은 지표 가까운 대기층이 바로 위 대기층보다 낮은 온도를 가지는 자연 대기 현상입니다. 그 결과, 수직 대기 이동을 방지하는 안정된 대기층이 형성됩니다. 이 상황에서는 작물 보호제 물방울이 어디로 어떻게 이동할지 예측하기가 어렵습니다. 이러한 조건에서 적용된 작물 보호제는 서늘한 공기층 내에 갇힐 수 있으며, 대기 이동으로 인해 물방울이 다양한 방향으로 흩어질 수 있습니다.

매우 미세한 입자(Very Fine)부터 미세한 입자(Fine)까지는 온도 역전에 가장 취약합니다. 이전 장에서 본 바와 같이 스프레이 노즐은 다양한 크기의 입자를 생성하며, 낮은 비산 스프레이 팁조차도 대기 역전 층에 갇힐 수 있는 비산 위험이 있는 입자를 소량 생성합니다.

아래 그림에서는 정상적인 대기 조건과 페이지 76의 이미지에서는 온도 역전 조건을 확인할 수 있습니다.

### 정상적인 대기 조건



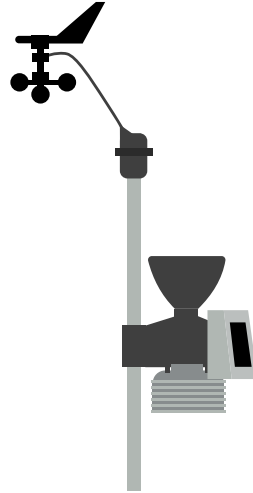
## 온도 역전



야외에서 지면 위를 떠다니는 안개 층을 관찰할 때, 온도 역전을 관찰할 수 있습니다(아래 그림 참조).



바람이 없는 상태는 기온 역전을 알 수 있는 신호로 볼 수 있습니다. 기상 관측소나 연기를 발생시키는 장치는 현장에서 기온 역전을 탐지하는데 효과적인 도구가 될 수 있습니다.



바람이 없으면 온도 역전의 지표로 간주될 수 있습니다. 현장에서 온도 역전을 탐지하는 데 사용할 수 있는 좋은 도구로 기상 관측소와 연막탄이 있습니다.



온도 역전이 없는 경우



온도 역전이 있는 경우

## 4.2.7 스프레이 노즐 용량

스프레이 팁의 크기가 크면 입자 크기에도 영향을 줍니다. 일반적으로, 스프레이 노즐 출구의 오리피스(작은 오리피스(낮은 용량)에 비해 더 크고 큰 입자를 만들어냅니다(아래 예시 참조).

XR110	30 PSI
XR11001	F
XR110015	F
XR11002	F
XR110025	M
XR11003	M
XR11004	M
XR11005	M
XR11006	M
XR11008	M
XR11010	C
XR11015	C
XR11020	VC

AIXR	60 PSI
AIXR110015	M
AIXR11002	M
AIXR110025	M
AIXR11003	M
AIXR11004	C
AIXR11005	C
AIXR11006	C
AIXR11008	VC
AIXR11010	VC

## 4.2.8 적용량

적은 양의 분사가 잘 퍼지도록 아주 작은 입자를 형성하는 스프레이 팁으로 사용하는데, 이는 바람의 영향으로 비산 가능성이 증가하게 됩니다. 따라서 비산 위험을 최소화 하기 위해 기상 상태가 좋은 조건에서 분사하거나 펄스 폭 변조(PWM) 이 시스템을 사용해야 합니다. 반면에, 많은 양의 분사할 경우 중간 단계에서 더 큰 입자를 형성하는 스프레이 팁을 사용해야 하며, 이 경우 비산에 더 큰 저항력을 갖게 됩니다.



노즐 종류 (0.3 GPM/1.14 L/min)	미세 비산 입자 비율 ( $<150\mu\text{m}$ ) 40 PSI/2.8 bar*	입자 크기 ( $\mu\text{m}$ )**
중공원형	>45%	미세함
부채꼴	31%	미세함
저비산 부채꼴	17%	굵음
저비산 TwinJet 부채꼴	9.5%	중간
비산 조절용 공기 유도 부채꼴	9%	굵음
최대 비산 조절용 공기 유도 부채꼴	<2%	극도로 굵음

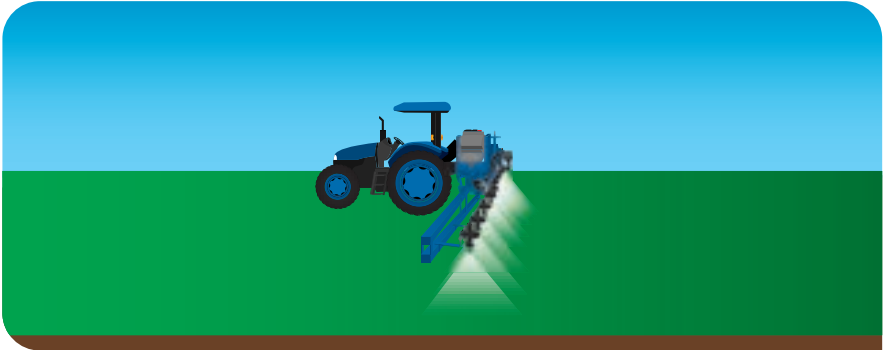
\* 데이터는 75°F(21°C)의 실험 조건에서 물을 분사하는 Oxford VisiSizer 시스템을 기준으로 합니다.

\*\* 입자 크기 분류는 ISO 25358 표준을 따릅니다. 입자 크기 분류는 변경될 수 있습니다.

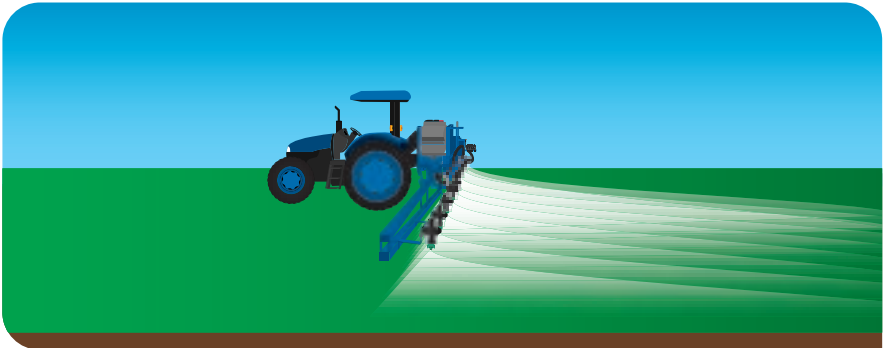
## 4.2.9 분사 이동 속도

분사 이동 속도는 분무기/트랙터의 종류, 지역의 지형, 토양 경작 상태, 작물의 성장 단계, 조작자의 능력 등에 따라 달라집니다. 분사 속도를 높이면 작업 능력은 증가하지만, 안전성은 감소하고 비산의 가능성은 증가합니다. 반면, 분사 이동 속도를 낮추면 더 높은 품질과 안전성을 제공할 수 있습니다. 그러므로, 작업의 품질과 안전성을 보장하면서 운영 능력을 제공하기 위해 분사 이동 속도를 조절해야 합니다.

낮은 속도 이동



높은 속도 이동

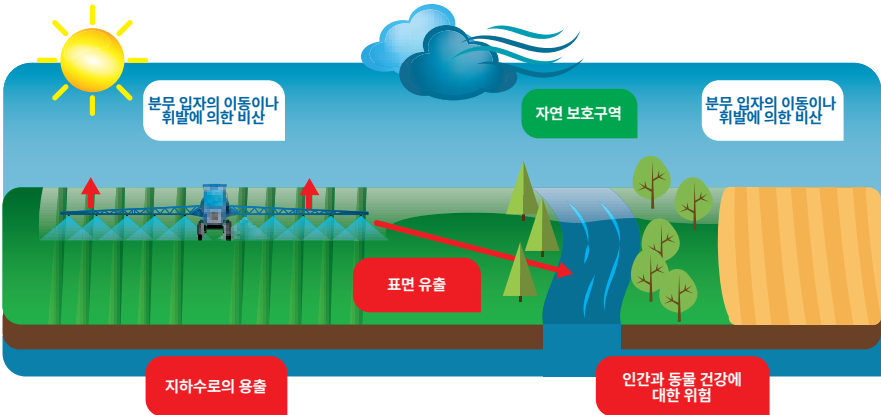




### 4.3 비산과 관련된 문제

비산으로 인해 발생하는 문제는 목표 분사 영역이 아닌 곳에 쌓이게 되면서 다음과 같은 문제들을 야기할 수 있습니다:

- 자원의 낭비.
- 근처 민감한 작물에 대한 피해.
- 근처 농장의 작물이 해당 작문에 사용이 불가능할 경우, 판매가 불가능함.
- 잔류물이 수면 및 자연 보호 지역에 도달함.
- 인간과 동물의 건강에 대한 오염 위험.
- 대상 지역에서 과용량 또는 미량 분사의 가능성.



농촌 지역에서 사람들이 오염에 가장 흔히 노출되는 위험은 다음과 같습니다:

- 분사 작업 중 비산
- 농작물 보호 제품에 직접적인 노출
- 운송 및 저장 중 작물 보호 제품과의 직접 접촉
- 작물 보호 제품 혼합
- 오염된 용기와의 접촉



## 도시 지역에서 발생할 수 있는 건강상 위험 요소

- 도시 지역이 농촌 지역과 너무 가까울 때
- 잡초 제거 시
- 광장, 공공 정원, 꽃밭, 도로, 보도에서의 도시 해충 제어 (바퀴벌레, 쥐, 비둘기, 거미, 진드기, 개미, 모기 등)
- 물 속의 작물 보호 제품 잔류물
- 농촌 지역에 적용된 작물 보호 제품이 도시 지역으로 비산됐을 때



Source:  
<https://luiziana.pr.gov.br/site/>



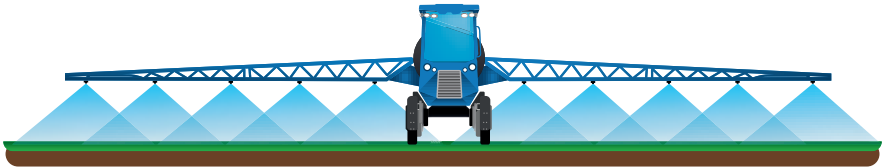
Source:  
<https://www.gazetadopovo.com.br/>

5.1

봄 스프레이 높이

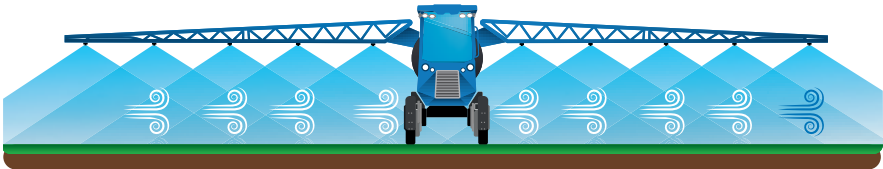
분무 붐을 낮게 설정하게 되면 바람이나 다른 기상에 의해 입자가 흩어지는 것을 줄일 수 있습니다. 그러나 분무 노즐을 만든 회사가 제시한 권장 높이보다 붐을 너무 낮추면 약이 불균일하게 분사될 수 있습니다. 따라서 분무 붐의 높이를 조절하기 전에 제조사의 권장 사항을 확인하는 것이 중요합니다.

이상적인 스프레이 붐 높이



20" (0.5 m)

스프레이 붐 높이는 스프레이 노즐 제조업체의 권장 사항보다 높아야 합니다.



40" (1.0 m)

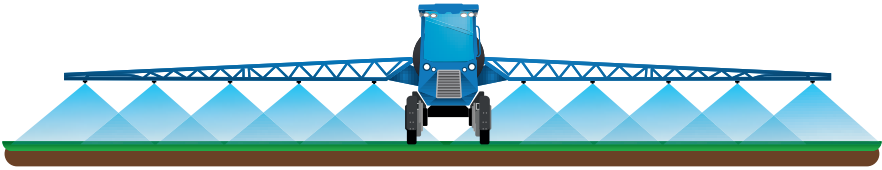
## 5.2 스프레이 붐 안정성

안정적이지 못한 붐의 분사는 다음과 같은 결과를 발생시킬 수 있습니다.

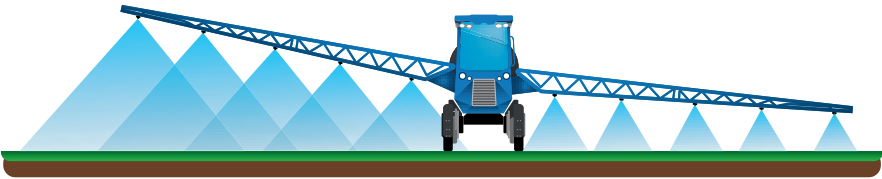
- 높은 곳에 붐을 위치해 분사할 경우, 더 큰 비산의 위험이 있습니다.
- 분사시 작물에 고르게 분사되지 않을 수 있습니다.

따라서, 붐의 높이를 안정적으로 갖춘 스프레이기는 분사를 고르게 적용할 수 있으며, 비산을 더 잘 제어할 수 있습니다.

### 이상적인 붐 안정성



### 붐 안정성이 없는 경우



### 5.3 비산 감소를 위한 스프레이 노즐

저비산 분무 노즐을 사용함으로써 비산 가능성을 최소화할 수 있습니다. 이런 노즐들은 더 큰 입자를 형성하고, 작은 입자들(150 마이크로미터보다 작은)이 날리는 걸 줄여주는 두 가지 방법을 사용합니다. 그 중 하나는 액체가 노즐로 들어가기 전에 흐름을 조절하는 프리-오피리스고, 다른 하나는 공기를 노즐에 유입시켜 입자와 섞는 벤츄리 공기 유도식 기술입니다.

#### -프리-오피리스 부채꼴 스프레이 노즐

프리-오피리스 분무 노즐은 내부의 작동 압력을 낮추고 일반적인 부채꼴 분무 노즐보다 더 큰 입자를 만듭니다. 노즐의 프리-오피리스는 노즐로 들어오는 액체의 양을 제한하고 노즐을 통한 압력 강하를 만들어냅니다. 비산될 가능성이 있는 입자가 적게 생산되어 탁월한 분무 패턴의 균일성을 만들어냅니다. TeeJet® Technologies의 프리-오피리스 디자인을 가진 저비산 분무 노즐의 제품으로는 DG, TT, TTJ60이 있습니다.



DG



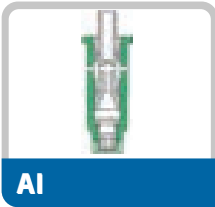
TT



TTJ60

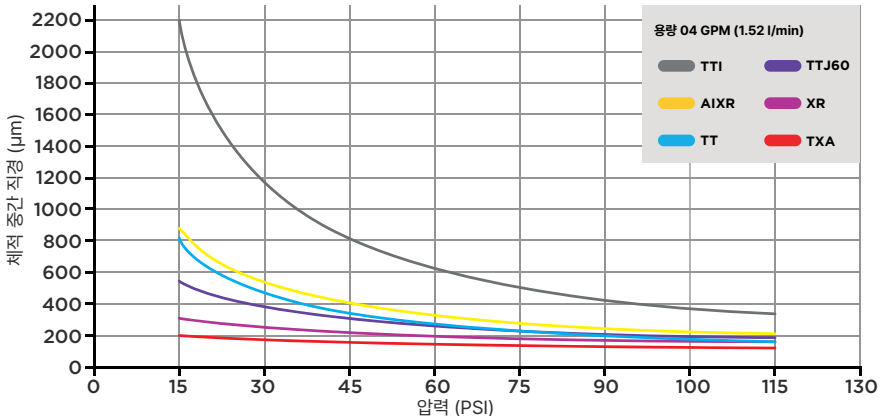
## 5.4 벤츄리 공기 유도식 스프레이 노즐

공기 유도식 스프레이 팁에는 두 개의 오리피스가 있습니다. 첫 번째 오리피스는 액체 흐름을 측정합니다. 출구 오리피스라고 하는 두 번째 오리피스는 프리 오리피스보다 크며 스프레이 패턴을 형성하는 역할을 합니다. 프벤처리 시스템 또는 공기 흡입기는 두 오리피스 사이에 위치합니다. 이 벤츄리 시스템은 공기를 노즐 본체로 끌어들여 물과 혼합합니다. 이 혼합으로 낮은 압력에서 공기가 포함된 스프레이 패턴이 만들어집니다. 이 스프레이 패턴은 비산에 취약한 물방울이 거의 없는 공기로 채워진 크고 거친 물방울로 만들어집니다. TeeJet Technologies의 공기 유도식 노즐은 AI, AIXR, AITTJ60, TTI60 및 TTI가 있습니다.



다음 페이지의 그래프는 0.4 GPM(1.52 l/min) 용량으로 40 PSI(2.8 바)에서 작동할 때 TXA, XR, TT, TTJ60, AIXR, TTI 분무 팁이 생성하는 체적 중앙 직경(VMD)을 나타냅니다. TXA 분무 노즐은 가장 작은 입자를 만들고, 그 다음으로 XR, TTJ60/TT, AIXR, TTI 순입니다. VMD 값은 TXA에서 TTI로 갈수록 크게 증가하는데, 40 PSI에서 TXA의 VMD는 149 마이크로미터였고 TTI는 790 마이크로미터였습니다.

## 체적 중간 직경



더 안전한 분사를 위해 최적의 저비산 분무 팁을 선택하기 위해서는 아래 표에 나와 있는 것처럼 각 분무 노즐 타입이 만들어내는 비산 가능한 미세 입자의 비율 또한 평가하는 것이 중요합니다.

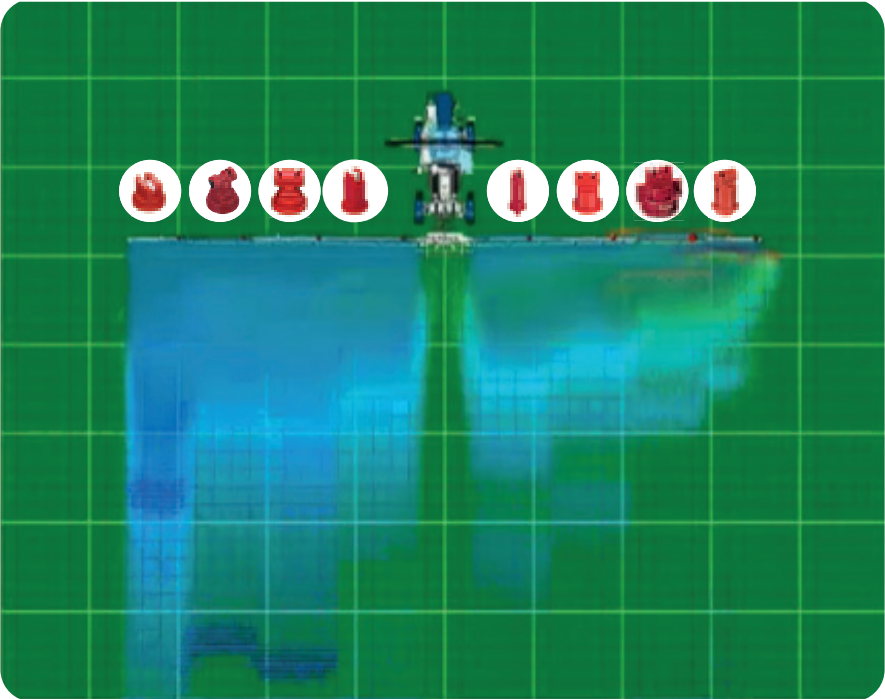
스프레이 노즐 타입 0.4 GPM (1.52 l/min)	비산 가능한 미세 입자 ( $<150 \mu\text{m}$ ) 40 PSI (2.8 바)*
TXA 8004	42%**
XR 11004	28%
TT 11004	17%
TTJ60 11004	10%
AIXR 11004	7%
TTI 11004	$<2\%$

\* 옥스포드 이미징 VisiSizer 시스템을 사용하여 70°F (21°C)의 물을 실험실 조건에서 분무했을 때 얻은 데이터입니다.

\*\* 분무 노즐 TXA8004 @30PSI의 비산 가능한 미세 입자 비율입니다.



이전 표의 비산 가능한 미세 입자 데이터와 컴퓨터 유체 역학(CFD) 기술을 사용하면 다양한 분무 노즐 - XR, TT, TTJ60, AITXA, AI, AIT-TJ60, TTI60, TTI - 의 비산 가능성을 보여주는 시뮬레이션을 만들 수 있습니다. 이 시뮬레이션은 왼쪽에서 오른쪽으로 각각의 분무 팁에 대한 비산 플룸(plume)을 관찰할 수 있도록 설정됩니다(아래 이미지 참조).



시뮬레이션은 스프레이 팁이 0.4 GPM(1.52 l/min) 용량과 40 PSI(2.8 바)의 압력으로 분사할 때, 풍속은 10 MPH(17 km/h)일 때의 분사를 비교하여 수행되었습니다.

## 5.5 작동 압력

아래 표와 같이 작동 압력을 낮추는 것은 비산을 줄이기 위한 조치로 사용할 수 있습니다. 그러나 작동 압력을 낮춰도 비산가능한 미세 입자의 비율이 여전히 안전한 도포를 위한 기준치를 초과하는 경우, 사용자는 비산 가능한 미세 입자 비율이 낮고 더 큰 입자 크기를 생성하는 스프레이 팁을 선택해야 합니다.

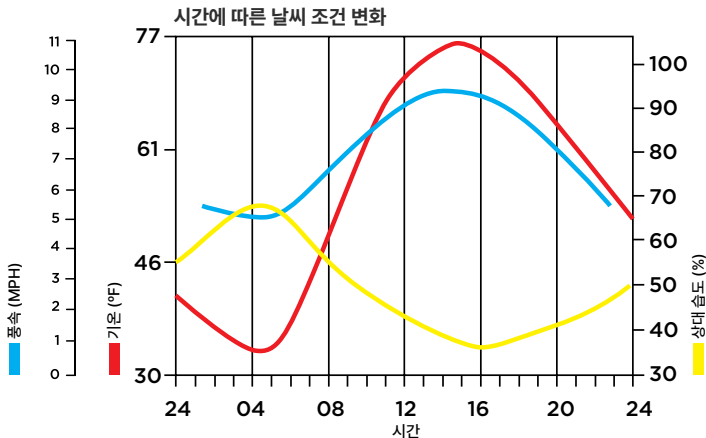
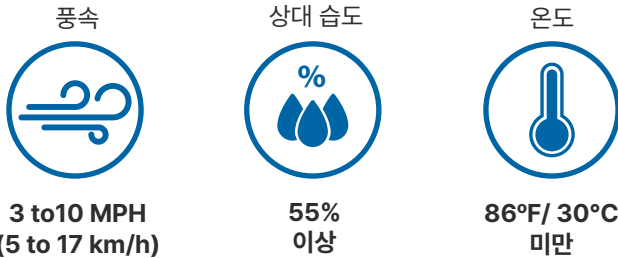
스프레이 노즐 유형 용량 0.3 GPM (1.14 l/min)	드리프트 가능한 미세 입자 (<150 μm)	
	20 PSI (1.5 바)	40 PSI (2.8 바)
XR 11003	19%	31%
DG 11003	13%	18%
TT 11003	5%	17%
TTJ60 11003	4%	9.5%
AIXR 11003	4%	9%
AITTJ60 11003	2%	4%
AI 11003	2%*	5.5%
TTI60 11003	1%	< 2%
TTI 11003	1%	< 2%

\* 스프레이 노즐 AI11003의 부유가능 미세분사 비율(30PSI 기준).

## 5.6 기상 조건

스프레이의 비산을 최소화하기 위한 최적의 도포 결정을 내리기 위해 사용자는 하루 종일 기상이 달라진다는 사실을 알고 있어야 합니다. 따라서 스프레이 분사 전과 분사하는 동안 풍속, 온도, 상대 습도를 확인하는 것이 필요합니다.

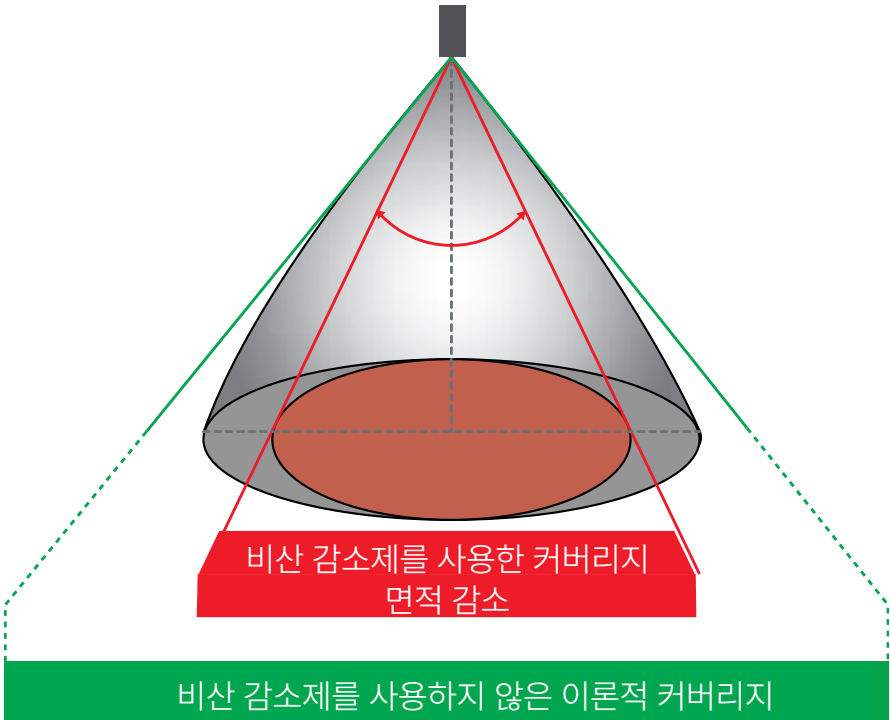
따라서 적어도 스프레이를 시작할 때와 탱크를 다시 채울 때마다 풍속계를 사용해 풍속 측정을 수행하고 권장 풍속 범위 내에서 분사 작업이 이루어지고 있는지 확인해야 합니다.



## 5.7 비산 감소제(DRAs)

분무 시 비산을 줄이기 위한 가장 중요한 요소는 적절한 입자 크기를 생성하는 스프레이 팁을 선택하는 것입니다. 탱크 혼합물에 비산 저감제(DRA)를 추가하면 비산 발생을 줄일 수 있지만 비산 완화를 위해 올바른 팁을 사용하는 것보다 중요한 것은 없습니다. DRA의 역할은 스프레이 팁에 내장된 기술을 보조하는 것입니다.

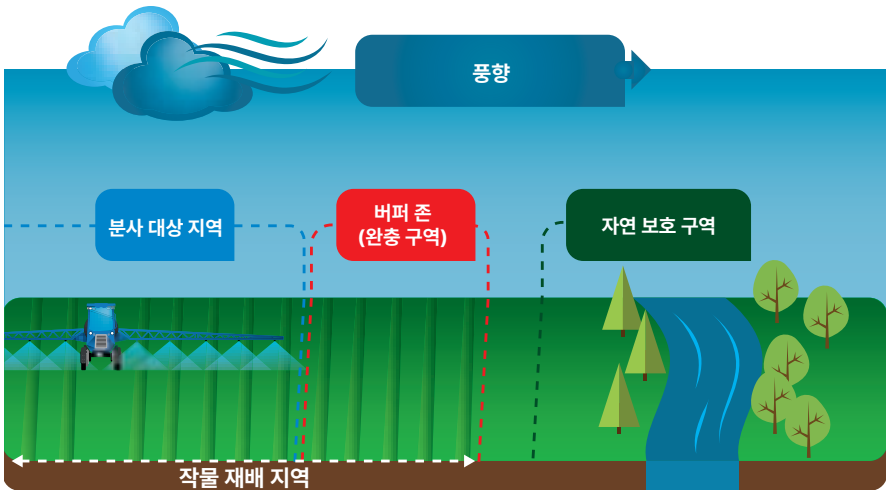
점성이 높은 용액일수록 분사 각도가 줄어들 수 있으므로 DRA를 사용할 때는 분사 각도에 주의해야 합니다.



## 5.8 버퍼 존

버퍼 존은 대상 지역과 민감한 지역은 사이에 위치되어, 농작물 보호 제품으로 처리하지 않은 지역을 말합니다.

- 민감한 지역
- 수원지
- 도시 지역



**중요:** 일부 작물보호제는 인근 민감 지역으로의 날림을 방지하기 위한 최소 완충 구역 면적에 대한 권장사항을 라벨에 표기하고 있습니다.

## 5.9 유럽의 비산 감소 규정

유럽의 많은 국가들은 농업, 자연 보호 및 환경 보호 간의 일반적인 협력을 가능하게 하는 분무 노즐/팁에 대한 비산 감소 평가를 실시하고 있습니다.

저비산 노즐을 사용하는 것은 영국, 네덜란드, 독일 등 전 세계 많은 사용자들에게 큰 이익을 가져다주고 있습니다. 특히, 물가나 농지 주변 같은 민감한 지역을 보호하기 위해 더 엄격한 규제가 생겼습니다. 이런 규제들은 비산을 줄이는 노즐을 평가하고, 더 큰 입자를 만들어내는 새로운 노즐 개발을 촉진했습니다. 필드의 위치가 환경에 민감한 지역, 예를 들어 수면이나 경계선 근처에 따라 분사기는 특정한 저비산 노즐을 사용해야 하며, 완충 지대의 폭도 잘 조절해야 합니다.

TeeJet® Technologies는 유럽 각국에서 테스트하고 인증받은 여러 가지 비산을 줄이는 노즐을 제공하고 있으며, 이는 효과적이고 안전한 분사를 가능하게 합니다. 이러한 평가는 ISO 25358 입자 크기 분류에 명시된 노즐을 기준으로 한 비산 제어 시스템에 근거합니다. 인증받은 모든 TeeJet 분무 노즐은 저희 웹사이트 <https://www.teejet.com/ko-kr/>에서 확인할 수 있습니다. 독일에서는 Julius Kuhn Institute (JKI)가, 영국에서는 LERAP이, 프랑스에서는 INRAE가, 네덜란드에서는 DRD가 농업용 분무 노즐을 테스트하고 있습니다.

독일



LERAP  
★★★

영국

LERAP  
★★

# 6

## 올바른 스프레이 노즐 용량 고르기

분무 시 분포와 영향을 미치는 요소를 모두 이해했다면, 올바른 분무 노즐 용량을 선택하는 방법을 알아보겠습니다.

### 6.1

#### 옵션 1: 적용량에 대한 스프레이 노즐 용량 계산 방법

예시:

- 1 - 권장 적용량: 12.8 GPA(120 l/ha)(작물 보호 제품 제조업체 라벨)
- 2 - 분사 측정 속도 .....9 MPH (15 km/h)
- 3 - 노즐 간 거리 ..... 20 인치 (50cm)
- 4 - 입자 크기 ..... 굵음 (C) - 매우 굵음(VC)

$$\text{GPM (Per Tip)} = \frac{\text{GPA} \times \text{MPH} \times W}{5,940}$$

$$\text{l/min (Per Tip)} = \frac{\text{l/ha} \times \text{km/h} \times W}{60,000}$$

예시의 설명은 다음과 같습니다.

- **GPM**(분당 갤런)은 단일 스프레이 노즐 용량.
- **GPA**(에이커당 갤런)는 분무하는 액체의 양.
- **MPH**(시간당 마일)는 분무기의 이동 속도.
- **W**는 광역 분사 시, 스프레이 노즐 사이의 간격(inch 단위).
- **5,940**은 변환 계수.

- **l/min**(분당 리터)은 팁의 유량.
- **l/ha** (헥타르당 리터)는 분사 비율.
- **km/h** = 시간당 킬로미터로 측정된 지상 속도
- **W**(시간당 킬로미터)는 지면 속도
- **60,000**은 미터법 공식을 위한 변환 계수.

$$\text{GPM (Per Tip)} = \frac{\text{GPA} \times \text{MPH} \times \text{W}}{5,940} \quad \text{GPM} = 0.39 \text{ GPM}$$

$$\text{l/min (Per Tip)} = \frac{\text{l/ha} \times \text{Km/h} \times \text{W}}{60,000} \quad \text{l/min} = 1.5 \text{ l/min}$$

계산된 용량(GPM / l/min)을 기반으로, 적용하려는 작업에 가장 적합한 입자 크기를 만드는 스프레이 팁을 선택하세요. 예를 들어, 우리는 C - VC 입자 크기를 만들어내는 0.4 용량의 노즐(빨간색)이 필요할 것입니다.

	Pressure (PSI)	Droplet size	Capacity one tip in GPM
AIXR11004 (50)	15	xc	0.24
	20	vc	0.28
	30		0.35
	40	c	0.40
	50	c	0.45
	60		0.49
	75	M	0.55
90		0.60	

	Pressure (bar)	Droplet size	Capacity one tip in l/min
AIXR11004 (50)	1.0	xc	0.91
	2.0	vc	1.29
	3.0	c	1.58
	4.0	c	1.82
	5.0	M	2.04
	6.0		2.23



## 6.2

## 옵션 2: TeeJet Technologies 스프레이 노즐 카탈로그 사용 방법

이전 방법과 동일한 데이터를 사용하는 예시로, 적용량은 12.8 GPA(120 리터/헥타르), 평균 스프레이 속도는 9 MPH(15 km/h), 노즐 간격은 20 인치(50 cm), 입자 크기는 C-VC입니다. TeeJet 카탈로그에서 선택한 분무 속도 열 내에서 목표 적용량을 찾고, 왼쪽으로 이동하여 적절한 노즐 용량과 압력을 찾습니다.

분무 속도 (MPH)	분무 속도 (km/h)	용량 (GPA)	용량 (L/HA)	적용량 (GPA)에 따른 분무 속도 (MPH) 범위											
				12.8 (120)						15.0 (135)					
				12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
15	24	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
20	32	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
25	40	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
30	48	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
35	56	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
40	64	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
45	72	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
50	80	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
55	88	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
60	96	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
65	104	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
70	112	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
75	120	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
80	128	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
85	136	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
90	144	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
95	152	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0
100	160	12.8	120	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0	12.8	15.0	17.6	20.0	22.4	25.0

TOP PART NO. (STRAINER MESH SIZE)	DROPT SIZE	CAPACITY ONE NOZZLE IN 10 MIN	APPLICATION RATE FOR 50-psi SPRAY TIPS (GPM)															
			L/min															
			4.0 gpm	5.0 gpm	6.0 gpm	7.0 gpm	8.0 gpm	10.0 gpm	12.0 gpm	15.0 gpm	18.0 gpm	20.0 gpm	23.0 gpm	26.0 gpm	30.0 gpm	35.0 gpm		
1000000 (100)	1.0	V	0.04	102	81.6	66.0	54.2	33.0	40.8	34.0	25.2	22.7	20.4	16.3	15.6	11.7		
	2.0	V	0.09	146	115	94.0	82.3	72.0	37.6	40.0	36.0	32.0	26.8	23.0	19.2	16.3		
	3.0	V	0.20	177	142	118	101	86.5	40.8	39.0	44.3	39.3	33.4	28.3	23.6	20.2		
	4.0	M	0.48	204	163	136	117	100	81.6	66.0	53.0	45.3	40.8	33.6	27.2	23.2		
	5.0	M	0.76	228	182	152	136	114	91.2	76.0	57.0	50.7	43.6	36.3	30.4	26.1		
6.0	M	0.93	249	200	166	142	125	99.6	83.0	62.3	55.3	46.0	39.6	33.2	28.1			
2000000 (20)	1.0	XL	0.46	138	110	92.0	78.9	69.0	33.2	40.0	34.3	30.7	27.6	22.1	18.4	15.8		
	2.0	V	0.65	195	156	130	113	97.5	36.0	43.0	48.8	43.2	39.0	31.2	26.0	22.3		
	3.0	V	0.76	237	190	159	138	119	44.8	39.0	39.3	32.7	47.4	37.9	33.6	27.1		
	4.0	M	0.91	279	218	182	156	137	60.0	51.0	58.3	49.7	54.0	43.7	36.4	31.2		
	5.0	M	1.02	306	245	204	175	158	52.2	52.2	36.5	48.0	41.2	46.0	40.5	35.0		
6.0	M	1.12	336	260	224	192	168	53.4	51.2	44.0	39.7	47.2	33.8	40.8	36.4			
3000000 (30)	1.0	XL	0.57	175	137	114	97.2	85.3	48.8	32.0	42.8	38.0	34.2	27.4	22.8	19.3		
	2.0	V	0.81	240	194	162	139	120	57.2	51.0	48.0	34.0	44.0	38.0	32.4	27.8		
	3.0	V	0.99	287	238	198	170	140	57.0	50.0	34.3	46.0	39.4	43.2	36.0	31.0		
	4.0	M	1.14	342	274	228	195	171	53.4	51.4	43.3	36.0	48.4	34.7	45.0	39.3		
	5.0	M	1.28	384	307	256	218	182	55.8	52.8	46.0	43.3	36.8	41.4	35.2	31.0		
6.0	M	1.40	420	330	280	240	210	58.8	54.0	42.0	45.2	44.0	41.2	36.5	48.0			
4000000 (40)	1.0	XL	0.68	204	163	136	117	100	41.6	48.0	53.0	45.3	40.8	31.8	27.2	23.3		
	2.0	V	0.86	288	230	182	161	144	53.3	46.0	37.0	44.0	37.8	46.1	38.4	32.0		
	3.0	V	1.08	324	263	206	180	170	54.2	41.8	38.5	38.7	36.0	36.6	47.2	40.5		
	4.0	M	1.36	408	336	272	231	204	58.5	49.0	40.7	41.6	40.3	34.8	44.8	46.6		
	5.0	M	1.52	456	365	304	261	228	58.2	53.1	41.0	41.2	39.0	38.8	40.8	33.1		
6.0	M	1.67	500	401	334	286	231	200	56.7	52.0	41.1	40.0	40.2	46.8	37.3			
5000000 (50)	1.0	XL	0.91	273	218	182	158	137	59.0	47.0	44.3	40.7	34.6	43.7	36.4	31.2		
	2.0	V	1.08	367	310	256	220	194	53.0	43.0	36.0	36.0	37.4	41.0	33.0	44.2		
	3.0	V	1.38	474	379	316	275	237	59.0	53.0	41.0	40.5	34.8	35.8	45.2	34.2		
	4.0	M	1.62	540	437	364	322	275	27.8	58.2	52.7	42.1	40.0	47.4	37.8	42.4		
	5.0	M	2.04	612	490	408	356	306	241	204	51.0	43.0	42.2	41.0	41.0	46.8		
6.0	M	2.23	690	570	480	380	330	260	273	50.7	44.0	42.8	41.0	40.2	46.3			
6000000 (60)	1.0	XL	1.14	342	274	228	195	171	53.7	41.4	43.0	38.0	34.2	45.8	38.1			
	2.0	V	1.61	460	366	322	276	242	193	48.1	42.0	40.7	36.6	37.2	44.4	33.2		
	3.0	V	1.87	501	413	344	308	266	236	197	44.0	42.1	41.0	34.6	36.8	37.3		
	4.0	M	2.27	601	545	454	380	341	272	227	47.0	41.1	41.0	35.0	36.0	37.8		
	5.0	M	2.54	742	670	568	485	387	305	254	49.0	40.0	41.2	42.2	36.0	40.1		
6.0	M	2.79	837	730	628	490	419	333	275	209	40.0	41.7	41.8	31.2	40.2			
7000000 (70)	1.0	XL	1.37	411	329	274	233	206	164	151	50.0	41.3	42.2	35.8	34.8	47.0		
	2.0	V	1.84	582	466	388	333	291	231	194	44.0	42.0	41.6	41.1	37.6	46.5		
	3.0	V	2.37	715	569	474	406	356	284	237	37.0	40.0	44.2	41.4	34.8	41.3		
	4.0	M	2.74	822	638	548	470	411	329	274	206	40.0	41.0	41.0	31.0	41.0		
	5.0	M	3.06	916	734	632	525	459	387	308	230	20.8	41.6	41.0	43.2	40.0		
6.0	M	3.23	1000	804	670	574	505	401	331	273	201	40.1	41.0	41.4	41.0			
8000000 (80)	1.0	XL	1.62	540	437	364	322	275	27.8	58.2	52.7	42.1	40.0	47.4	37.8	42.4		
	2.0	XL	2.08	714	610	516	440	387	310	250	194	47.2	42.5	41.4	41.0	46.5		
	3.0	V	3.16	948	758	632	542	474	379	316	237	211	41.0	43.2	43.6	40.8		
	4.0	V	3.60	1090	876	730	626	548	434	361	274	241	210	41.0	41.0	42.5		
	5.0	V	4.08	1234	979	816	698	612	490	408	306	272	242	41.6	40.0	44.0		
6.0	V	4.67	1381	1073	894	756	671	520	447	313	290	269	273	41.0	41.0			
9000000 (90)	1.0	XL	2.28	694	547	458	391	342	274	228	171	15.2	13.7	13.0	14.2	14.2		
	2.0	XL	3.23	907	721	600	504	440	368	321	242	211	194	13.0	13.0	13.1		
	3.0	V	3.93	1085	848	700	627	550	474	395	296	261	237	19.0	19.0	19.0		
	4.0	V	4.56	1268	1004	852	741	644	547	456	342	304	274	21.0	19.2	19.0		
	5.0	V	5.16	1430	1124	928	804	701	585	483	363	340	304	24.0	20.4	19.1		
6.0	V	5.50	1677	1342	1118	958	836	671	559	419	373	321	26.8	22.4	19.2			

## 6.3

### 옵션 3: SpraySelect 애플리케이션 사용 방법

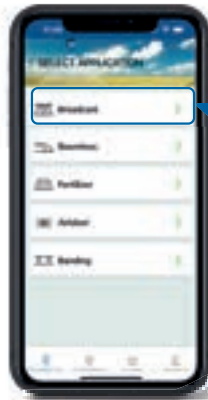
여기에서 설명하는 내용은 'SpraySelect 애플리케이션'을 사용하여 분무 작업에 필요한 분무 노즐을 선택하는 방법에 관한 것입니다. 사용된 예제 데이터는 다음과 같습니다:

적용량 12.8 GPA(120 리터/헥타르), 평균 분무 속도 9 MPH(15 km/h), 노즐 간격 20 인치(50 cm), C-VC 입자 크기.



1

첫 화면에서 "응용 프로그램 선택"을 클릭합니다.



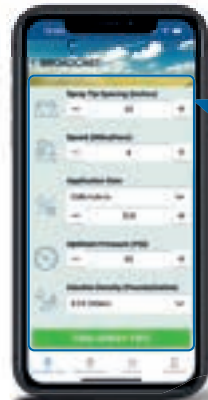
2

광역 분사 옵션을 선택합니다(또는 분사 방식에 따라 다른 옵션을 선택합니다).



3

적용할 제품의 유형을 선택합니다 - 제조제, 살균제, 살충제 및 그 제품을 식물에 어떻게 적용할지 선택합니다.



4

응용 프로그램의 변수를 선택합니다 - 분무 노즐 간격(인치/센티미터), 분무기 속도(MPH/km/h), 적용 비율(GPA/갤런/1000sq-ft/리터/헥타르) 및 최적 압력(PSI/바).



5

SpraySelect 애플리케이션은 선택된 매개 변수에 따른 최적의 분무 노즐 솔루션을 제공합니다.



6

선택한 분무 노즐을 클릭하면, 애플리케이션은 해당 노즐이 특정 입자 크기를 생성하는 데 필요한 목표 압력과 작동 속도, 선택한 매개변수에서의 노즐 유량(GPM/리터/분), 재질 유형, 분무 패턴, 노즐 적용, 그리고 노즐과 관련된 제품들(캔, 가스켓, 노즐 필터)에 대한 정보를 제공합니다.



**TeeJet® SpraySelect**  
오늘 다운로드 하세요

앱스토어와 구글 플레이 모두 가능

## 참고문헌

American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) S572.1: Spray nozzle classification by droplet spectra. St. Joseph, Mich.: ASABE, 2009. 4p.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In: TORGESON, D. C. (Ed.) Fungicide: an advanced treatise. New York: Academic Press, 1967. p.239-86.

Hofman, V. and E. Solseg. 2004. Spray equipment and calibration. North Dakota State University Extension AE-73. North Dakota State University, Fargo, ND.

International Standard. Agricultural and forestry machinery - Inspection of sprayers in use - Part 2: horizontal boom sprayers. (ISO 16122-2:2015)

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. (2001) Tecnologia de aplicação e equipamentos (Application technology and equipments). In: ABEAS - Curso de proteção de plantas. Módulo 2. (Module 2. Crop Protection Course). Brasília, DF, Brazil: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 85 p.

MATUO, T. 1990. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. (Crop protection products application techniques). Jaboticabal, SP, Brazil: FUNEP, 139 p.

ROSS, M., & LEMBI, C.A. 1985. Applied Weed Science. Burgess Publishing Company, Minneapolis. p. 133-139.

Syngenta. Water-Sensitive Paper. Available in <https://www.syngenta.com.au/awri>. Used in: 07/12/2021