

전 착 제

효과적 사용법을 알아본다



송 병 훈 농약연구소 연구관(農博)

농약은 수면이나 토양에 처리하는 분·입제나 태워서 연기로 병해충을 방제하는 훈연제등도 있지만 유·액제나 수화제등과 같이 물로 희석하여 살포하는 희석액제 농약이 대부분을 차지하고 있다. 희석액제는 식물잎과 병해충의 표면에 살포하여 작용을 발휘하는 것이기 때문에 그 기능을 충분히 나타내기 위해서는 살포액의 물리적 성질이 매우 중요하다.

살포액이 갖추어야 할 중요한 물리성으로는 유화성, 현수성, 습윤성, 확산성, 부착성 및 고착성 등이 있다. 유화성과 현수성은 농약입자가 물속에 균일하게 분산되는 성질이며 이것이 부족하면 균일한 살포가 어렵고 약효저하와 약해의 원인이 된다. 습윤성과 확산성은 줄여서 습전성이라고도 하는데 살포액의 입자가 고체표면과 접촉해서 둥글게 뭉치지 않고 고

체면에 확산해서 고르게 피복하는 성질이다. 부착성은 살포된 약액의 부착량을 많게 하는 성질이고 고착성은 작물이나 층체의 표면에 살포한 약액이 건조된 후 비나 이슬 및 바람등에 의해 유실되지 않도록 하는 성질이다. 따라서 유효성과 현수성은 약제 살포전 살포조제액 자체의 성질로써 그 양부를 육안으로 식별할 수 있지만 습전성, 부착성 및 고착성등은 살포된 약액과 작물 및 층체의 표면사이에서 일어나는 관계로서 기상과 작물 및 병해충의 종류등 여러가지 요인이 밀접하게 관여하고 있기 때문에 쉽게 판별할 수 없다.

전착제는 이들 성질을 좋게 해주며 주성분은 계면활성제로 통칭되는 고분자물질로 종류가 매우 많다. 사용하는 계면활성제의 종류와 량에 따라 전착제의 성질이 결정되므로 전착제에 대한 이해는 병해충의 방제효과를 높이는데 매우 중요하다.

1. 계면활성제의 기능

표면장력 및 계면장력의 저하

모든 액체는 각각 고유의 표면

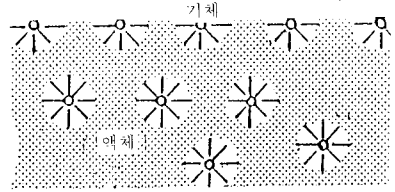


그림1. 액체와 기체의 계면에서 일어나는 분자간의 인력

장력에 의해 공기와 접한 부분의 표면적을 최소화하려는 성질이 있다. 이것은 액체가 갖고 있는 응집력에 의한 것이며 토란잎에 물방울이나 유리판 위의 수은등이 공처럼 둥근 모양을 갖는 것은 대표적인 예이다.

이와같은 현상은 <그림1>에서 처럼 액체의 내부에서는 분자사에 서로 인력이 작용하지만 공기와 접해 있는 액체면에서는 인력이 작용하지 않거나 극히 작아서 응집력에 불균형이 생기기 때문이며 물에 희석하여 조제한 농약살포액에서도 같은 현상을 보인다. 한편 이러한 현상이 공기가 아니고 액체와 액체 또는 액체와 고체 사이에서 일어날때 이를 계면장력이라 한다.

계면활성제의 가장 중요한 기능은 액체의 표면장력 및 계면장력을 저하시키는 것이다. 계면활성

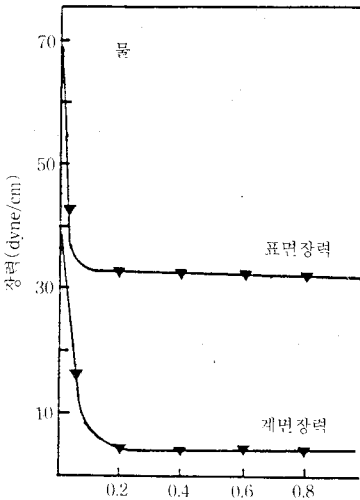


그림2. 계면활성제의 농도와 물의 표면장력 및 계면장력의 변화

제는 매우 낮은 농도에서도 물의 계면장력과 표면장력을 현저히 낮게 하지만 <그림2>에서 처럼 활성제의 농도를 더 이상 높여도 계면장력은 일정하게 밑으로 떨어지지 않는다. 이것은 전착제의 사용농도와 밀접한 관계가 있다.

친수성-친유성 균형(HLB)

계면활성제는 화학구조가 친수기(親水基)와 친유기(親油基)로 되어 있어 극성(極性)인 물과 비극성(非極性)인 기름 양쪽에 친화력이 있는 양면성을 가지기 때문

에 이 양자의 구성비율에 따라 성질이 달라진다. 친수기의 비율이 친유기보다 크면 물에 대한 용해도는 증가하지만 계면활성작용은 낮아지고, 반면에 친유기의 비율이 너무 크면 물에 용해되지 않는다. 어느 경우나 극단적인 구조에서는 계면활성제로서의 기능은 충분히 발휘될 수 없다.

이와같은 계면활성제의 양성구조를 수치로 나타내기 위해 HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance) 를 제안하게 되었다. 친수성이 가장 강한 계면활성제의 HLB값을 40으로 하고 그 반대의 경우를 1로 표시하여 1~40사이의 수치를 사용하여 친수성과 친유성의 정도를 나타낸다. 농약에 사용되는 계면활성제의 HLB값은 8~18범위에 있다.

유화성과 현수성

혼합이 불완전하게 이루어지거나 또는 전혀 혼합될수 없는 2종류의 액체로 된 분산계에서 한쪽이 다른 쪽의 액체중에 분산되어 있을때 분산되어 있는 입자의 크기가 0.1 μ 이하인 경우는 교질(Colloid)이라 하고 그 이상인 경

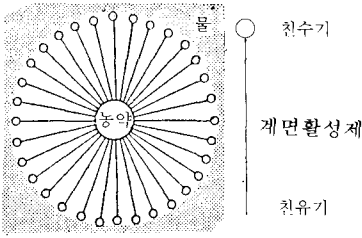


그림3. 수중에서 계면활성제에 의한 농약의 미셀형성

우는 유화액(Emulsion)이라 한다.

계면활성제는 물과 혼합할수 없는 농약(기름)을 유화하여 물속에 균일하게 분산시키며 고체분말인 수화제등은 물에 고르게 현탁시킨다. 이것은 계면활성제의 화학구조내에 있는 친수기와 친유기가 물과 농약에 다리역할을 하며 고르게 혼합시켜 주기 때문이다. <그림3>은 유화작용 현상을 설명한 것인데 중앙의 농약입자에 계면활성제의 친유기가 연결되고 친수기는 주위의 물분자와 연결되어 있는 모습이다.

유화액에는 O/W형과 W/O형의 2종류가 있다. 유화액을 어떤 형으로 할 것인지는 주성분의 성질과 사용목적에 따라 결정하지만 농약의 경우는 거의 모두 O/W형을 사용하고 있다. O/W형 유화액

은 물속에 유성(油性)의 농약이 분산되어 있는 상태이며 HLB값이 8~18범위에 속하는 것이 적당하다. 한편 W/O형은 HLB가 4~7범위의 것이 적당하고 기름중에 물이 분산되어 있는 형태이다.

거품형성(起泡性)

순수한 물에서는 거품이 생기지 않지만 여기에 계면활성물질을 섞어 흔들면 쉽게 거품을 만든다. 계면활성제가 거품을 만드는 것은 계면장력의 저하와 계면에서의 특이한 흡착이 원인이며, 이러한 성질은 사용목적에 따라 유리한 경우도 많지만 농약살포액에서는 살포작업에 방해가 되기 때문에 심할 경우에는 소포제(消泡劑)를 첨가하기도 한다.

계면활성제의 거품형성력은 그 종류 및 농도에 따라 다르지만 전착제에 많이 사용되는 비이온 계면활성제는 친수성 쪽이 강하면 거품이 많이 생기지만 친유성 쪽이 강하면 적다.

습윤성과 확산성

고체의 표면에 액체를 한 방울 떨어뜨리면 그 방울은 고체의 중

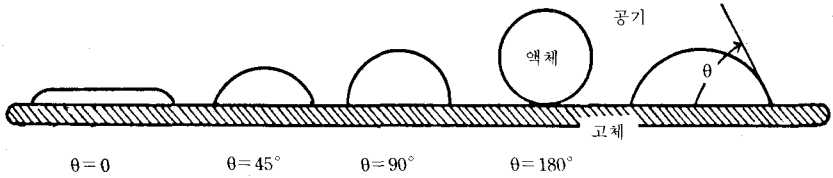


그림4. 고체면에 있어서 액체입자의 부착과 접촉각

류 및 표면의 형태와 액체의 표면장력 및 점도등에 따라 고체면에 습윤 확산하는 경우와 반구형 또는 구형(球型)으로 존재하는 경우가 있다. 이때 액체방울이 고체면과 이루는 각도를 접촉각(θ)이라고 한다. <그림4>에서와 같이 접촉각이 0인 때는 액체는 고체면에 자유로이 확산하지만 접촉각이 커질수록 고체면에 습윤 또는 부착하기 어렵고 접촉각이 180도 일때는 전혀 부착할 수 없다.

계면활성제는 액체의 계면장력을 저하시켜 접촉각 θ 를 줄이고 습윤성을 좋게 하므로 전착제의 주성분으로 사용되고 있다.

습윤성이나 확산성은 전착제의 가장 중요한 성질이며 다음과 같이 계면활성제의 분자구조와 밀접한 관계가 있다.

▲같은 계열의 계면활성제는 친유기인 알킬기의 탄소수에 따라

습윤성이 변하고 일정한 탄소수에서 최고치를 나타내며 탄소수가 같은 경우에는 가지(側鎖)가 많을수록 습윤성이 좋다.

▲친수기가 분자구조의 중앙부에 결합해 있고 이온화 경향이 약한 것이 습윤성이 좋다.

▲중성염을 첨가하면 음이온계는 어느 정도까지 습윤성이 증가하지만 비이온계는 영향을 받는 일이 적다.

2. 계면활성제의 종류

계면활성제는 물속에서 해리하여 나타나는 이온의 종류에 따라 양이온, 음이온, 양성 및 비이온 계면활성제로 분류하고 있다. 이중 전착제에 사용되는 것은 대부분 비이온 계면활성제와 음이온 계면활성제이고 이 외에 특수한 것들도 있다.

비이온 계면활성제

물에서 이온화하는 원자단을 갖지 않는 계면활성제로서 전기적으로 중성이며 친유기 중에 하이드록시기(-OH)를 가지고 있어서 물에 가용화된다. 친수성은 비교적 작은 편이며 분자내에 에스테르(-COO-), 산아미드(-CO·NH-) 및 에테르(-O-) 결합을 갖고 있다. Polyethylene glycol의 축합형이 가장 많으며 대표적인 것은 Polyoxyethylene alkyl phenyl ether계로써 단독 또는 다른 계통과 혼합하여 사용되고 습전성 및 부착, 고착성 등이 우수하다. 이 외에 살포액의 거품형성을 억제하기 위한 Polyalkylene glycol alkyl ether계나 내우성(耐雨性)을 강화시킨 Polyoxyethylene lignic acid ester계등 많은 종류가 있다.

음이온 계면활성제

물속에서 해리하여 전기적으로 음성을 띠는 친수기를 가진 계면활성제이다. 분자구조내에 친수기로써 가장 많은 것은 카복산기(-COOH)와 설포산기(-SO₃H)

이고 주로 이들의 가용성 염으로 사용하고 있다. 농약용으로는 설포산염계가 보다 중요한데 이 계열은 경수(硬水)나 가수분해 및 염석(鹽析)등에 대하여 안정성이 높기 때문이고 대표적인 것은 Polynaphthylsulfonate염계이다. 이외에 고착성을 증진하는 수지산염계는 비이온 계면활성제와 함께 사용되고 사용목적에 따라 호박산계나 아미노계등 여러가지 것들이 이용되고 있다.

3. 전착제의 특성과 효과적 사용

전착제는 살포액의 습전성과 부착성 및 고착성 등을 모두 증진하기 위한 것이지만 습전성이 보다 증대하면 부착성과 고착성은 상대적으로 낮아지고, 반대로 고착성이 증대하면 습전성이 떨어지는 경향이 있다. 농약 살포액이 작물이나 해충의 표면에 접촉하면 우선 습윤과 확전이 이루어진 다음 일정량은 유실되고 나머지가 부착되며, 부착한 약액이 건조하면 마지막으로 고착이 이루어진다. 이러한 일련의 과정은 살포액의 물

리성과 작물체 표면의 형태 및 기상조건 등 여러가지 요인과 밀접하게 관련되어 있어 전착제의 사용 효과를 최대한으로 높이려면 살포할 농약과 작물 및 환경요인 등을 고려하여 적당한 전착제를 선택하고 올바르게 사용해야 한다.

전착제 사용시에 고려할 내용들을 요인별로 보면 다음과 같다.

전착제 종류

습전성과 부착성이 좋은 전착제는 그 종류가 가장 많고 주성분으로써 비이온 및 음이온 계면활성제가 사용되고 있다. 살포액의 표면장력과 계면장력의 저하효과가 매우 높고 습전 및 부착이 어려운 작물에 사용하면 높은 방제효과를 기대할 수 있다.

한편 고착성이 좋은 전착제는 수지(Lignin)의 에스테르 화합물이나 고급지방산 및 파라핀 등을 주성분으로 하고, 작물에 부착한 약제의 고착성을 높여 농약의 약효 지속기간을 길게 하여 주름과 과수 등의 보호살균제와 함께 살포하면 효과가 높다. 그러나 고착성이 높은 전착제는 상대적으로 습전성은 다소 떨어진다.

농약의 종류

양이온 계통의 농약에는 음이온계 전착제는 사용할수 없고, 음이온 농약에는 양이온계 전착제를 사용할수 없다. 이는 서로 반응하여 약효의 저하는 물론 작물에 약해를 일으킬수 있기 때문이다. 이러한 농약에는 전용의 전착제를 개발하여 사용하고 있으며 이외에도 어떤 전착제는 특정 농약에만 쓸수 있게 돼있는 것도 있다. 국내에 등록되어 있는 전착제는 위와 같이 특수한 것은 없고 적용범위가 넓은 것들만 있기 때문에 전착제 사용으로 인한 문제점은 거의 없다.

방제기구 및 살포방법

큰 탱크내에 살포액을 다량으로 조제한 다음 균일한 분산을 위해 저어가면서 농약을 살포할 때 거품이 너무 많이 생기면 살포작업을 계속적으로 원활하게 수행하기 어렵다. 이러한 경우는 거품형성을 억제 또는 제거할수 있는 저(低)기포성 전착제를 선택하여 사용하는 것이 바람직하다.

항공방제는 적은 량을 고농도로

살포하게 됨으로 살포액 입자의 크기가 매우 작기 때문에 표류비산(漂流飛散)하기 쉽고 특히 대기 중의 습도가 낮거나 햇빛이 강한 날에는 살포농약이 지상에 도달하기 전에 수분이 증발되어 부착성이 떨어질 뿐아니라 살포입자의 무게가 더욱 가벼워져 비산이 심해진다. 이런 경우는 Polyacryl 등과 같이 수분의 증발을 방지할수 있는 전착제를 사용하는 것이 효과적이며, 미스트기나 ULV살포 등의 지상살포에 있어서도 표류비산을 방지할수 있는 전착제의 가용이 필요하다.

작물의 종류

농약의 부착성은 살포액의 물리성 뿐 아니라 작물잎의 형태에 따라서도 달라진다. 즉 작물잎의 표면에 털이 너무 많거나 조직내에 분비된 왁스물질로 피복되어 있을 경우 살포액의 습전 및 부착이 어려워진다. 이와같이 습전이나 부착이 어려운 작물에 농약을 살포할 때는 전착제의 첨가량을 약간 높이는 것이 효과적이며 반면에 습전이 쉬운 작물은 전착제의 사용농도를 다소 낮추어도 충분한

효과를 얻을 수 있다. 특히 습전이 쉬운 작물에 너무 많은 양의 전착제를 사용하면 약액이 쉽게 흘러내려 오히려 부착량이 감소하고 약효도 떨어지는 일이 있다.

작물을 습전성의 난이도에 따라 분류하면 다음과 같다.

▲습전이 쉬운 작물로는 사과, 복숭아, 배, 밀감, 감, 오이, 옥수수, 강낭콩 등이 있고 ▲습전이 보통인 작물은 포도, 토마토, 가지, 딸기, 메론, 고추 등이며 ▲습전이 어려운 작물은 벼, 보리, 대두, 양파, 파, 양배추, 부추 등이다.

강우

비가 내리는 도중에는 농약을 살포하여 병해충을 방제하기가 매우 어렵고 전착제를 첨가하여도 전혀 효과를 기대할 수 없다. 전착제의 주성분인 계면활성제는 기름뿐 아니라 물과도 친화력이 있어 빗물과 함께 흘러내리면서 농약성분도 동시에 유실시키기 때문이다. 특히 습전성이 강한 전착제를 첨가하여 강우중에 농약을 살포하면 농약의 부착량이 감소하는 역효과도 나타날 수 있다. 단지

장마철에 비가 그친 틈을 이용하여 고착성이 강한 전착제를 섞어 농약을 살포하면 일단 살포액이 마른 후에는 다시 비가 내려도 유실량을 줄일 수 있다.

제형

유제농약은 제품내에 10% 정도의 계면활성제를 함유하고 있어서 살포액의 유화작용은 물론 상당한 정도까지 전착효과도 기대할 수 있다. 따라서 다른 제형의 경우보다 전착제의 사용효과가 크지 않고 전착제 사용량을 다소 줄여도 무방하다.

한편 수화제는 자체내의 계면활성제에 의해서는 살포액의 수화성 및 현수성 외에 전착효과는 기대할 수 없으므로 전착제를 첨가하여 살포하면 그 효과는 상대적으로 크게 나타난다.

액제와 수용제는 그 물리적 성질이 수화제와는 크게 다르지만 전착제의 사용효과 면에서는 수화제의 경우와 유사하다.

4. 국내등록 전착제의 특성

현재 국내에는 4가지의 전착제가 사용되고 있다.

카바액제(트라이톤, 나라크)

주성분은 비이온성인 Alkylaryl polyethoxylate와 음이온성인 Alkylsulfonate alkylate 소다염으로 되어 있고 습전성 및 부착성이 우수하며 침투성이 있다. 습윤하기 어려운 작물에 사용하면 효과가 좋으나 벼에만 고시되어 있다.

전착제

주성분은 비이온계인 Polyoxyethylene alkyl arylether와 음이온계인 Sodium ligno sulfonate로 조성되어 있다. 습전성 및 부착성이 우수하고 침투성도 있다. 따라서 약액이 습윤하기 어려운 작물에 첨가하면 효과가 높다.

스프레이스티커 액제

주성분은 비이온계인 Alkyl olefin aromatic polymers로써 고착성이 강하여 내우성을 가진 전착제이다. 따라서 약효지속기간을 늘이기 위해 보호살균제등에 첨가하여 살포하면 효과가 좋다.

실록세인 액제(실루엣)

주성분은 비이온계인 Oxyethylene methyl siloxane이며 분자구조내에 규소(Si)를 갖고 있는 것이 특징이다. 습전성과 부착성이 좋고 침투성이 있으며 살포액 조제시 거품형성이 억제된다.