

국내 주요 살충제의 특성과 이해



Contents

01	농약이란 무엇인가?	3
02	살충제의 분류	6
03	살충제 저항성	12
04	살충제의 작용기작의 원리	21
05	살충제 성분(원제)별 특징	56

작용기작

1.	아세틸콜린에스터라제 기능 저해제	65
2.	GABA 의존 Cl 통로 억제	91
3.	Na 통로 조절	93
4.	신경전달물질 수용체 차단	109
5.	신경전달물질 수용체 기능 활성화	119
6.	Cl 통로 활성화	123
7.	유약호르몬 작용	129
8.	다점저해(훈증제)	131
9.	현음기관 TRPV 통로 조절	135
10.	응애류 성장저해	139
12.	미토콘드리아 ATP합성효소 저해	143
13.	수소이온 구배형성 저해	149

Contents

14. 신경전달물질 수용체 통로 차단	151
15. 0형 키틴합성 저해	155
16. I형 키틴합성 저해	165
17. 파리목 곤충 탈피 저해	167
18. 탈피호르몬 수용체 기능 활성화	169
19. 옥토파민 수용체 기능 활성화	173
20. 전자전달계 복합체 III 저해	175
21. 전자전달계 복합체 I 저해	179
22. 전위 의존 Na 통로 차단	185
23. 지질생합성 저해	189
24. 전자전달계 복합체 IV 저해	195
25. 전자전달계 복합체 II 저해	199
28. 라이아노딘 수용체 조절	203
29. 현음기관 조절 - 정의되지 않은 작용점	209
30. GABA 의존 Cl 통로 조절	211
33. 칼슘 활성화 칼륨 채널(KCA2) 조절	215
34. 미토콘트리아 복합체 III 전자 수송 억제제-Qi사이트	217
36. 척삭 기관 조절제-정의되지 않은 표적 부위	219
37. 호흡저해 복합체 II 의 숙신산 탈수소효소저해	221

🔍 부록	223
------	-----

01 농약이란 무엇인가?



농약의 정의는 ‘농약관리법’ 제2조에 아래와 같이 기술되어 있다.

제2조 1항

농약이라 함은 농작물(수목 및 농·림산물을 포함)을 해치는 균(菌), 곤충(昆蟲), 응애(蟬), 선충(線蟲), 바이러스, 잡초(雜草), 기타 농림축산식품부령으로 정하는 동·식물(이하 “병해충”이라 한다)[동물; 달팽이, 조류 또는 야생동물, 식물; 이끼류 또는 잡목]의 방제에 사용되는 살균제(殺菌劑), 살충제(殺蟲劑), 제초제(除草劑), 기타 농림부령이 정하는 농약[기피제(忌避劑), 유인제(誘引劑), 전착제(展着劑)]와 농작물의 생리기능을 증진하거나 억제하는데 사용되는 농약을 말한다.

제2조 2항

‘천연식물보호제’란 진균(真菌), 세균(細菌), 바이러스 또는 원생동물(原生動物) 등 살아있는 미생물(微生物)을 유효성분(有效成分)으로 하여 제조한 농약 및 자연계에서 생성된 유기화합물 또는 무기화합물을 유효성분으로 하여 제조한 농약을 말한다.

위의 정의를 풀어서 설명하면 농약이란 크게 ‘화학농약(유기합성)’과 ‘천연식물보호제’로 구분하며, 화학농약에는 아래에 열거한 농약이 포함된다.

- ㉠ 농작물을 재배하기 위한 농경지 토양의 소독 또는 종자 소독을 위하여 사용되는 모든 농약
- ㉡ 작물의 재배기간 중 농작물을 병해충·잡초로부터 보호하고 수확한 농작물의 저장 시 병해충에 의한 손실을 방지하기 위하여 사용되는 모든 농약
- ㉢ 농작물의 생육을 촉진 또는 억제하는 농약

천연식물보호제(생물적 방제제)는 ‘미생물농약’과 ‘생화학농약’으로 구분할 수 있다.

- ㉔ 미생물농약은 병해충·잡초 방제에 사용가능한 진균, 세균, 바이러스, 원생동물 등 살아있는 미생물이 유효성분인 농약이며,
- ㉕ 생화학농약은 동물, 식물, 미생물 등이 만들어 내는 대사산물이 유효성분인 농약으로 *Bacillus thuringiensis*가 생성하는 내독소 또는 Neem나무 열매추출물을 정제한 농약 등이 있다.

이외에도 ㉖ 농약의 효과를 증진시키기 위하여 사용되는 ‘전착제’ 또는 농약의 제제화에 사용되는 여러 가지 ‘보조제’를 농약의 범주에 포함시킨다.

이에, 사용 용도에 따라 살균제(병 방제), 살충제(해충 방제), 제초제(잡초 방제), 생조제(식물의 성장조절), 전착제(기타)로 구분되며 그림 1과 같이 농약 포장 용기 뚜껑의 색깔에 따라 쉽게 구별할 수 있다.



그림 1. 농약의 용도

농약은 원제명, 품목명, 상표명으로 구분되어 불리지는데 “원제(原劑)”란 농약의 유효 성분이 농축되어 있는 물질을 말하며 품목은 개별 유효성분 즉 원제의 비율(%)과 제제(製劑) 형태가 같은 농약의 종류를 말한다. 예를 들면 원제 “에마멕틴벤조에이트”가 2.15%의 유제로 만들어진 품목이 그림 2와 같이 상표명은 여러 개가 될 수 있다. 이에 농약을 구입·사용할 때는 상표명이 아닌 품목명을 확인하고 구입해야 한다.

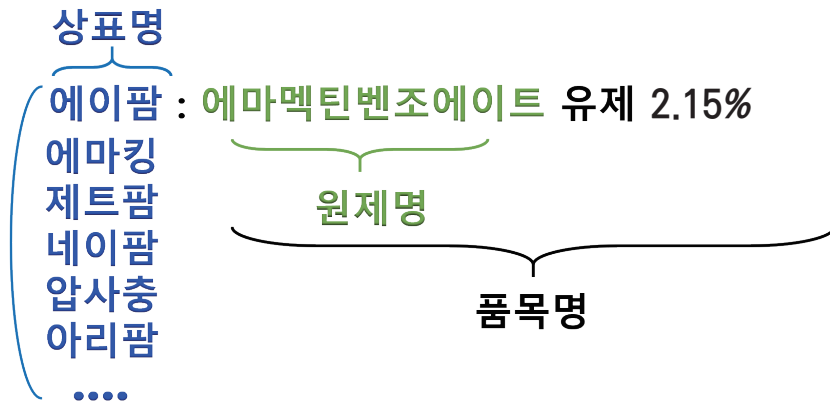


그림 2. 농약의 이름

02 살충제의 분류



살충제(Insecticide)는 농약 중 곤충(昆蟲), 응애(蟬), 선충(線蟲)의 방제에 사용되는 농약을 말하여 사용목적 및 작용특성에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

🔍 소화중독제(Stomach poison)

식독제(=섭취)라고도 하며 식물체 표면에 농약 성분을 부착시켜 해충이 먹이와 함께 농약을 먹게 하여, 해충의 소화기관 내로 들어가 중독작용을 보이는 농약을 말한다. 씹는 구기나 빨아먹는 구기를 가진 해충, 즉 나비목, 메뚜기목, 딱정벌레목의 유충이나 성충에 적용할 수 있다.

🔍 접촉제(Contact insecticide)

농약을 직접 또는 간접적으로 해충의 몸에 접촉시켜 기공이나 체표를 통하여 해충체 내에 침입하게 하거나 기문이나 기관을 막아 죽게 하는 것으로, 구기의 형태와 관계 없이 이용이 가능하므로 접촉제형은 해충방제 시 가장 일반적인 농약으로 개발되어 사용하고 있다. 이와 같은 접촉제형 살충제는 약효가 나타나는 시간에 따라 약효가 비교적 빨리 나타나는 속효성 살충제와 늦게 나타나는 지효성 살충제로 나뉜다. 또, 살포된 농약에 직접 접촉하여 농약이 해충의 몸에 직접 닿았을 때만 효과를 나타내는 직접 접촉제(Direct contact insecticide)와 잔효력이 길어서 농약 살포 시 농약이 직접 총체 내에 부착되지 않아도 식물체상에 남아 있다가 접촉하여 체표를 통해 침투 후 치사 효과를 나타내는 잔효성 살충제(Residual contact insecticide)로 나뉜다.

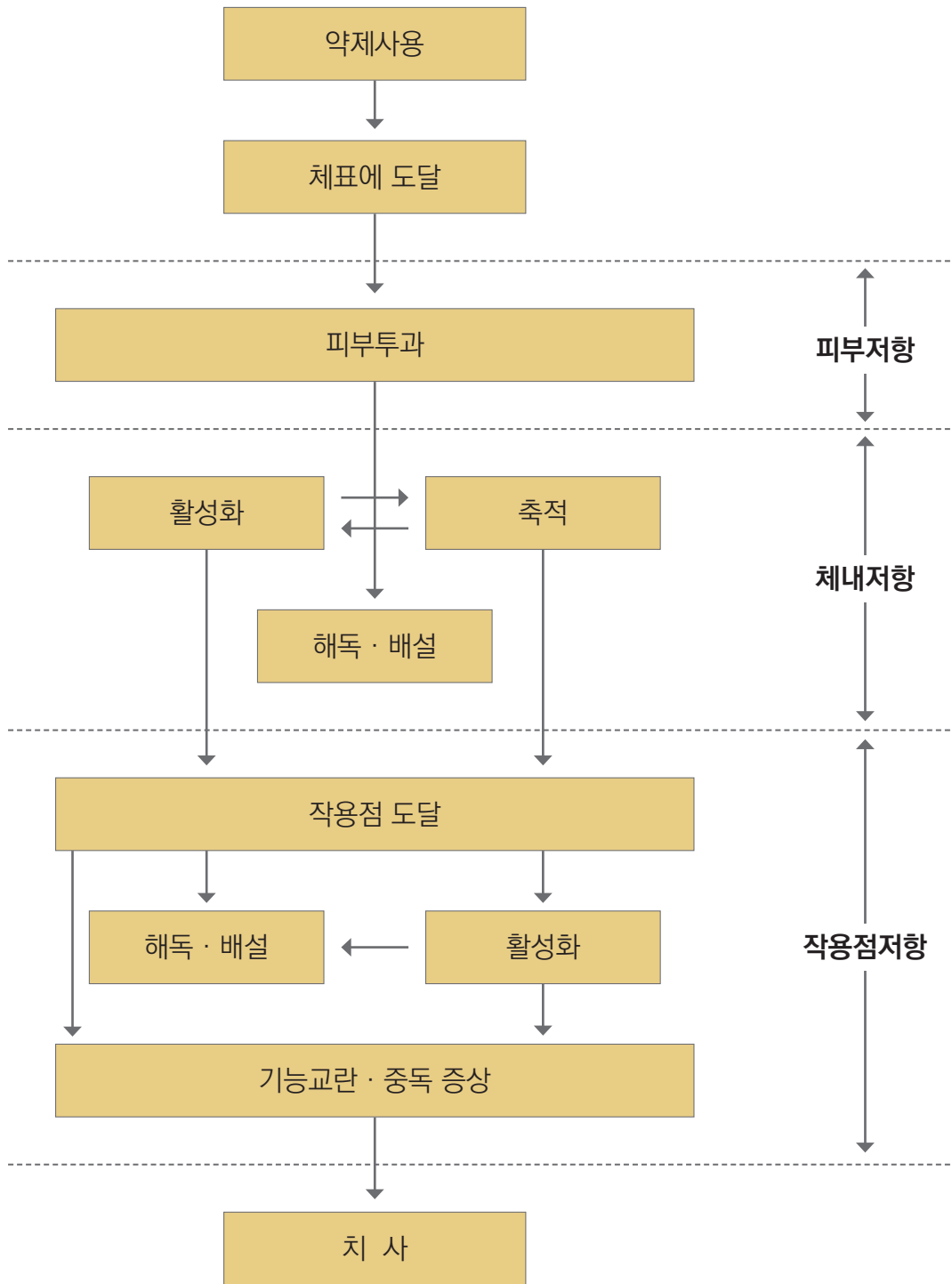


그림 3. 접촉제의 독 작용과정

🔍 침투성 살충제(Systemic insecticide)

농약을 작물의 뿌리, 경엽, 나무의 줄기에 스며들게 하여 작물체 전체에 이동시킴으로 흡즙성 해충(예: 진딧물, 가루이, 총채벌레 등)이나 저작구 해충(예: 나방, 메뚜기)을 방제하는 데 이용하는 살충제이다. 침투성 살충제는 작물의 줄기나 잎의 내부에 기생하는 해충(예: 잎굴파리, 흑파리류)에 유효하고 약효기간은 보통 접촉제 살충제보다 길다.

🔍 훈증제(Fumigation insecticide)

상온에서 쉽게 증발하여 기체화된 농약이 해충의 기문을 통하여 호흡기로 침투하여 해충을 죽게 하는 것이 훈증제이며, 사용 시에는 가스의 유실을 막기 위해 주로 밀폐된 용기, 실내, 창고, 텐트 등의 제한공간에서 훈증시킨다. 토양 훈증 시에는 땅에 구멍을 뚫고 농약을 주입한 후 비닐로 덮어 살충효과를 증진시키며, 저곡해충이나 과실, 목재류, 토양해충, 선충류가 주요 대상이 된다. 검역용으로 많이 사용되고 있다.

🔍 살비제(살응애제, Acaricide)

곤충강이 아닌 거미강에 속하는 응애를 방제하기 위한 농약으로 일반적인 살충제로는 방제가 어려워 전문 농약이 개발되어 있다. 응애류의 방제는 알부터 성충까지 방제하는 것이 중요하다.

- 살비제 중에는 곤충류에 대하여 일부 살충력이 있는 것도 있지만, 응애류에 대해서만 선택적인 살비력을 지니는 것이 대부분임.
- 응애류는 연간 발생횟수가 10여 세대가 되므로 같은 농약을 계속 사용하면 농약 저항성의 획득이 빠르기에 작용기작이 번호가 다른 농약을 교차 살포하는 것이 중요함

◆ 살비제의 종류 및 특징

작용점	작용 기작	성분명	특징
신경 및 근육저해	3a	아크리나트린 (Acrinathrin)	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제
		펜프로파트린 (Fenpropathrin)	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제
	6	아바멕틴 (Abamectin)	접촉과 섭취를 통해 모두 작용하는 살충제, 침투성은 제한적이지만 침달성 있음
		에마멕틴벤조에이트 (Emamectin benzoate)	비침투성 살충제로 주로 섭취에 의해 작용, 침달성 있음
		밀베멕틴 (Milbemectin)	접촉과 섭취 모두 작용하는 살충제, 침투성은 제한적이지만 침달성 있음, 응애류(모든 생육단계)
	19	아미트라즈 (Amitraz)	접촉과 호흡으로 활성을 띠는 비침투성 살충제. 과흥분으로 응애가 구기를 빨리 빼내고 숙주 동물에서 떨어지는 방출효과(expellant effect) 보임.
	30	플룩사메타마이드 (Fluxametamide)	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제
		아이소사이클로세람 (Isocycloseram)	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제
33	아사이노나피르 (Acynonapyr)	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제로 약충과 성충에 효과 있음	
IGR (곤충생장 조절제)	10 (응애 생장 저해)	헥시티아족스 (Hexythiazox)	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제, 침달성. 응애의 알, 유충 및 약충에 효과 있음(성충에는 효과 없으나 처리된 암컷성충이 낳은 알은 생존할 수 없음)
		에톡사졸 (Etoxazole)	접촉에 의해 활성이 있는 살충제, 응애의 탈피를 억제함, 응애의 알, 유충 및 약충에 효과 있음(성충은 불임효과)
	15 (키틴 합성 억제제)	플루페녹수론 (Flufenoxuron)	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 곤충 및 응애 생장조절제. 처리된 유충은 다음 탈피 시 또는 이어지는 령기 동안 죽습니다. 처리된 성충은 생존 불가능한 알을 낳음, 응애류(유충, 약충, 살란효과)
	23 (지질생 합성 저해제)	스피로디클로펜 (Spirodiclofen)	접촉에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제. 응애의 알 및 유약충에 효과가 있음 (성충은 불임효과)
		스피로메시펜 (Spiromesifen)	접촉에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제 가루이와 응애의 발달과 번식력에 영향을 미침. 응애(모든 생육단계, 알은 부화억제, 성충은 불임효과)

국내 주요 살충제의 특성과 이해

작용점	작용 기작	성분명	특징
호흡기 저해	12	아조사이클로틴 (Azocyclotin)	접촉 및 잔류 활성을 가진 비침투성 살충제. 응애류(모든 생육단계)
		사이헥사틴 (Cyhexatin)	접촉에 의해 활성화되는 비침투성 살비제(응애). 응애의 운동단계(motile stages), 유충, 성충 제어
		프로파자이트 (Propargite)	주로 접촉에 의해 활성을 띠고 호흡에 의해 일부 활성을 띠는 비침투성 살충제, 응애류(약충, 성충)
		테트라디폰 (Tetradifon)	알과 모든 비성충 단계(유충, 약충)에 접촉하여 활성을 나타내는 비침투성 살충제, 암컷을 불임화시켜 생존 불가능한 알을 낳음, 식물조직내에서 지속성이 김. 응애류(유충, 약충, 알(살란효과))
	13	클로르페나피르 (Chlorfenapyr)	살충제 및 살비제(응애) 주로 섭취에 의해 활성이지만 일부 접촉 활성이 있습니다. 침달성은 있으나 침투성은 제한적임.
	20	아세퀴노실 (Acequinocyl)	비침투성 살충제로 주로 접촉에 의해 활성을 띠지만 섭취에 의해 제한된 활성을 가짐. 응애류(모든 생육단계)
		비페나제이트 (Bifenazate)	주로 접촉에 의해 작용하며 잔류 기간이 긴 비침투성 살충제, 응애류(알, 생육단계)
	21	페나자퀸 (Fenazaquin)	응애에 대한 접촉 및 섭취 활성과 알에 대한 접촉 활성을 가진 살충제. 24시간 이내에 녹다움됨. 응애류(유충, 약충, 성충, 살란효과)
		펜피록시메이트 (Fenpyroximate)	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제. 유충, 약충 및 성충에 대한 빠른 녹다운 활동. 또한, 약충에 대한 약간의 탈피억제작용 있음
		피리다벤 (Pyridaben)	성충에 접촉 및 섭취 시 활성을 나타내는 비침투성 살충제, 유충 및 약충에 접촉 시 활성을 나타내며 빠른 녹다운 및 잔효성 있음. 모든 발달 단계, 특히 유충 및 약충 단계에 활성을 나타냅니다.
		테부펜피라드 (Tebufenpyrad)	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 비침투성 살충제이며, 침달성이 있어 잎의 아랫면에 산란되는 응애 알의 발달을 억제함. 응애(모든 생육단계, 살란효과)
	25	사이에노피라펜 (Cyenopyrafen)	접촉과 섭취 모두 활성화되는 비침투성 살충제, 알, 약충, 성충 전세대에 약효를 발현함
		사이플루메토펜 (Cyflumetofen)	주로 접촉에 의해 활성화되는 비침투성 살충제, 처리된 성충은 24시간 이내에 완전히 마비되고, 부분적으로 살란 효과도 있으며, 알에서 부화한 응애는 그 직후에 죽습니다. 응애류(성충, 살란효과)
		피플루부마이드 (Pyflubumide)	살비제(응애). 응애류(모든 생육 단계)

🔍 살선충제(殺線蟲劑, Nematicide)

선충은 선형동물에 속하며 주로 유기인계 살충제인 이미시아포스, 카두사포스, 포스티아제이트 등에 의해 방제가 이루어진다.

◆ 살선충제의 종류 및 특징

작용점	작용기작	계 통	표시 기호	원제명 (* 침투효과가있는 농약 표시)
신경 및 근육저해	아세틸콜린에스터 라제기능 저해 (1)	카바메이트계	1a	카보설판(*), 벤푸라카브(*), 카보퓨란(*)
		유기인계	1b	터부포스(*), 에토프로포스, 포레이트(*), 포스티아제이트, 카두사포스, 이미시아포스(*)
	클로라이드 채널 활성화 (6)	아바멕틴계	6	아바멕틴(국소적 침투효과, 침달성)
작용기작 불분명	미분류. 작용기작불명	미분류	-	플루엔설판, 디메틸디설파이드, 플루아자인돌리진
	다점 저해 (훈증제) (8)	할로젠화알킬계	8a	메틸브로마이드
		이소티오시안산 메틸발생기	8f	메탐소돔, 다조멧
호흡 저해 (에너지 생성 저해)	복합체 II 의 숙신산 (호박산염) 탈수소효소저해	pyridinyl-ethyl- benzamides phenyl-cyclobutyl- pyridineamide	살균 (다2)	플루오피람(*), 사이클로뷰트리플루람(*)
신호전달	삼투압 신호전달 효소 MAP 저해	dicarboximides	살균 (마3)	이프로디온

03 살충제 저항성



살충제를 계속해서 사용하면 해충은 살충제에 강해지고, 결국 죽지 않는 개체가 증가하게 된다. 이것을 살충제 저항성(insecticide resistance)이라고 한다. 저항성이란 정상적인 곤충집단에서 이전에 곤충을 방제하는 데 사용했던 살충제 약량으로 더 이상 방제할 수 없는 경우를 말하며 진정한 저항성으로 판단하려면 저항성 곤충이 살충제에 대한 저항성 능력을 다음 세대 해충에게 물려줄 수 있는 것을 의미한다.

살충제 저항성 해충은 1908년 미국 산호세각지벌레의 석회유황합제에 대한 저항성이 최초로 보고된 이래 1938년에 7종, 1967년에는 224종이 있었고, 1984년에는 447종으로 증가하였다. 그중에서 농업해충은 264종이고, 위생해충은 171종이었다. 대부분은 파리목(156종)이었고, 그 다음으로 나비목(67종), 딱정벌레목(66종) 순이며 계속해서 저항성 종이 보고되고 있다(Georghiou 등, 1986).

2000년도까지 500종 이상의 절지동물이 하나 또는 그 이상의 살충제에 대해서 저항성을 발달시켜 왔다.

🔍 살충제 저항성이란 무엇입니까?

- 살충제는 오랜 시간동안 해충을 방제하는 데 사용해왔습니다.
- 그러나 시간이 지남에 따라 해충 개체군은 점차 기존의 살충제에 반응하지 않도록 진화해왔습니다.
- 해충 개체군이 이전에 해충을 방제하는 데 사용했던 살충제 권장 사용량으로 더 이상 기대되는 방제 수준을 달성하지 못하는 경우를 살충제 저항성(Resistance)이라고 합니다. 그러나 진정한 저항성으로 간주하려면 저항성 해충이 살충제에 대한 저항성 능력을 다음 세대에게 물려줄때 저항성이라 합니다.

* 내성(Tolerance): 해충이 농약에 지속적으로 노출되어 적응한 것으로 후대에 저항성 능력이 유전되지않음

저항성 의미(해충 종에 대한 라벨 권장 사항에 따라 사용했음에도 불구하고 이전에 사용했던 권장 사용량으로 방제에 실패하는 것으로 해충 개체군의 유전적 변화가 있음)

살충제 저항성은 자연적으로 발생하는 현상이며 진화과정의 자연적 과정의 일부입니다.



- 해충은 대다수 농약에 해당되는 합성 화학물질 외에도 생물 유래 추출물, 펩타이드, 페로몬, 바이러스, 그리고 무기물 등 모든 형태의 살충제에 대해 저항성을 발달시킬 수 있는 잠재력을 가지고 있습니다.

🔍 해충은 어떻게 살충제 저항성을 갖게 되나요?

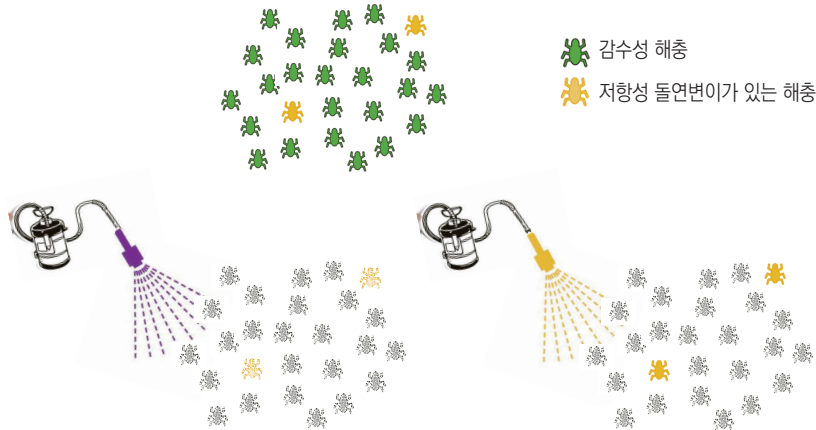
- 저항성은 해충의 유전적 구성의 돌연변이를 통해 발생합니다.
- DNA는 짝을 이루는 뉴클레오타이드들의 사슬로 이루어져 있으며, 생명체를 구성하기 위한 '유전적 설계도'로 자주 비유됩니다.
- 하지만 DNA 복제 과정은 완벽하지 않으며, 때때로 오류가 발생할 수 있습니다. 이러한 오류가 바로 돌연변이입니다.
- DNA는 곤충의 성장과 생리 기능에 대한 지침을 제공하므로, 돌연변이가 발생하면 곤충의 생리적 혹은 생화학적 특성이 변화할 수 있습니다.
- 어떤 돌연변이는 해충에게 아무런 영향을 미치지 않거나, 치명적일 수도 있지만 경우에 따라 살충제에 대한 민감성을 낮추는 돌연변이가 발생할 수 있습니다. 이러한 돌연변이는 같은 살충제가 반복적으로 사용될 경우, 해당 곤충이 생존상의 이점을 갖게 되어 저항성 개체의 비율이 증가하게 되어 저항성 발현의 원인이 됩니다.



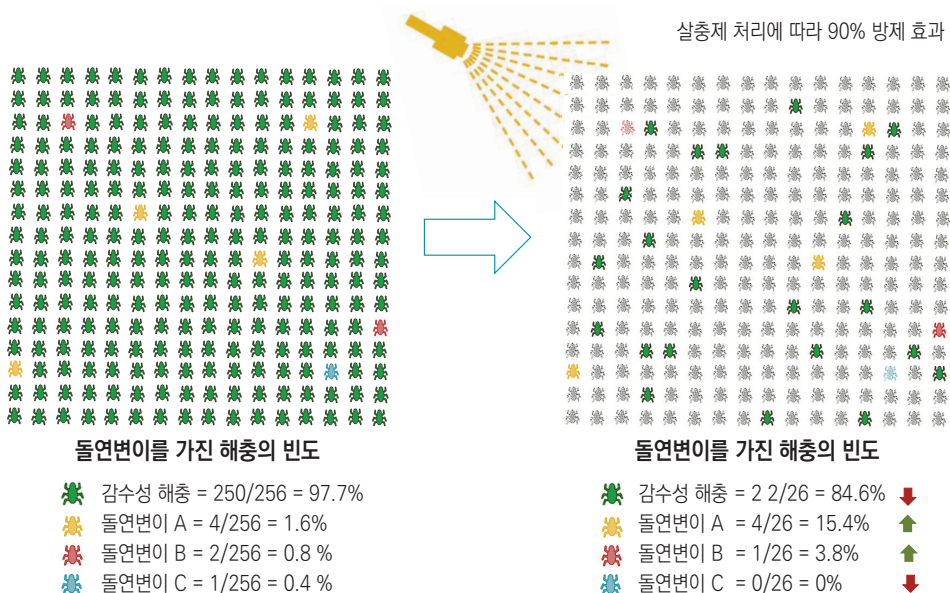
🔍 살충제 저항성은 어떻게 문제가 되는가?

- 대부분의 경우, 저항성 돌연변이는 즉각적인 영향을 주지 않으며, 돌연변이를 가진 곤충도 다른 개체와 마찬가지로 살아가고 번식합니다.
- 만약 사용된 살충제가 그 돌연변이에 영향을 받지 않는 경우, 감수성 곤충과 저항성 곤충 모두 방제됩니다.

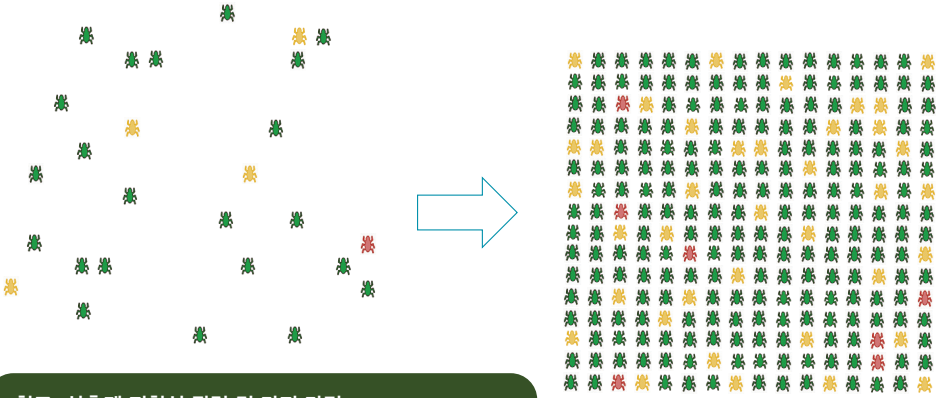
- 그러나, 살충제가 돌연변이의 영향을 받는 경우에는 감수성 곤충만 죽고, 저항성 개체는 살아남아 번식하게 됩니다.
- 이렇게 살아남은 저항성 곤충은 그 저항성을 자손에게 전달하며, 시간이 지남에 따라 저항성 개체의 비율이 증가하게 됩니다.



- 하나의 농경지 또는 온실 환경 내에는 수백에서 수백만 마리의 해충이 존재할 수 있으며, 이들 중 일부는 서로 다른 살충제에 대한 저항성을 부여하는 여러 종류의 돌연변이를 가지고 있을 수 있습니다.
- 이러한 상황에서 살충제를 살포하면, 저항성 돌연변이를 가진 개체들만 살아남고, 이들이 번식하면서 개체군 내 저항성 해충의 비율이 점점 증가하게 됩니다.

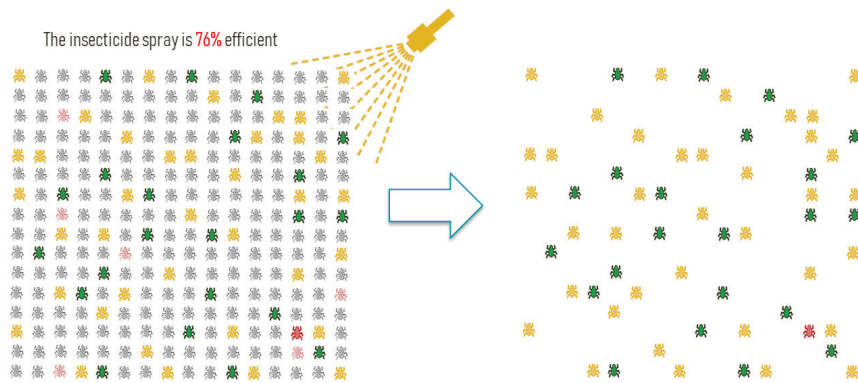


- 살충제에 살아남은 저항성 해충은 계속해서 생존하고 번식하며, 해당 돌연변이를 자손에게 유전시킵니다.

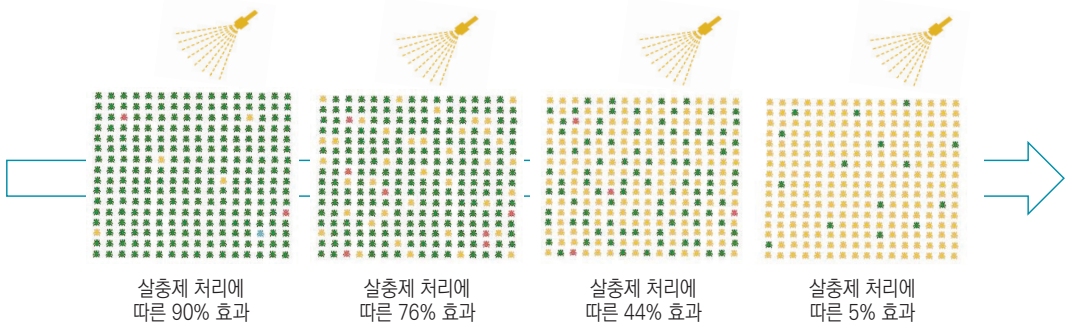


참고: 살충제 저항성 관련 몇 가지 가정

1. 살충제는 저항성 해충에 영향을 미치지 않습니다.
2. 저항성은 항상 해충의 후대에게 유전됩니다(우성 유전).
3. 저항성 해충은 정상적으로 살고 번식합니다(적응 비용 없음).



동일한 작용기작의 살충제를 반복적으로 사용하는 방제방법은 관리하기 쉬웠던 곤충 개체군을 방제가 어려운 개체군으로 바꾸어 방제 효과가 낮아진다.



살충제 처리에 따른 90% 효과

살충제 처리에 따른 76% 효과

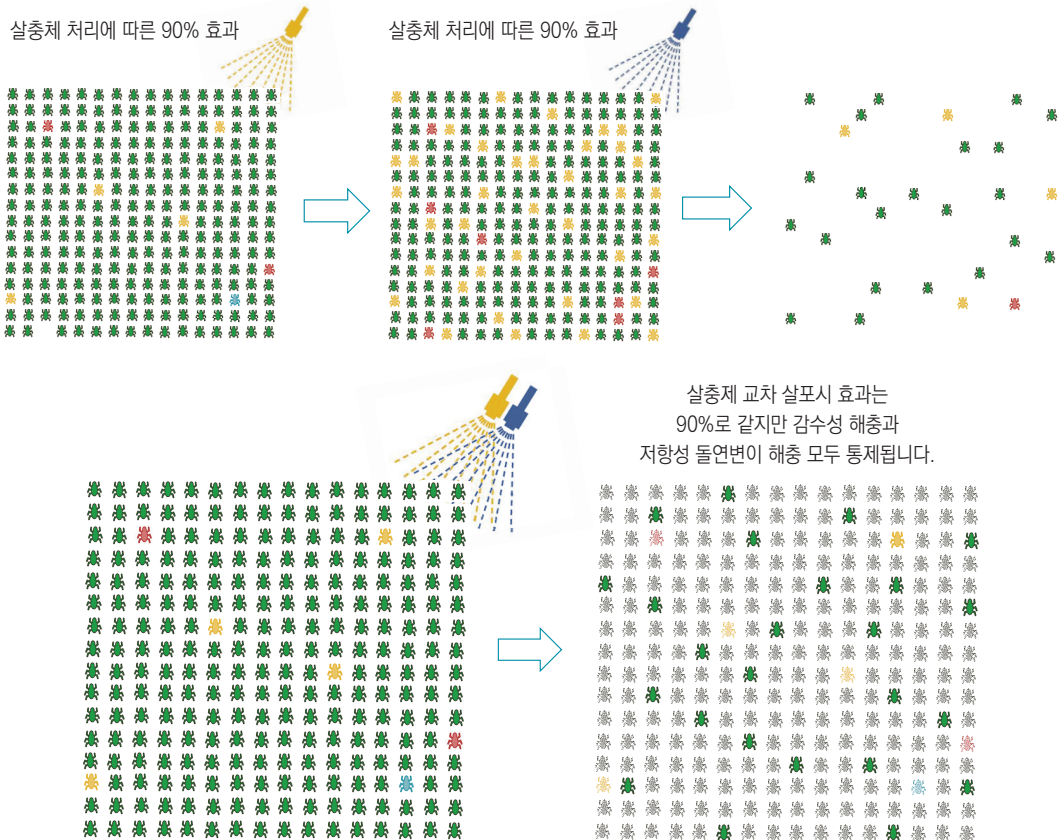
살충제 처리에 따른 44% 효과

살충제 처리에 따른 5% 효과

- 시간이 지나면 이러한 저항성 개체들의 수가 다시 방제를 필요로 할 정도로 증가하게 됩니다.
- 해충 방제와 저항성 관리를 위해 다음에 어떤 조치를 취할지 결정하는 것은 매우 중요합니다.
- 만약 같은 살충제를 다음 세대 해충에게도 반복 사용한다면, 살충제의 효과는 점점 감소하게 되고, 더 많은 저항성 해충이 살아남아 개체군 내 비율이 증가하게 됩니다.

🔍 살충제 저항성이 문제가 되는 것을 어떻게 예방할 수 있습니까?

- 저항성 돌연변이를 가진 해충이 개체군 내에서 지배적으로 증가하지 않도록 하기 위해, 서로 다른 작용 기작(MoA, Mode of Action)을 가진 살충제를 해충의 세대 교체에 맞춰 순차적 또는 교차적으로 사용하는 것이 중요합니다.



- 이러한 방제 전략은 저항성 개체의 빈도가 증가하는 것을 지연시킵니다.
- 반면, 같은 살충제를 반복적으로 사용할수록 해당 살충제에 대한 저항성 돌연변이가 더 빠르게 선택되고 고착화될 가능성이 커집니다.
- 서로 다른 작용 기작을 가진 살충제를 교차 사용하는 것은, 표적 해충이 그중 하나 이상의 살충제에 여전히 감수성이 있다는 전제에 기반합니다.
- 살충제를 교차하여 사용하는 것만이 저항성 발달을 관리하는 유일한 방법은 아닙니다.
- 살충제 혼합제(Insecticide mixtures)를 사용하는 것도 효과적인 전략이 될 수 있습니다. 다만, 동일 작용기작의 혼합제는 사용하지 않아야 합니다.



저항성 관리를 위한
살충제 혼합제 사용에
대한 사용방법을 숙지
하고 사용 해야함

🔍 살충제 저항성의 발생기작

돌연변이는 다양한 형태를 취할 수 있으며 다양한 유형의 저항을 초래할 수 있습니다.

- 작용점의 살충제 감수성 저항(작용점 저항성)
작용점에 도달한 살충제는 독성을 발휘하여 곤충을 죽게 하며 대다수 살충제는 신경계에 작용점이 있다. 일반적으로 수용체 단백질로 되어 있는데 돌연변이가 발생하여 단백질의 모양을 변형하고 살충제가 작용점에 접합하는 것을 방지하여 저항성을 갖게 한다. AChE의 감수성 저하, ACh 수용체의 성질 변화, 신경막의 감수성 저하 등이 있다.
- 체내 저항(해독대사활성의 증대)
생물체 내에는 생명을 유지하기 위해 많은 유기 화합물이 필요하며. 생명유지에 불필요하고 해가 되는 물질은 해독효소 작용에 의해 분해, 무독화되어 배설된다. 따라서 농약도 일종의 불필요하고 해가 되는 화합물로 해충이 체내에서 해독효소의 작용에 의해 대사되어 무독화된 물질 상태로 배설된다. 해독효소 활성의 상승은 짧은 시간 내에 체내에 침입한 농약을 많이 해독함으로써 작용점에 이르는 농약량을 크게 줄이는 결과가 되므로 전과 같은 양의 살충제로 죽일 수 없게 되며 이는 매우 중요한 저항성 기작의 하나임

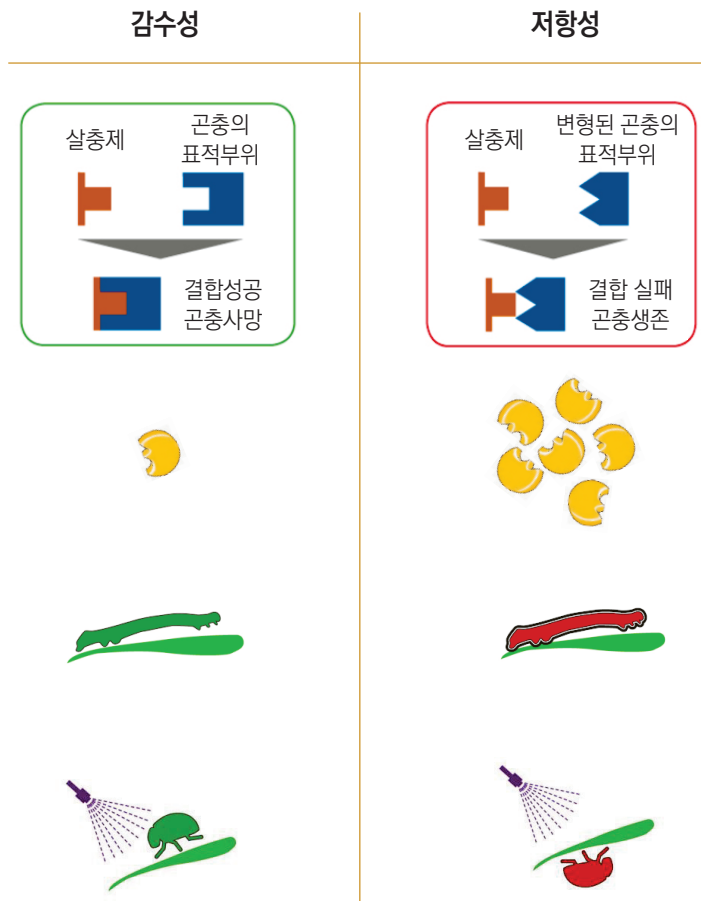
* 가수분해효소(Esterase), 산화효소(Cytochrome P-450), 전이효소(Glutathione S-transferase)

- 피부 저항(피부 투과성의 저하)

돌연변이로 인해 해충이 살충제에 대한 피부투과성을 저하시킴으로서 저항성 해충이 될 수 있다. 피부투과성 저하는 살충제의 투과속도를 늦춤으로서 작용점에 이르는 약량을 줄인다. 피부투과성 저하는 돌연변이에 의해 피부 두께가 두꺼워진다고든지 피부층에 지방(왁스)이 많이 함유하는 등 여러 가지 방법에 의해 살충제가 체내로 들어가지 못하도록 해충이 변형되는 것이다. 많은 작용을 하지는 않지만, 다른 유형과 결합하여 저항성 발생을 야기할 수 있다.

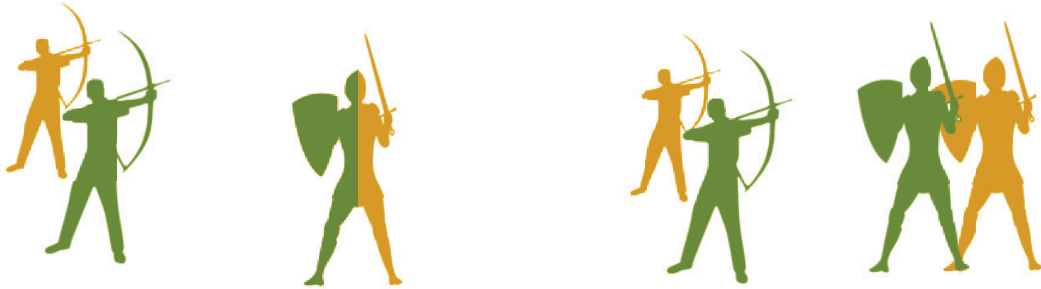
- 살충제와의 접촉회피

흔하지는 않지만, 돌연변이로 인해 해충의 본래 가지고 있는 행동 및 습성이 바뀌어 살충제에 대한 노출이 줄어들는 등 농약에 대한 기피행동을 나타내어 저항의 원인이 됨



🔍 교차저항성 & 복합저항성

농약 라벨에 있는 작용기작 번호는 농업인이 유사한 살충제 제품의 반복 사용 피하고 저항성을 낮추기 위해 다양한 작용기작을 선택할 수 있도록 도와준다.



교차저항성(Cross-resistance) :
단일 저항성 유전자가 2종 이상의 살충제에 저항성을 보이는 것

복합저항성(Multiple-resistance) :
복수의 저항성 유전자가 2종 이상의 살충제에 저항성을 보이는 것

- 작용기작 그룹 내에서는 교차 저항성이 있지만 작용기작이 다른 그룹 간에는 교차 저항성이 없다는 과학적 근거를 따릅니다.
- 교차저항성(Cross-resistance)
단일 저항성 유전자가 2종 이상의 살충제에 대해 저항성을 보이는 것으로 하나의 살충제를 계속 처리 하였을 때 저항성을 가진 해충이 유사한 작용기작을 가진 살충제에도 저항성을 보이는 현상입니다.
- 작용기작 그룹 내의 교차 저항성
대부분의 경우 살충제에 대한 저항성은 동일한 그룹의 살충제에 대한 저항성도 부여합니다.
그러나 동일한 그룹 내에서도 살충제 간의 저항성 수준에 차이가 있을 수 있습니다. 이를 부분 교차 저항성이라고 합니다.
매우 드문 경우 그룹 내에서 교차 저항성이 없을 수도 있지만, 이는 대개 특정한 단일해충에만 국한됩니다.

* 예) 9b에 속하는 피메트로진에 대하여 저항성을 보이는 복숭아혹진딧물 개체가 9d인 아피도피로펜에도 저항성을 보일때 교차저항성이라 함

- 작용기작 그룹 간 교차 저항성
 드물게 작용기작은 동일하지 않지만 분자 구조 구성 요소가 유사한 살충제가 단일 효소에 의해 대사될 수 있습니다.
 따라서 해당 효소를 과발현하는 곤충은 효소에 의해 대사되는 모든 살충제에 저항성을 가질 수 있습니다.
- 복합저항성(Multiple resistance)
 복합저항성은 단일 곤충에서 복수의 저항성 유전자가 2가지 이상의 살충제에 대해 저항성을 보이는 것으로 종종 교차 저항성과 혼동됩니다.

구분	정의	특징
교차 저항성	하나의 저항성 메커니즘으로 여러 살충제에 저항성 보임	보통 같은 작용기작 그룹 내에서 발생
복합 저항성	다수의 저항성 메커니즘이 작동하여 여러 살충제에 저항성 보임	다른 작용기작 그룹간에도 발생 가능

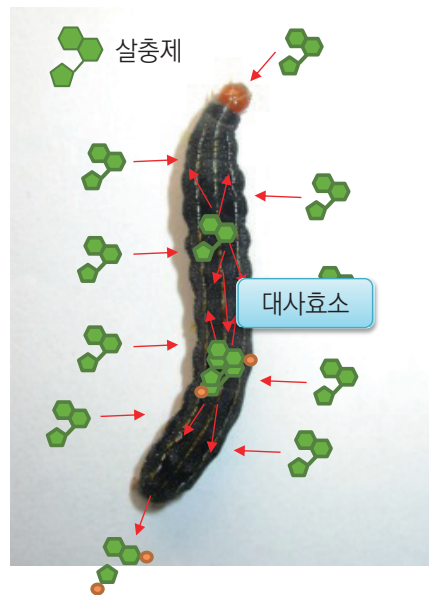
04 살충제의 작용기작의 원리



🔍 살충제의 효과 발현과정

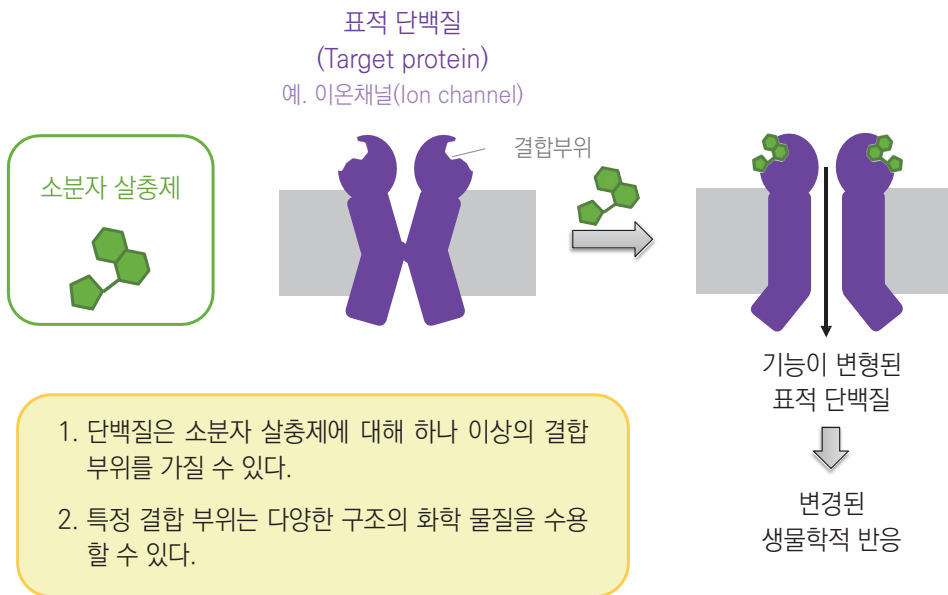
사용된 살충제가 해충에 도달하면 표피(큐티클), 기문, 구기(입)를 통해 체내에 침입하여 작용점에 도달한다. 작용점은 대다수 신경계이며 호흡기(에너지 대사), 성장조절(호르몬) 등이 있다.

살충제는 작용점 내 이온채널, 효소, 수용체 등과 반응(대사작용)하여 기능을 교란하고(기능의 과다 활성화 또는 저하로 곤충을 죽게 함) 생명유지에 불필요하고 해가 되는 물질인 살충제는 해독효소 작용에 의해 분해, 무독화되어 배설된다.

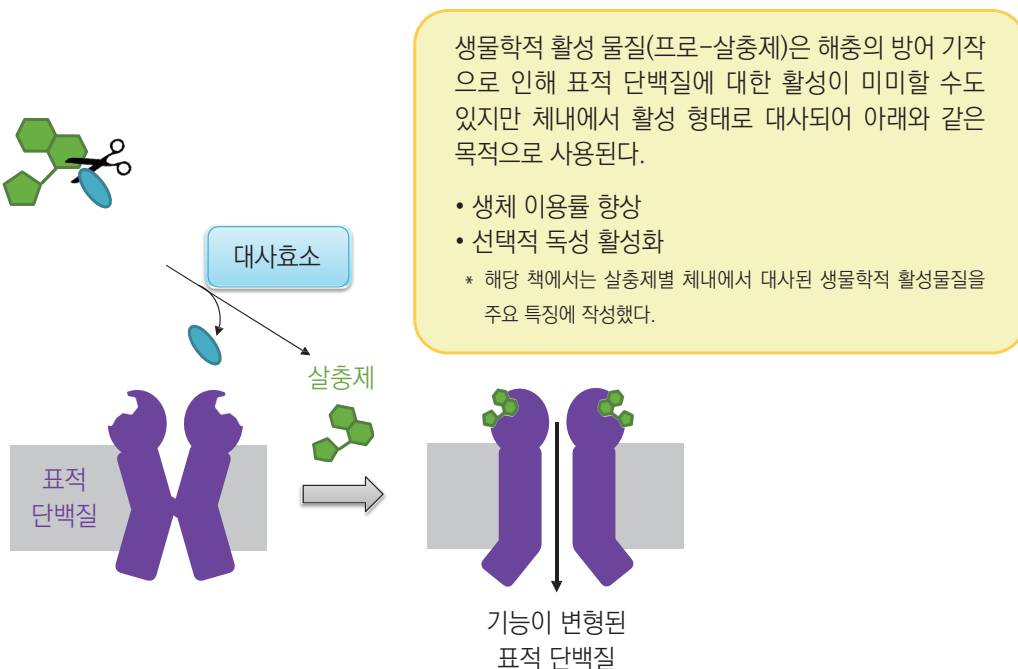


- 흡수(Absorption)
 - 표피(큐티클) 및 기문을 통해(접촉제)
 - 해충 구기(입)로 섭식을 통해(소화중독제)
 - 기화형태로 기문을 통해(훈증제)
- 이동 및 분배(Distribution)
 - 체내 이행하여 작용점에 도달
- 대사 및 기능교란(Metabolism)
 - 해충의 방어가작에 의해 영향을 받음
- 해독 및 배설(Excretion)

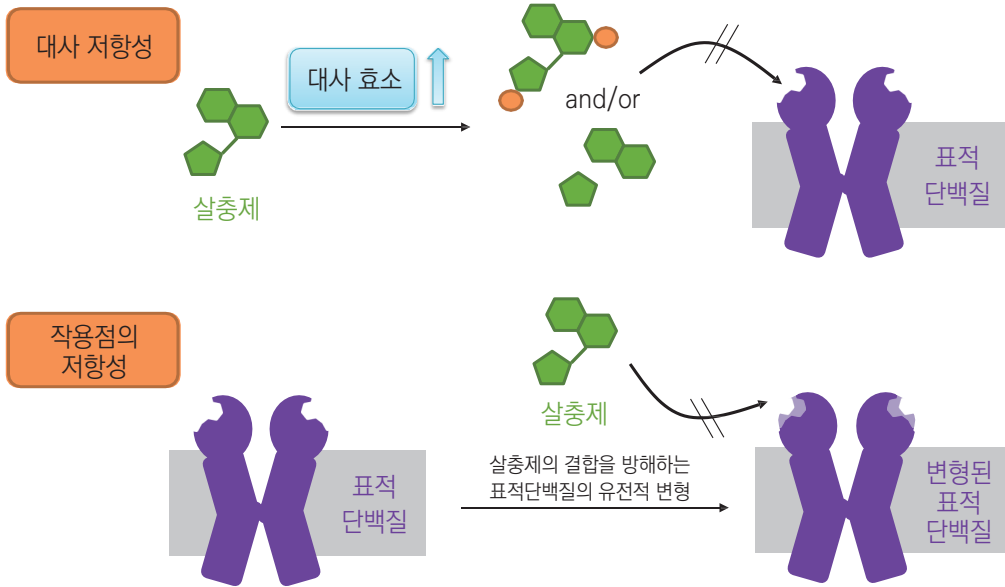
🔍 살충제는 중요한 과정을 조절하는 주요 기능성 단백질에 작용합니다.



🔍 생물학적 활성 물질(The Pro-Insecticide)



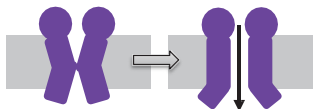
🔍 살충제 저항성 작용원리(Mechanisms)



🔍 살충제의 표적이 되는 주요 기능성 단백질

이온 채널(통로)
Ion channels

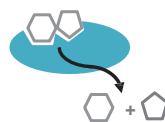
신호전달자: 세포막에 존재하면서 세포 안과 밖으로 이온을 통과시키는 막 단백질로 이온의 이동에 의해 세포 안, 밖의 전압차가 형성되고 신호가 전달됨



양이온: 나트륨 Na^+
칼슘 Ca^{2+}
칼륨 K^+
음이온: 염소 Cl^-

효소
Enzymes

생체촉매제: biocatalysts



화학 반응을 촉진하는 단백질

수용체
Receptors

신호전달자

리간드 (ligand)

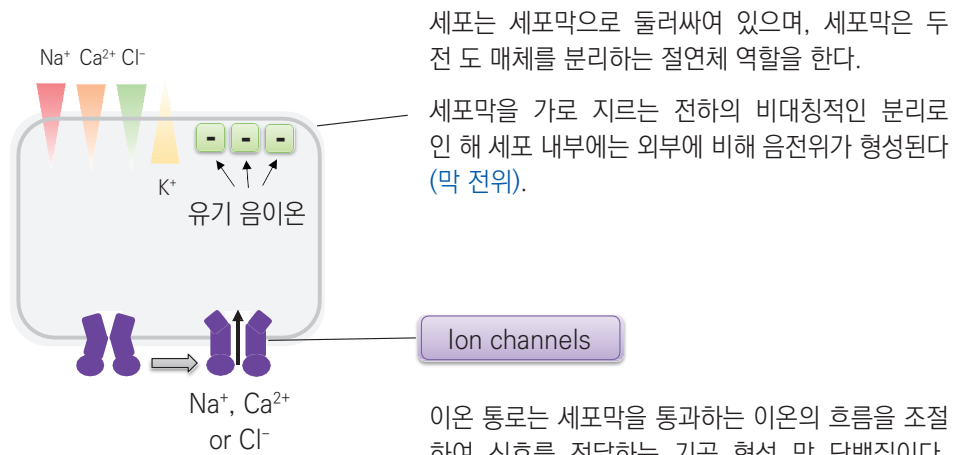


수용체는 리간드와의 결합을 통해 반응(변화) 유발

🔍 살충제 작용기작의 주요 분류

- 신경 및 근육 저해
- 성장 저해
- 호흡(에너지 대사) 저해
- 중장 저해
- 다점저해 및 미분류(불분명)

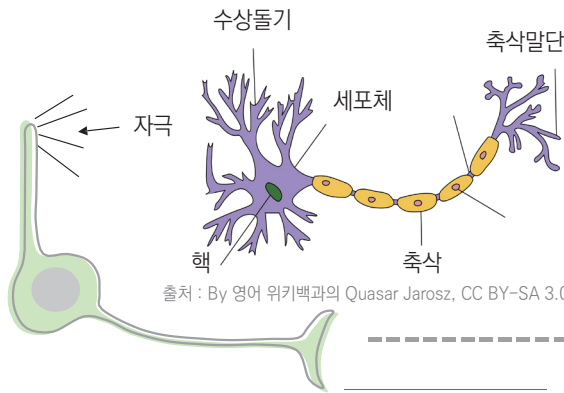
🔍 이온 통로(Ion channels)는 신경근 교란물질의 중요한 작용점이다.



- **개폐조절**: 통로 개방의 유발요인 (전압, 리간드 등)
- **이온 선택성**: 통로의 이온 선호도

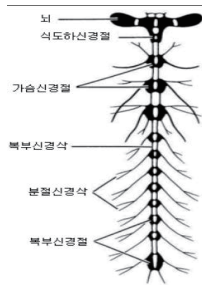
이온 통로는 세포막을 통과하는 이온의 흐름을 조절하여 신호를 전달하는 기공 형성 막 단백질이다. 막 전위와 함께 농도 구배는 이온 흐름의 방향을 결정한다. **전기적으로 흥분하는 세포**(뉴런, 근육 세포)에서 이온 통로는 장거리에서 빠른 신호 전달에 중요한 역할을 한다.

곤충 신경근육계: 자극을 근육 작용으로 변환



출처 : By 영어 위키백과의 Quasar Jarosz, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7616130>

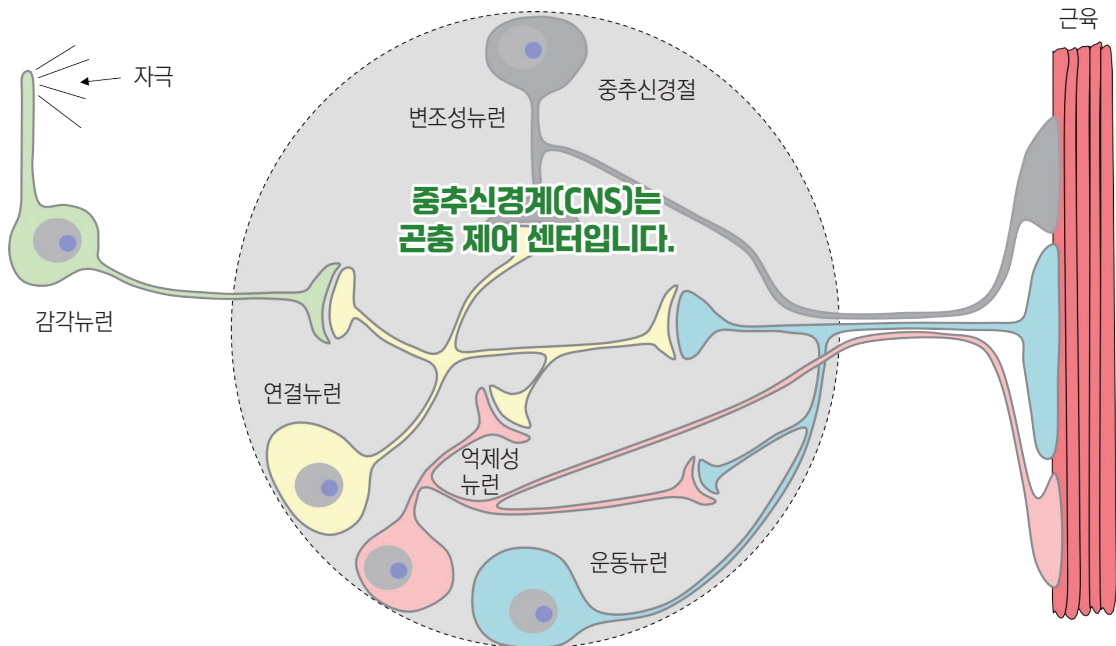
- 곤충도 인간의 신경세포 같이 신경세포 즉, 뉴런을 갖고 있으며 세포체(핵)와 수상돌기(외부의 자극을 받아들이는 곳), 축삭돌기(자극근육을 외부로 전달하는 곳)로 구성되어 있음
- 시냅스: 뉴런과 뉴런을 연결해주는 곳
- 시냅스에는 약간의 틈이 존재하며 여러 가지 신경전달물질은 이 시냅스를 통해 이동하면서 자극을 전달함



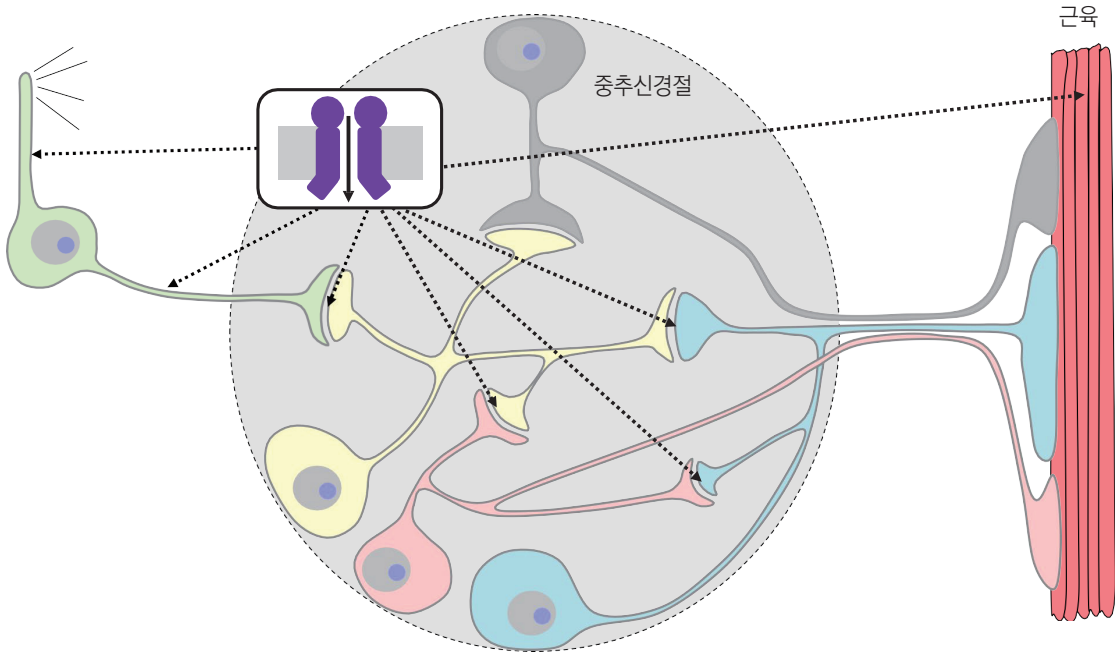
- 중추신경계: 신경계의 주요 부위와 길이를 따라 연결되는 신경색(신경삭)으로 연결되는 일련의 신경절 구성됨
- 신경절: 신경세포의 집합체로 연결뉴런 과 운동뉴런의 세포체는 상호연결하는 신경섬유와 엉켜서 신경절을 형성함

그림. 중추신경계
출처: 곤충학, 월드사이언스, 2011

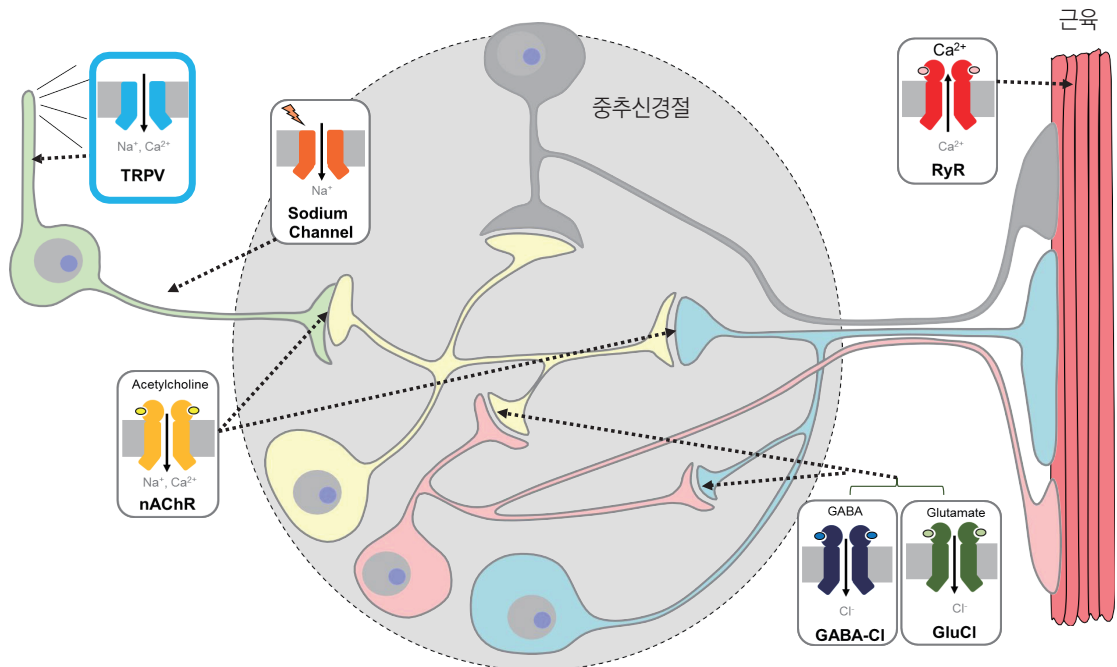
다양한 유형의 뉴런이 신호 전달 및 미세 조절에 관여한다.



🔍 이온 통로(Ion channels)는 신경근육계 내에서 다양한 역할을 한다.

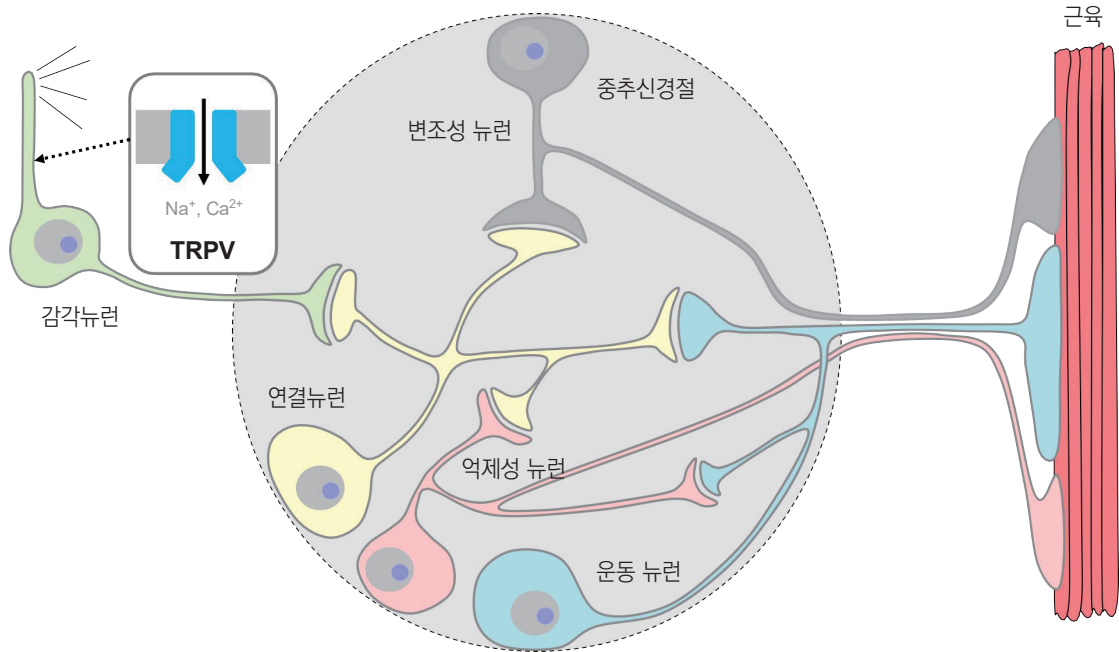


🔍 신경근 교란물질의 작용점인 이온 통로

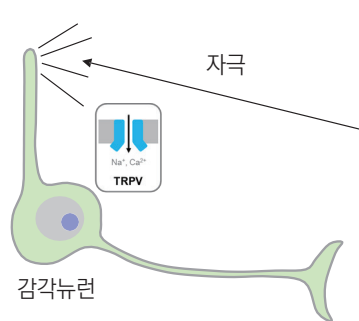


TRPV 통로와 현음 기관 조절에 작용하는 살충제(작용기작 9, 29번)

* TRPV통로는 외부에서 유입되는 자극을 감지하는 감각뉴런에 존재한다.



TRPV 통로는 곤충 신장수용기 신호 전달(현음 기관)에서 중요한 역할을 한다.



- 시각
- 미각
- 후각
- 촉각
- 청각(더듬이)
- 중력(더듬이)
- 고유 수용성 감각*(관절) 등
- 기타

신장수용기에 의해 감지됨

* 고유 수용성(Proprioception) 감각은 몸의 부위들의 상대적 위치와 움직임을 감지하는 것이다.

의사가 고무 망치로 반사 신경 (무릎반사)을 테스트하면 국소 신장수용기가 활성화 되어 척수에 신호를 보내고 다시 해당 근육으로 신호를 보낸다.



곤충도 관절의 굽힘력을 감지하는 신장수용기를 가지고 있다



TRPV 통로에 작용하는 살충제는 신장수용기 신호 전달을 방해한다.

- TRPV 통로 조절제는 현음 기관(CO), 몸 부위의 상대적 위치를 감지하는 곤충 관절의 신장 수용기(고유 수용성 감각)에 영향을 미친다.



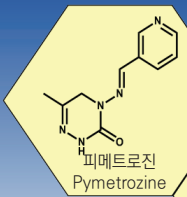
- TRPV 통로는 현음기관 뉴런에서 약한 기계 감각 신호를 증폭시킨다.



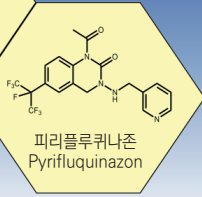
- TRPV 통로의 조절은 관절 운동과 무관하게 지속적인 현음기관 신경 신호를 생성한다. 이로 인해 곤충은 청각을 잃고 둔해지며 급속한 먹이 공급 중단을 초래 하고 기아 상태가 되어 결국 죽음에 이르게 된다.

TRPV 통로와 현음 기관 조절제

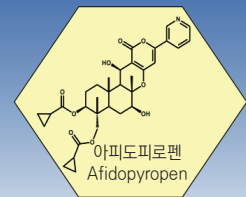
그룹 9: 현음 기관 TRPV 통로 조절제



피메트로진
Pymetrozine



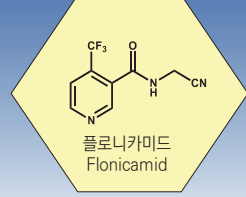
피리플루퀴나존
Pyrifluquinazon



아피도피로펜
Afidopyropen

9B Pyridine azomethine derivatives 9D Pyropenes

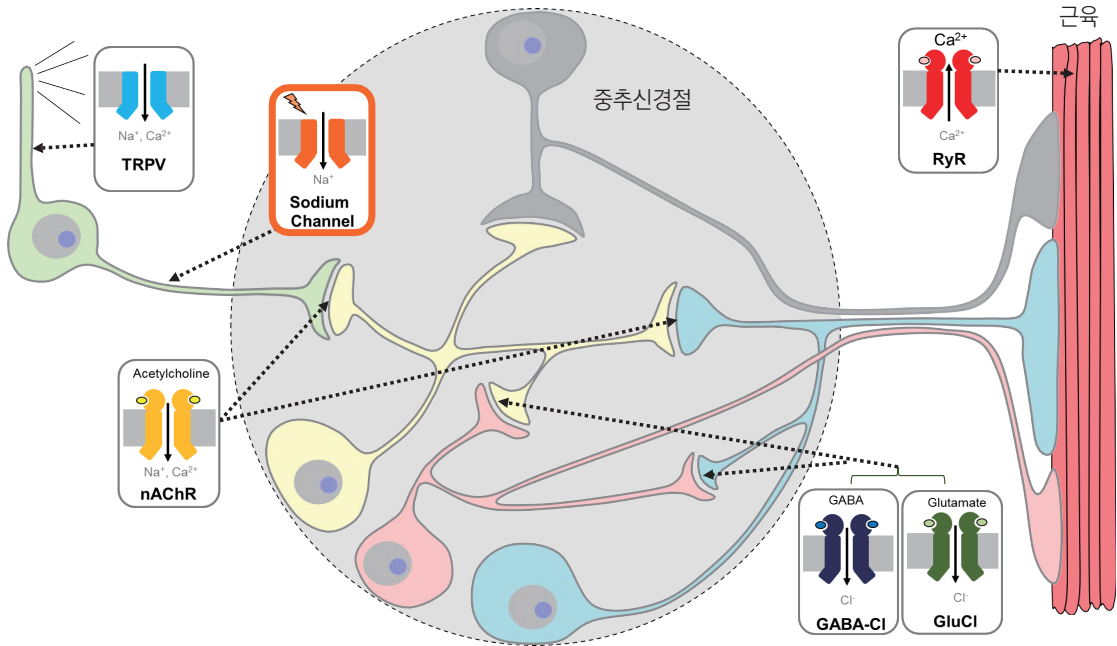
그룹 29: 현음 기관 조절제 - 대상 부위 정의 되지 않음



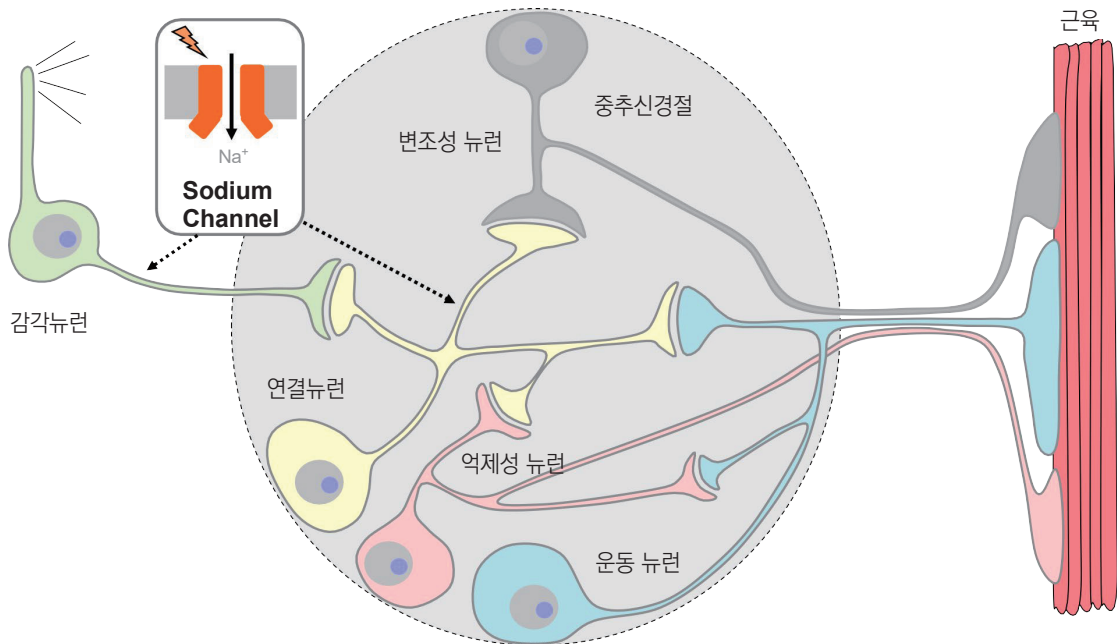
플로니카미드
Flonicamid

29 Flonicamid

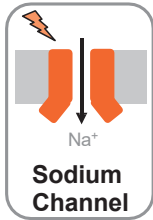
🔍 신경근 교란물질의 표적이 되는 이온 통로



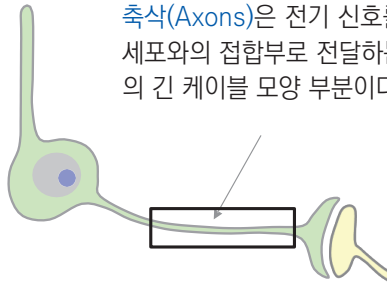
🔍 나트륨 통로에 작용하는 살충제(작용기작 3, 22번)



🔍 나트륨 통로는 흥분성 세포에서 신호 전파에 중요한 역할을 한다.



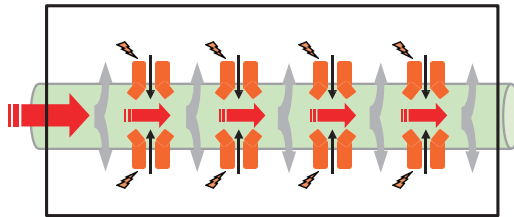
축삭(Axons)은 전기 신호를 다른 세포와의 접합부로 전달하는 뉴런의 긴 케이블 모양 부분이다.



전압 의존성 나트륨 통로에는 막 전위의 국부적인 양성 변화를 감지하는 내장형 전압 센서가 포함되어 있다.

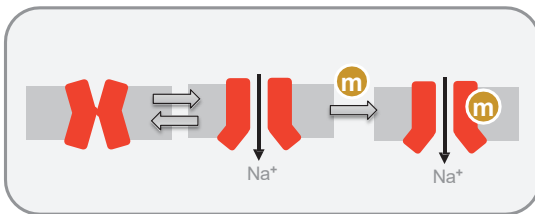
이로 인해 통로가 열리고 나트륨이 유입된다.

나트륨의 유입은 막 전위를 더 양성으로 만들고 인접한 나트륨 통로를 활성화하여 축삭을 따라 신호를 전파한다.



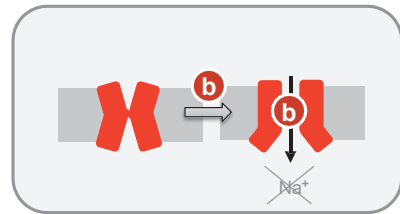
🔍 나트륨 통로 조절 및 차단제

나트륨 통로 조절 (작용기작 3) **m** (modulators)



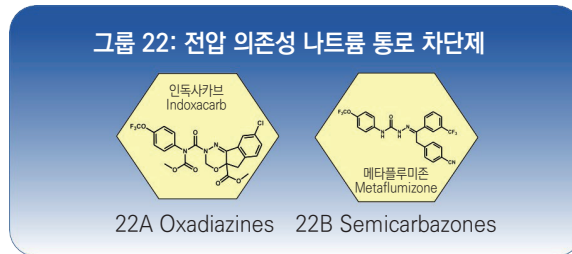
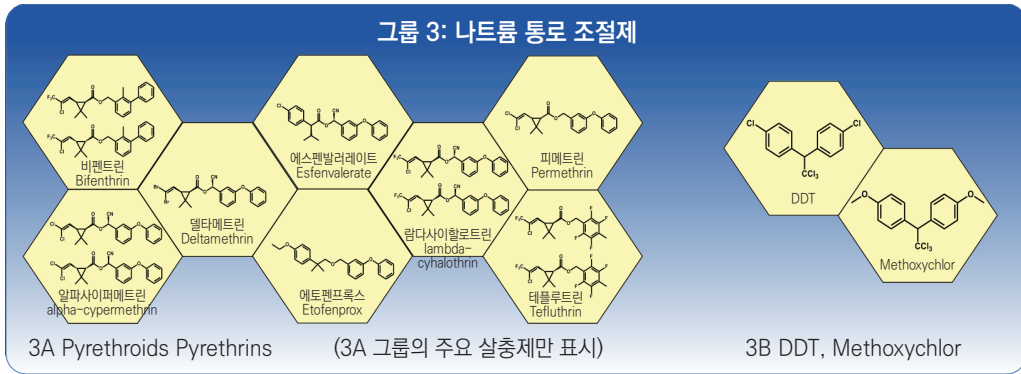
- 나트륨 통로의 지속적인 개방
- 지속적인 작용 전위
- 신경 재자극 및 반복적 발화
- 과흥분

나트륨 통로 차단 (작용기작 22) **b** (blockers)

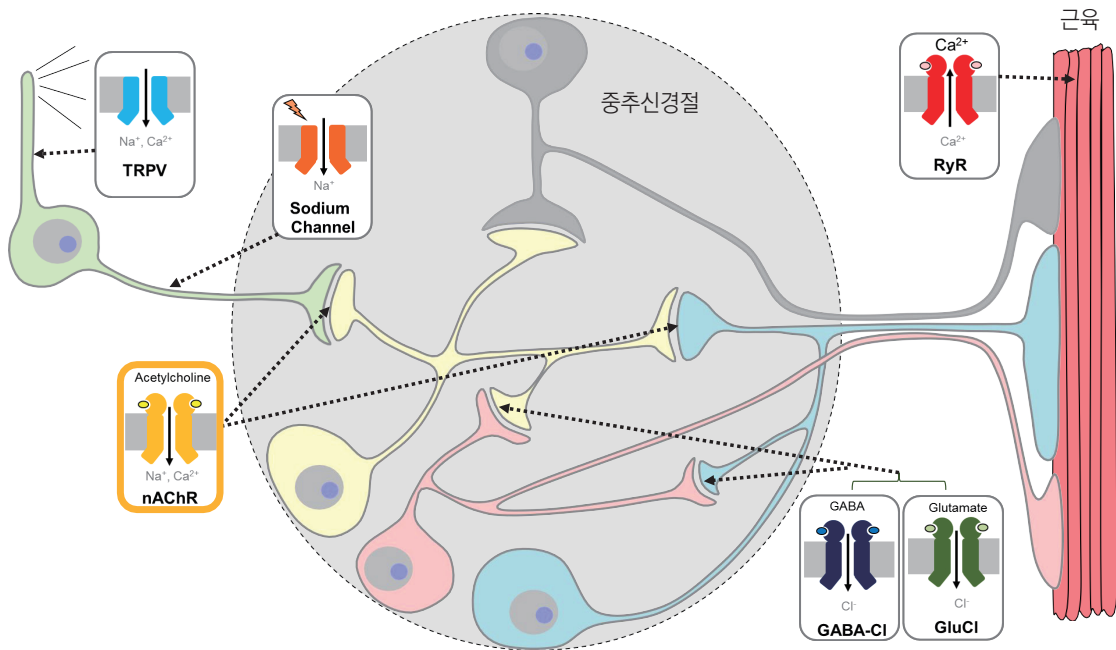


- 나트륨 통로 기공 차단
- 신경 작용 전위 차단
- 마비

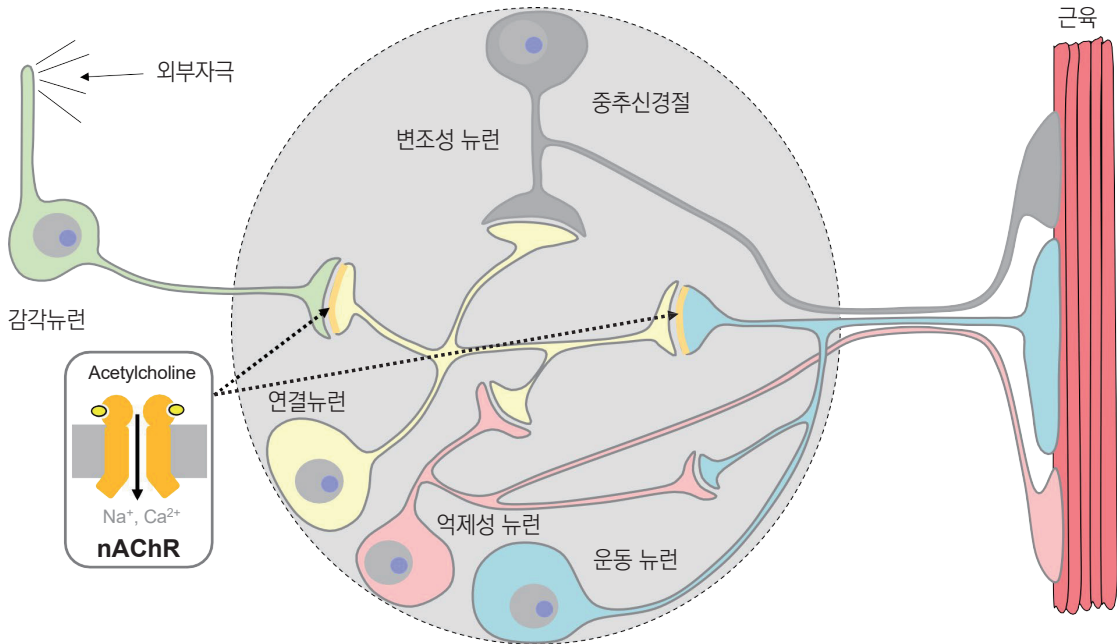
🔍 나트륨 통로에 작용하는 살충제



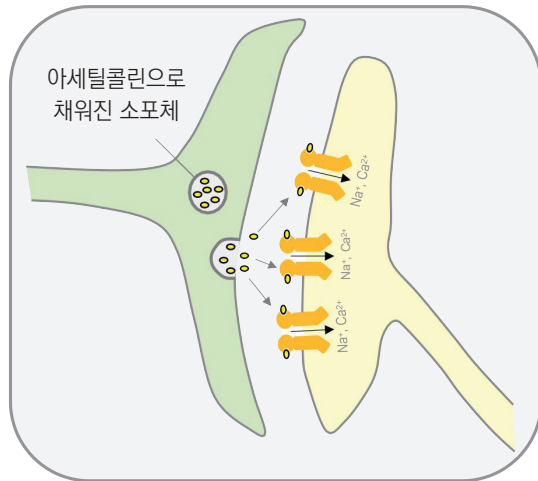
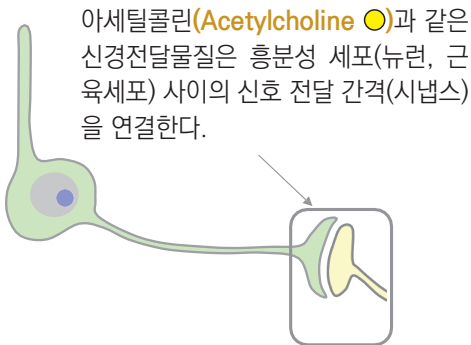
🔍 신경근 교란물질의 작용점이 되는 이온 통로



🔍 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)에 작용하는 살충제(작용기작 4, 5, 14번)



🔍 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)에 작용하는 살충제



- 곤충 중추신경계에서 가장 빠른 흥분성 시냅스는 신경전달물질로 아세틸콜린을 사용한다.
- 시냅스 소포는 신경 자극에 대한 반응으로 시냅스로 방출될 수 있는 아세틸콜린을 저장하고 시냅스 후 nAChR을 활성화한다.

🔍 nAChR에 작용하는 살충제

nAChR 경쟁적 조절제(작용기작 4)

- 아세틸콜린과 동일한 부위에 결합
- nAChR 탈감작



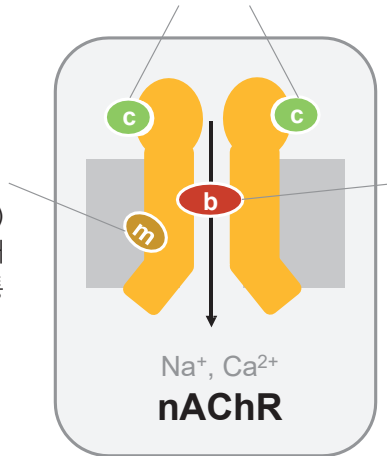
과흥분 및 억제성 마비를 일으킬 수 있음

nAChR 알로스테릭 조절제 (작용기작 5)

다른(알로스테릭, allosteric) 부위에서 아세틸콜린에 의해 열린 통로 형태에 결합하고 통로 개방 유지



과흥분 및 수축성 마비를 일으킬 수 있음



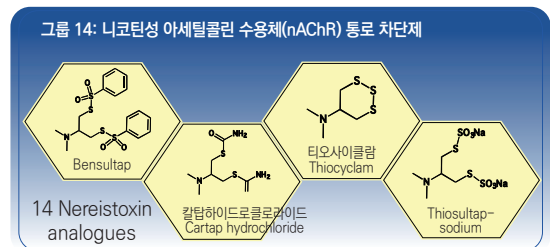
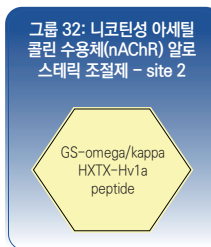
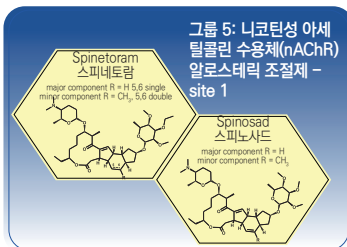
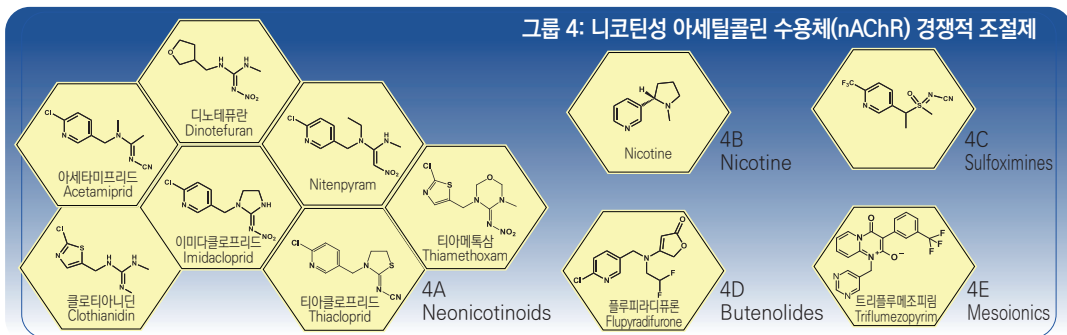
nAChR 통로 차단제 (작용기작 14)

- 기공을 막아 이온의 흐름 방해
- 아세틸콜린 신호전달방지

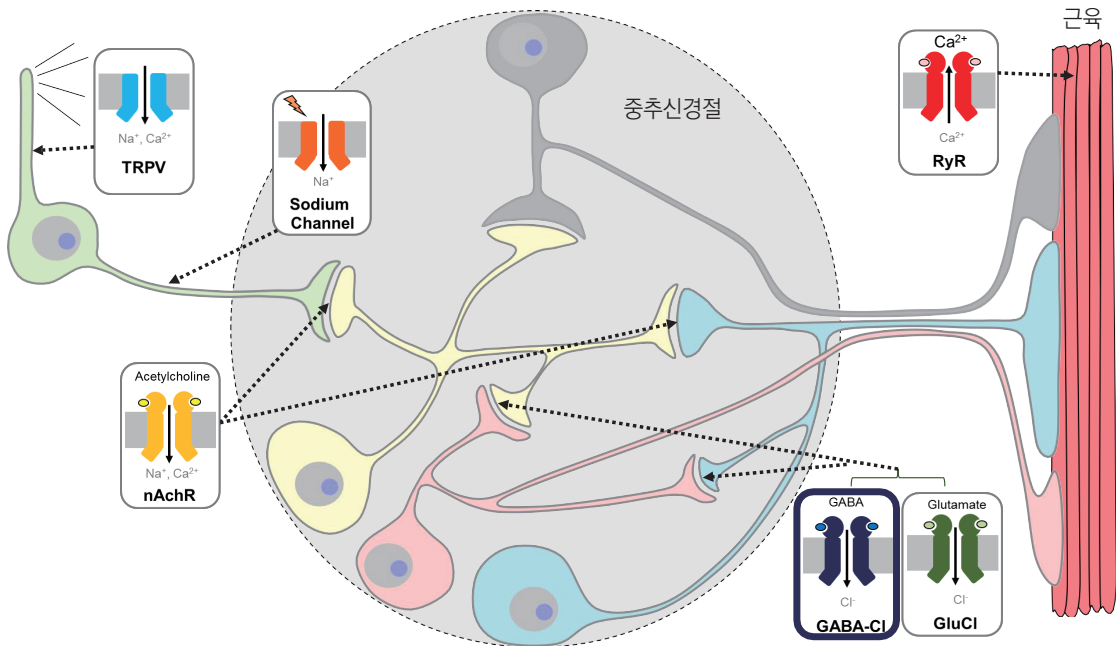


이완성 마비를 일으킬 수 있음

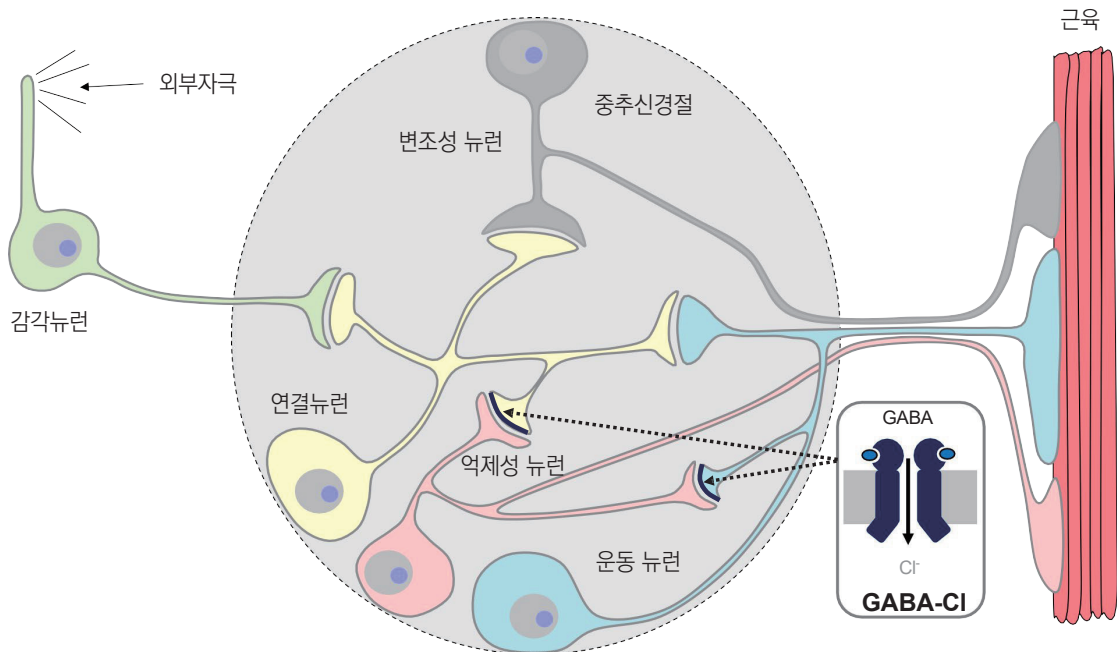
🔍 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)에 작용하는 살충제



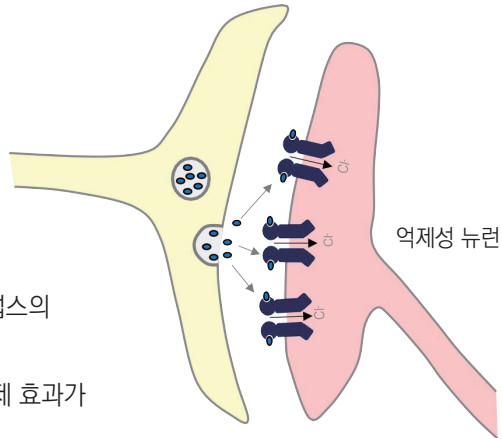
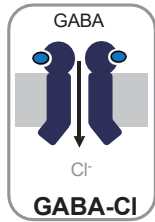
🔍 신경근 교란물질의 표적이 되는 이온 통로



🔍 GABA 의존 염소 통로(GABA-CI)에 작용하는 살충제(작용기작 2, 30번)



🔍 GABA 의존 염소 통로(GABA-Cl)에 작용하는 살충제

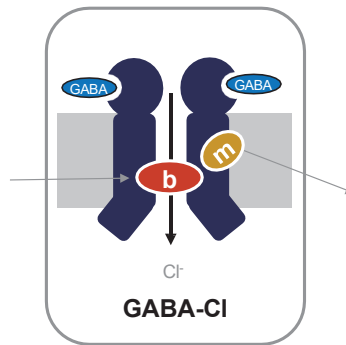


- **GABA**는 중추신경계와 신경근시냅스의 주요 **억제성 신경전달물질**이다.
- 음전하를 띤 Cl⁻ 이온의 유입은 억제 효과가 있어 흥분 신호에 대응한다.

🔍 GABA 의존 염소 통로(GABA-Cl)에 작용하는 살충제

GABA-Cl 차단제 (작용기작 2)

- 기공을 막고 염소 이온의 유입을 방지하여 통로의 억제기능을 방해한다.

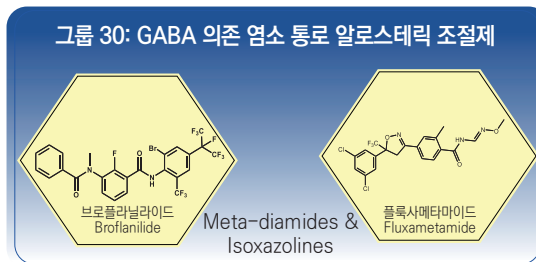
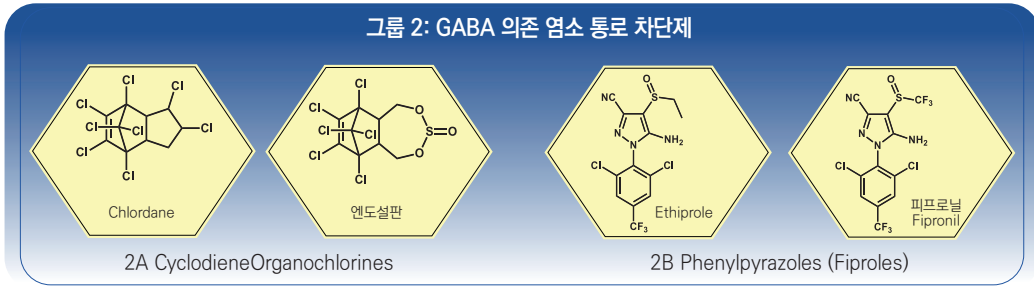


기공 차단제와 음성 조절제는 모두 경련과 사망을 유발한다.

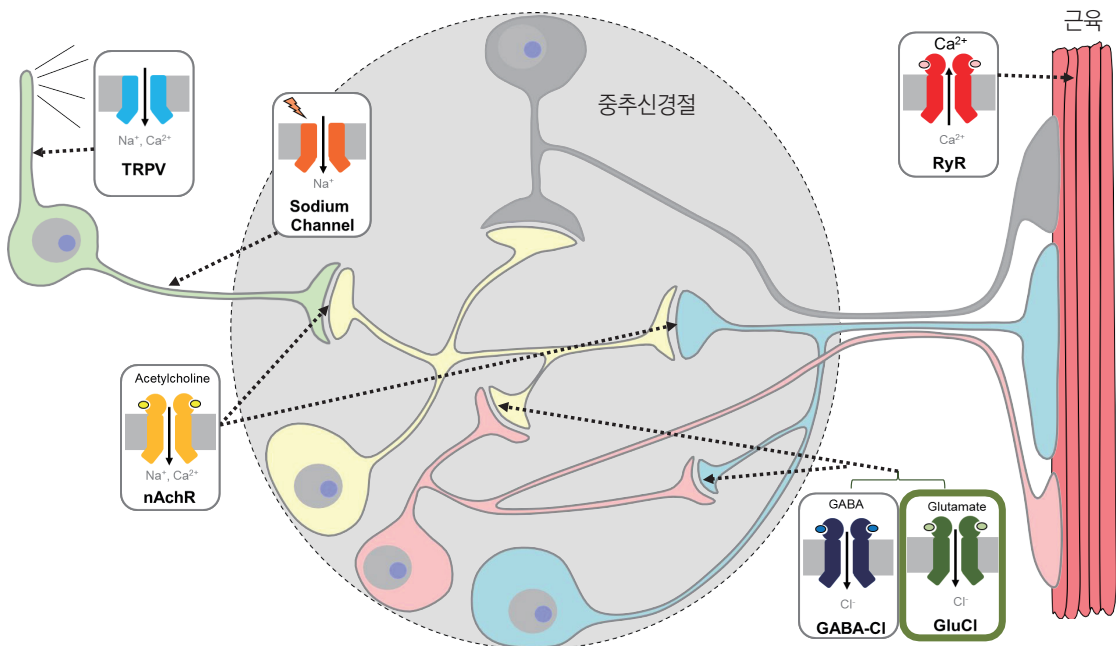
GABA-Cl 알로스테릭 조절제 (작용기작 30)

- 조절제의 결합이 GABA-Cl에 부정적인 영향을 미쳐 통로의 억제 기능을 방해한다.
- 알로스테릭: 입체적으로 서로 다르다는 의미를 지니고 있음. 즉, 효소의 활성자리가 아닌 부위에 물질이 붙어 원래 불활성화된 효소를 활성화 시키거나 원래 활성화된 효소를 불활성화 시키는 것을 의미함

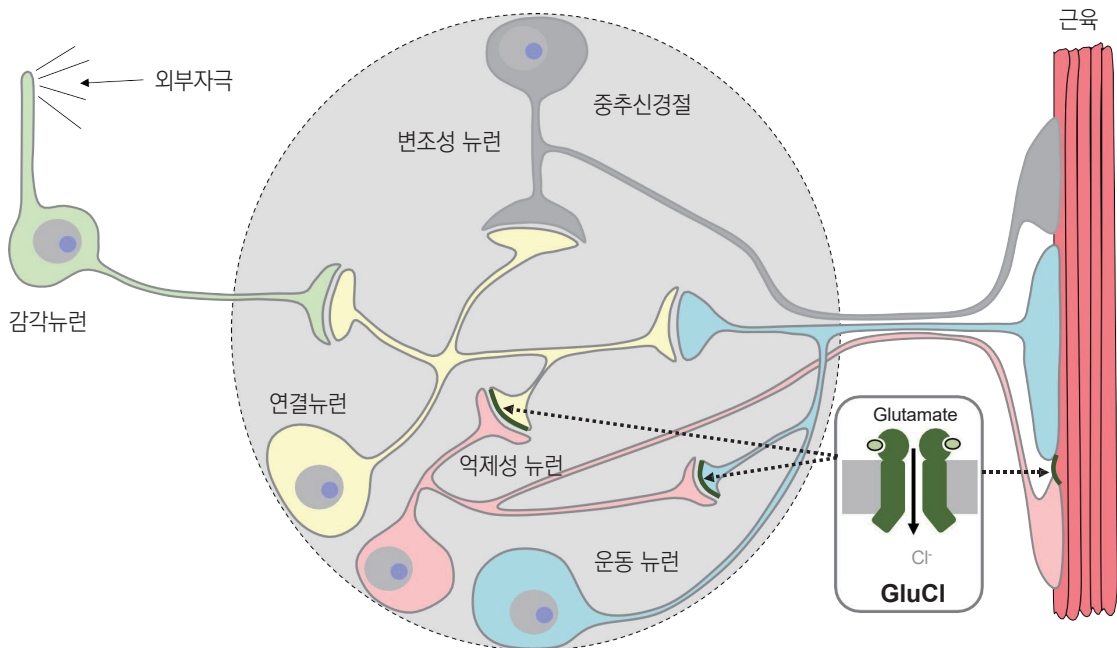
🔍 GABA-Cl에 작용하는 살충제



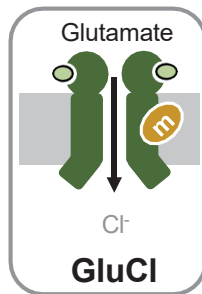
🔍 신경근 교란물질의 표적이 되는 이온 통로



🔍 Glutamate 의존 염소 통로(GluCl)에 작용하는 살충제(작용기작 6번)

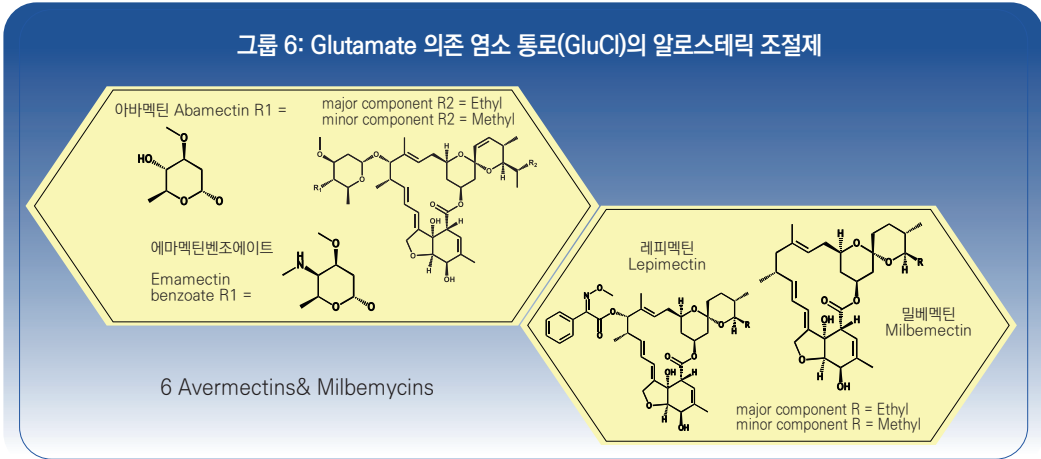


🔍 Glutamate 의존 염소 통로(GluCl)의 알로스테릭 조절제

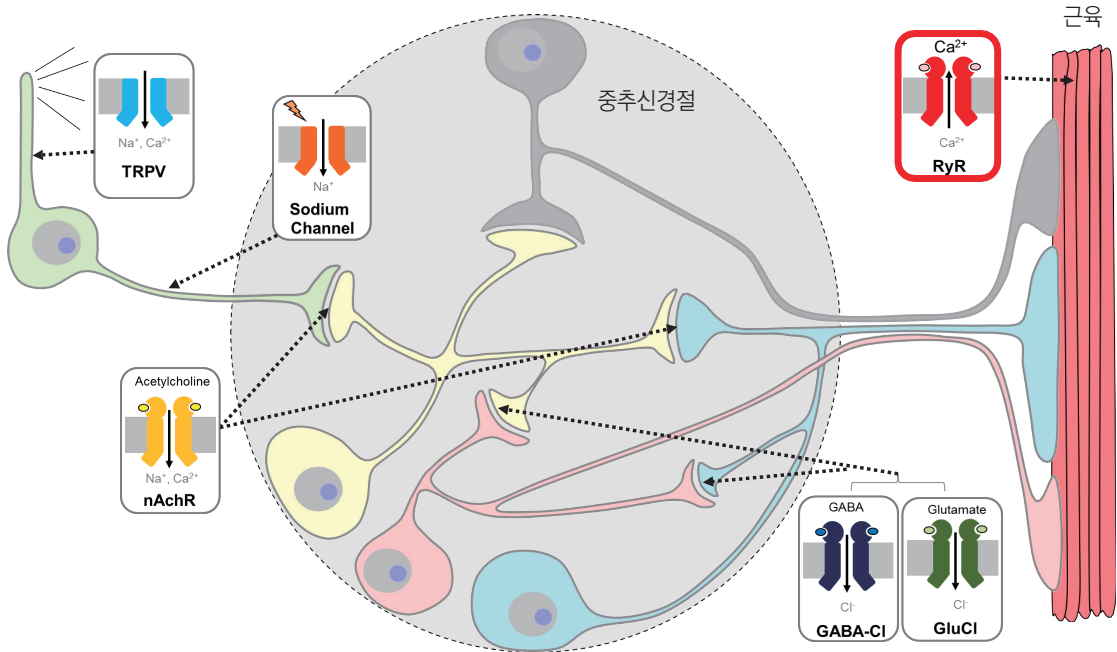


- 억제성 Glutamate 의존 염소 통로(GluCl)는 곤충의 신경과 근육 세포에 널리 퍼져 있으며 억제성 신경전달에 기능할 가능성이 높다.
- GluCl 조절제는 염소 이온 유입을 활성화하여 이완성 마비를 유발한다.

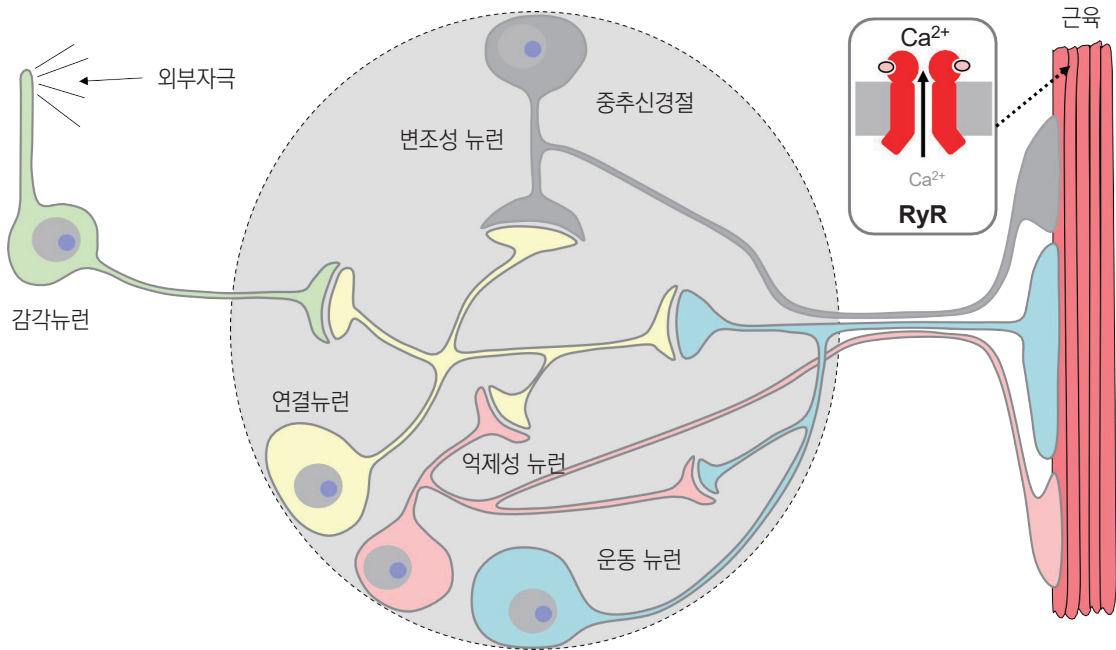
🔍 Glutamate 의존 염소 통로(GluCl)의 알로스테릭 조절제



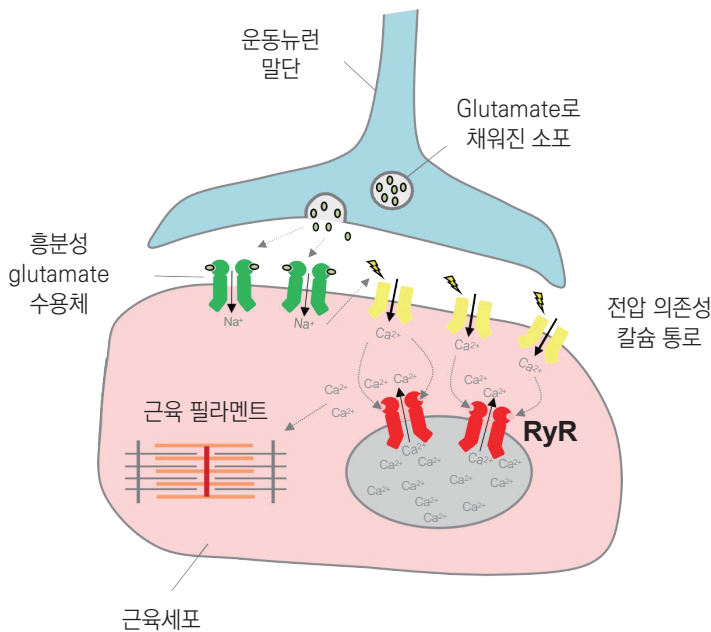
🔍 신경근 교란물질의 작용점인 이온 통로



🔍 라이아노딘 수용체(RyR)에 작용하는 살충제(작용기작 28번)

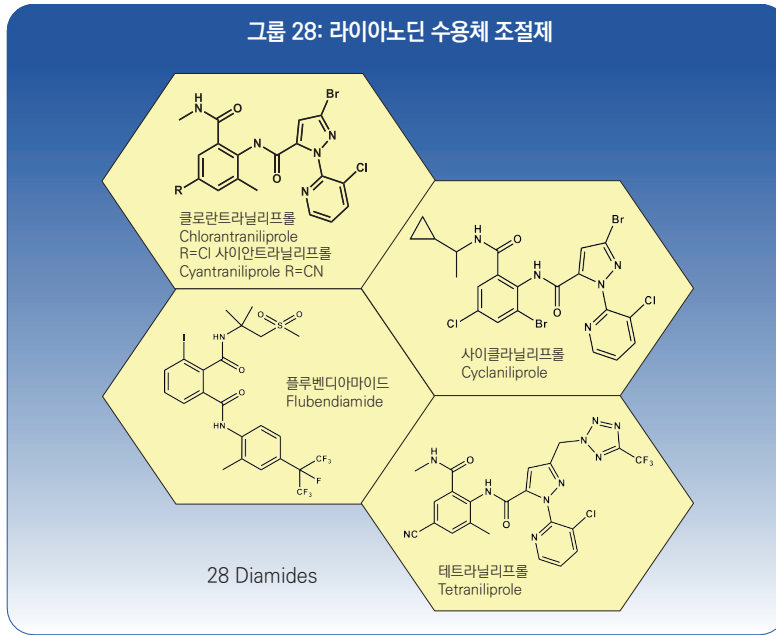


🔍 라이아노딘 수용체(RyR)는 곤충의 근육 수축에 중요한 역할을 한다.

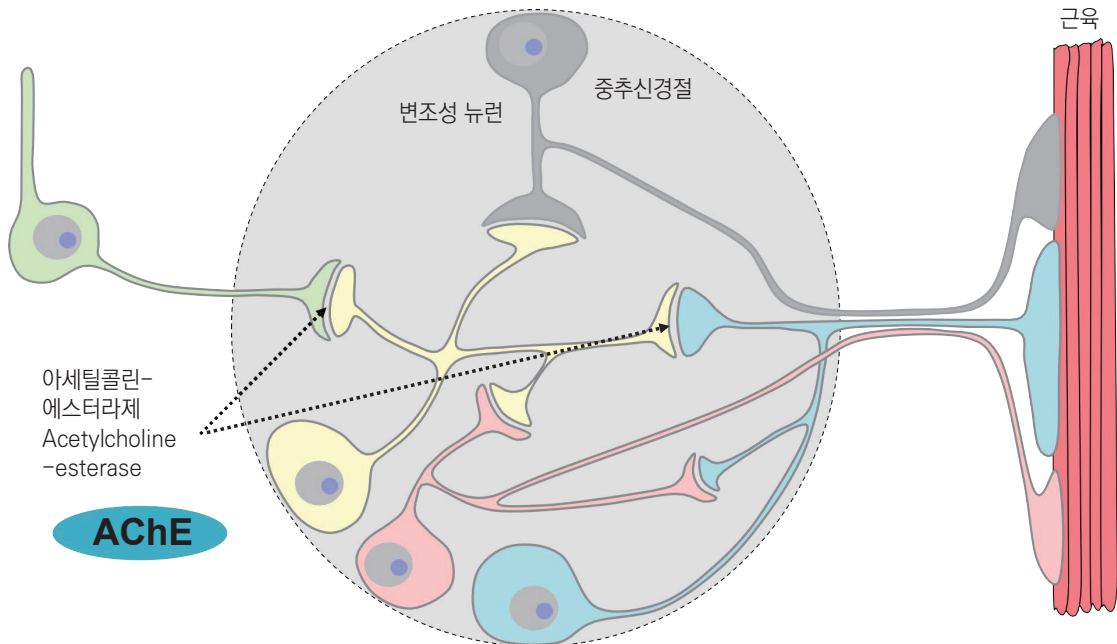


- 근육 세포에 유입된 Ca^{2+} 이온은 근육 세포의 세포 내 Ca^{2+} 저장소에 위치한 RyR을 활성화하여 Ca^{2+} 를 세포 질로 방출한다.
- Ca^{2+} 의 증가는 더 많은 RyR을 활성화하여 Ca^{2+} 의 대량 방출로 이어진다.
- 이는 수축성 필라멘트의 단축을 유도하여 근육 세포 수축을 일으킨다.
- RyR 조절제는 세포질 칼슘 농도와 관계없이 라이아노딘 수용체를 열어 조절되지 않는 근육수축, 마비 및 사망을 유발한다.

🔍 RyR 조절제

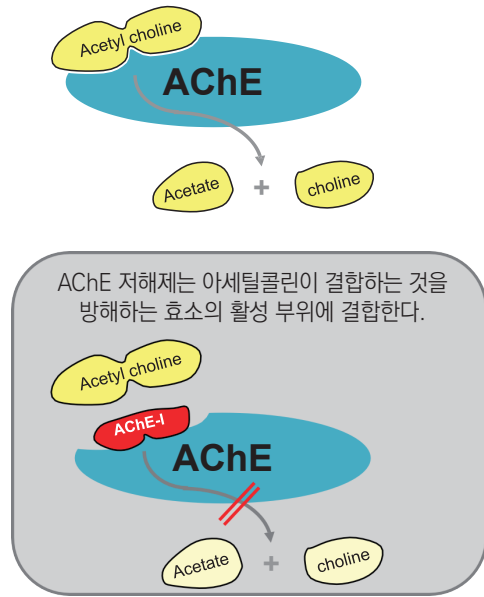
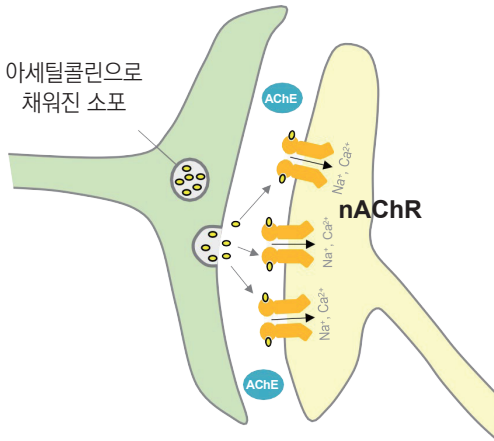


🔍 신경근 교란물질의 작용점이 되는 효소(작용기작 1번)

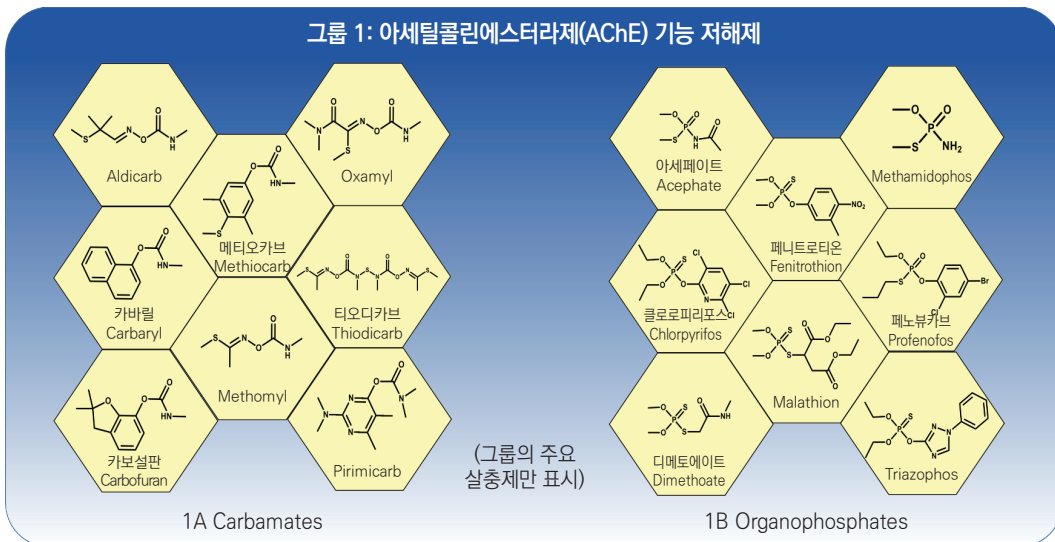


🔍 아세틸콜린에스터라제(AChE)는 시냅스에서 아세틸콜린을 분해한다.

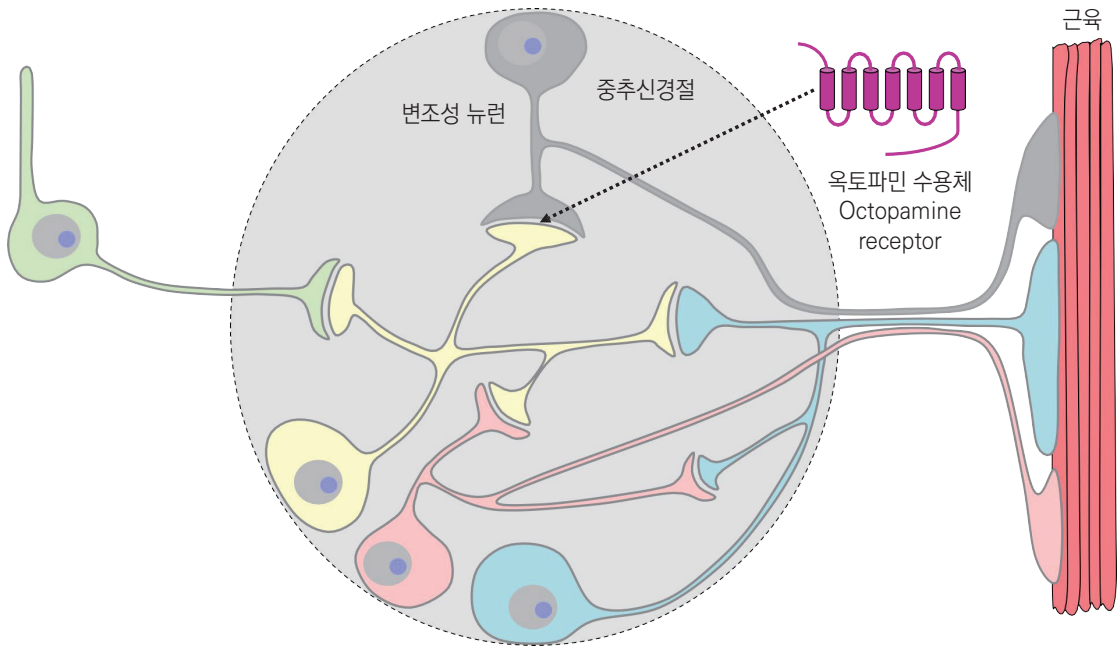
- 아세틸콜린에스터라제(AChE)는 신호가 시냅스를 통해 전달된 후 이를 종료하기 위해 아세틸콜린 (Acetylcholine)을 분해한다.



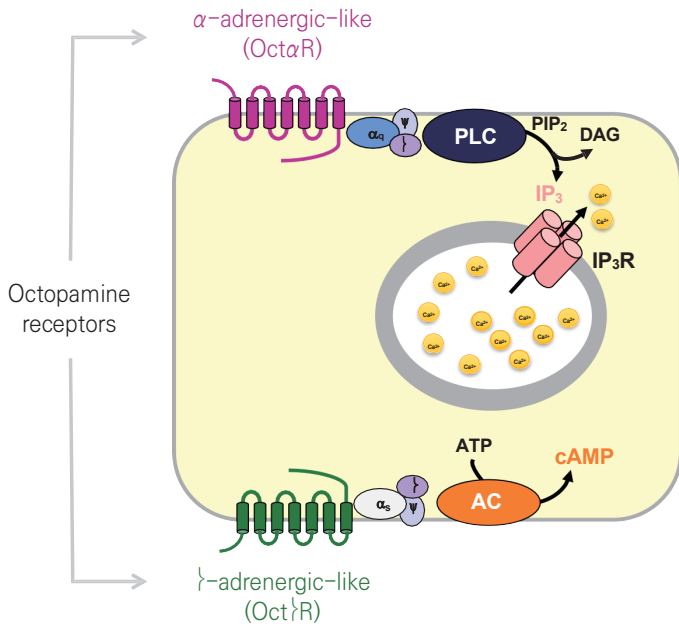
🔍 아세틸콜린에스터라제(AChE) 기능 저해제



🔍 신경근 교란물질의 작용점이 되는 수용체(작용기작 19번)

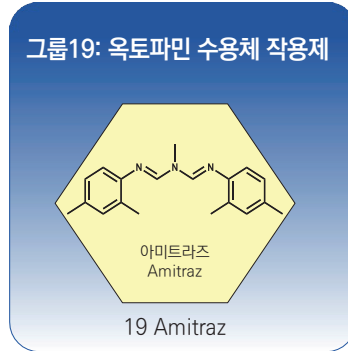


🔍 옥토파민 수용체 신호전달

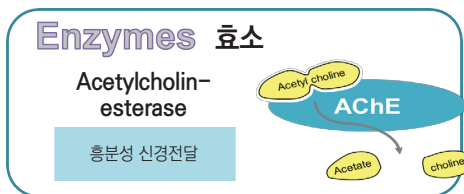
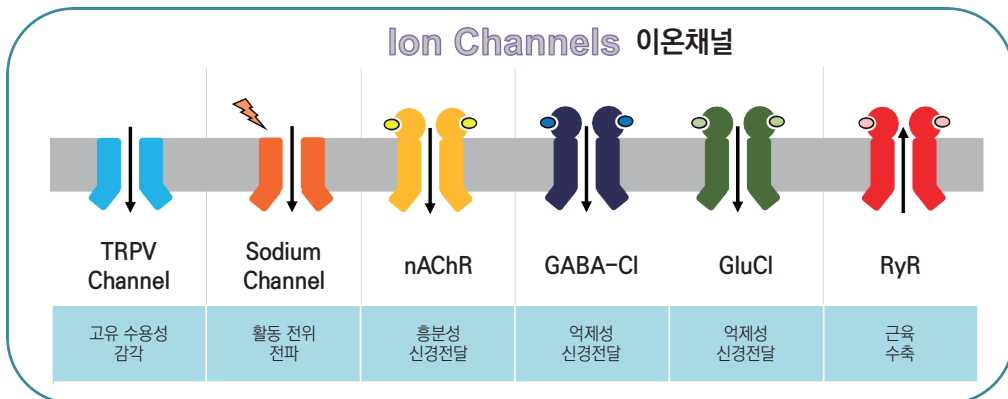


- 근옥토파민은 곤충의 주요 조절 신경전달물질로, 포유류에서 아드레날린처럼 일반적인 각성 수준을 증가시킬 수 있다.
- 방출되면 옥토파민은 시냅스 후 막의 G-단백질 결합 수용체 (GPCR)에 결합하는데, 이 수용체는 G-단백질($\alpha\beta\gamma$)을 통해 IP₃ 형성을 촉매하는 효소인 포스포리파제C(PLC)에 결합되어 세포 내Ca²⁺ 방출 통로를 활성화할 수 있다. 다른 옥토파민 수용체는 아데닐릴 사이클라제 (AC)에 결합하여 cAMP 생산을 자극한다.
- 옥토파민 수용체 작용제는이신 경전달물질의 작용과 유사한 역할을 할 수 있다.

🔍 옥토파민 수용체 작용제



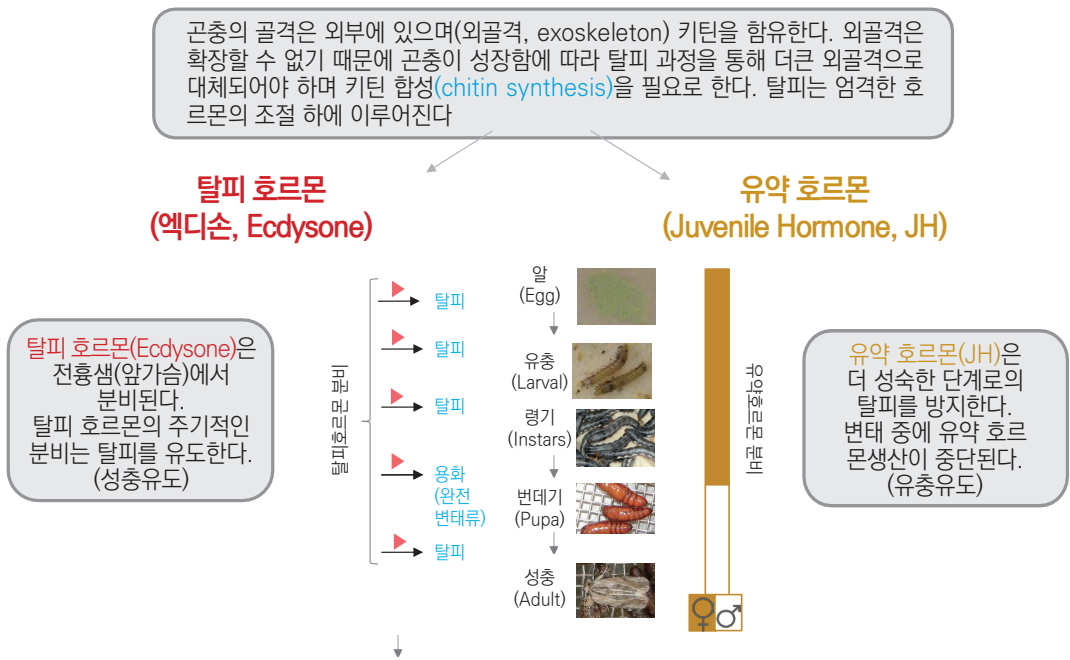
🔍 신경근 교란 물질의 작용점 & 주요 생리학적 역할



🔍 살충제 작용기작의 주요 분류

- 신경 및 근육 저해
- 성장 저해
- 호흡(에너지 대사) 저해
- 중장 저해
- 다점저해 및 미분류(불분명)

🔍 곤충성장 조절제(IGR: Insect growth regulators)(작용기작 7, 10, 15, 16, 18, 23번)



🔍 곤충성장조절제 작용원리

1. 핵 호르몬 수용체(작용기작 7, 18번) (NHR: Nuclear hormone receptor)

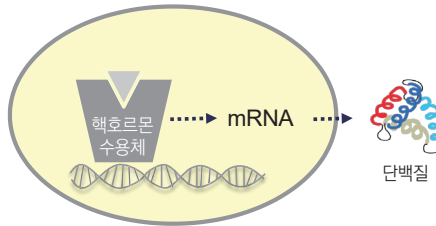
탈피호르몬 수용체

엑디손
(Ecdysone)



탈피 호르몬의 주기적인 분비는 탈피를 유도한다.

핵 호르몬 수용체(NHR: Nuclear hormone receptor)는 탈피호르몬 수용체(EcR) 또는 유약호르몬 수용체(JHR)에 필요한 유전자의 발현을 변경한다.



유약호르몬 수용체 (Juvenile Hormone Receptor)

JH



유약 호르몬은 더 성숙한 단계로의 탈피를 방지함.

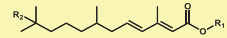
탈피호르몬 수용체(EcR) 작용제 탈피 호르몬 수용체를 직접적이고 지속적으로 활성화시켜 곤충이 조숙하고 불완전한 탈피를 하게 하여 결국 사망에 이르게 한다.

유약호르몬 유사체(JH mimics)는 유약호르몬 (JH) 수용체를 활성화하고 성체 특성의 발달을 강력하게 억제하여 곤충을 '미성숙' 상태로 유지한다.

🔍 유약호르몬(Juvenile hormone) 유사체

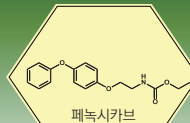
그룹 7: 유약 호르몬 유사체

Hydroprene R1 = ethyl, R2 = H
Methoprene R1 = isopropyl, R2 = OCH₃



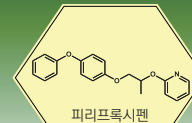
Kinoprene R1 = propargyl, R2 = H

7A Juvenile hormone analogues



페녹시카רב
Fenoxycarb

7B Fenoxycarb

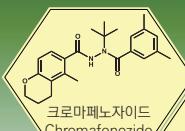


피리프록시펜
Pyriproxyfen

7C Pyriproxyfen

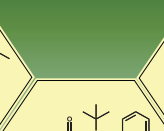
🔍 탈피 호르몬(Ecdysone) 수용체 작용제

그룹 18: 탈피 호르몬 수용체 작용제

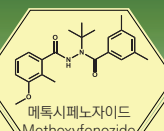


크로마페노자이드
Chromafenozide

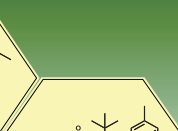
18 Diacylhydrazines



할로페노자이드
Halofenozide



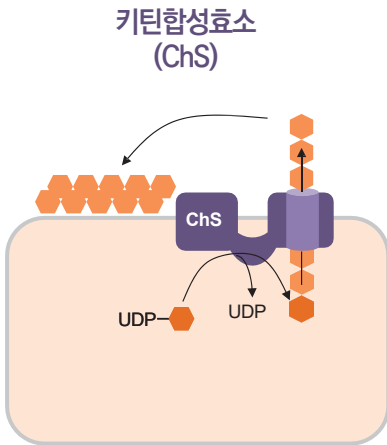
메톡시페노자이드
Methoxyfenozide





테부페노자이드
Tebufenozide

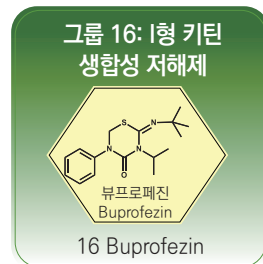
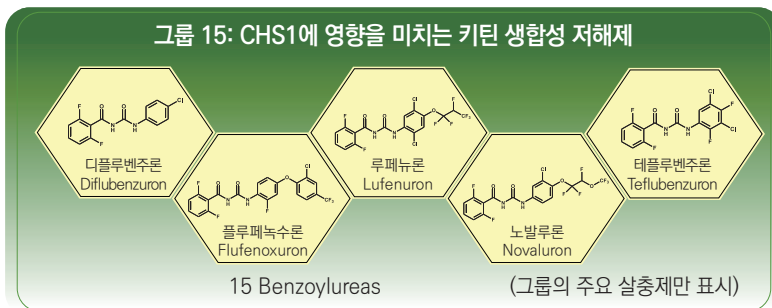
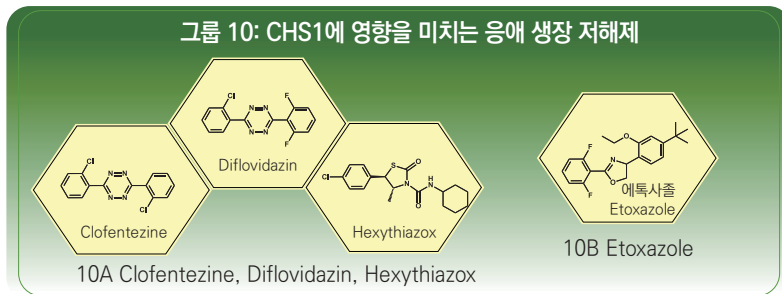
🔍 곤충성장조절제 작용원리

2. 키틴 합성(Chitin synthase) 저해제(작용기작 10, 15, 16번)



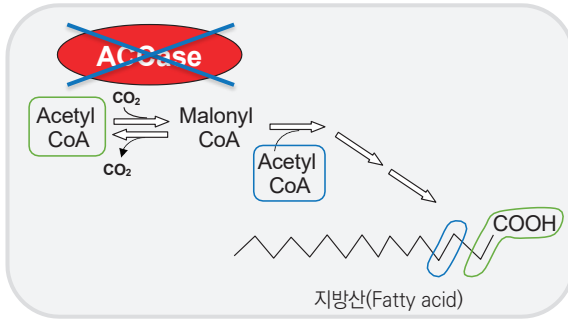
- 곤충은 탈피나 변태 시 오래된 표피는 분해되고 새로운 표피가 합성된다. 오래된 표피의 키틴은 키틴분해효소에 의해 분해되고 이 과정에서 생성된 NAcGlc도 새로운 표피의 키틴합성에 재 이용된다.
- 해당 작용기작에 속하는 살충제는 유충에는 강한 살충 효과를 갖지만 성충에는 효과가 거의 없으며 성충이 산란한 알의 부화를 억제한다. 이에 효과가 늦게 발현되는 것이 특징이다.
- 키틴은 N-아세틸 글루코사민(NAcGlc: )의 중합체이다.
- 키틴 합성효소는 활성화된 NAcGlc(UDP-NAcGlc: UDP- )를 사용하여 키틴 생합성 과정을 연장한다.
- 살충제는 UDP-NAcGlc이 키틴합성 장소에수송되는 것을 방해하여 키틴합성이 저해되면부숙기와 성기가 변형될 뿐만 아니라 외골격이 약하고 부드러워진다.

🔍 키틴합성 저해제



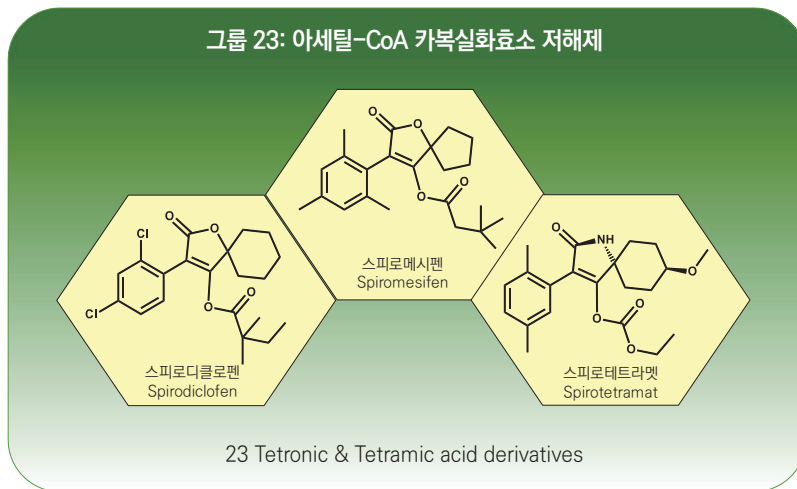
곤충성장조절제 작용원리

3. 지질생합성(ACCase) 저해제(작용기작 23번)



- 곤충 체내에서 지질 생합성 과정중 **ACCase** (아세틸-CoA 카복실화효소, acetyl CoA carboxylase)는 아세틸 보조효소(acetyl-CoA)에 카복실기를 붙여 말로닐-CoA (malonyl CoA)를 합성하는 효소로 지방산 합성에서 가장 중요한 역할을 하는 속도 제한 효소임
- 살충제가 ACCase 기능을 저해하여 생장 및 발달에 필요한 지방산생합성 과정을 방해하여 곤충의 불완전한 탈피와 탈수를 초래함.

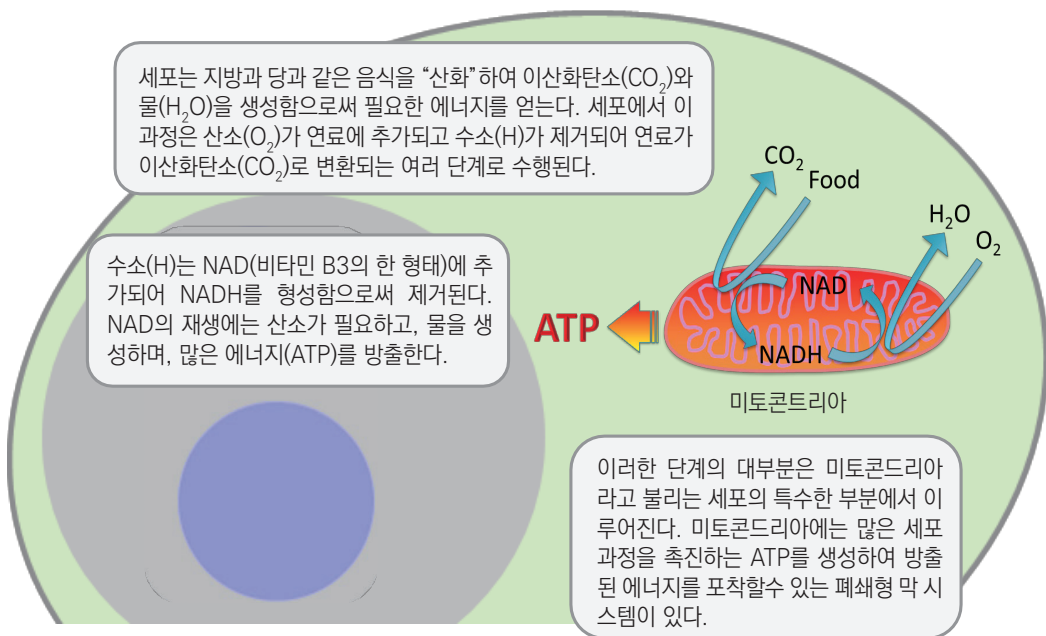
아세틸-CoA 카복실화효소(acetyl CoA carboxylase) 저해제



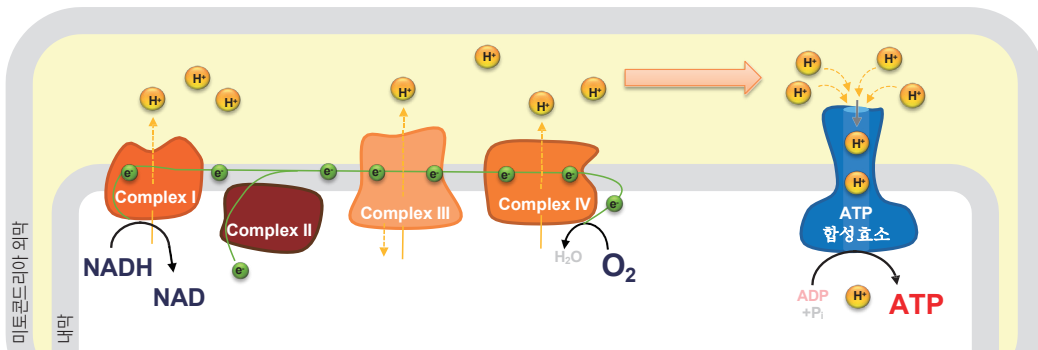
🔍 살충제 작용기작의 주요 분류

- 신경 및 근육 저해
- 성장 저해
- 호흡(에너지 대사) 저해
- 중장 저해
- 다점저해 및 미분류(불분명)

🔍 호흡과 에너지 작용



🔍 사용 가능한 에너지를 보존하기 위해 여러 복합체 단백질이 필요하다.



복합체 I(Complex I)에서의 NADH 산화는 복합체 I, 복합체 III, 복합체 IV 내에 주로 포함된 전자전달계에 의존한다.

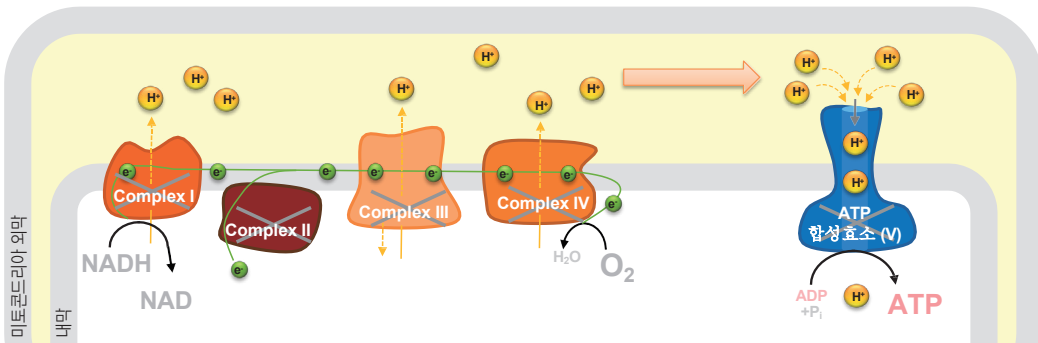
NADH 산화에 의해 시작된 전자 흐름은 복합체 IV에서 산소 소비를 촉진하고 막을 가로질러 양성자를 펌핑한다.

ATP 합성효소(복합체 V)는 양성자 구배에 의해 구동되며 ATP 형성을 촉매한다.

석신산(=숙신산) 탈수소효소 (복합체 II)는 사슬에 전자를 공급하며 TCA회로에서 숙신산으로부터 수소 2개를 빼고 푸마르산을 생성하는 반응을 촉매하는 효소임

🔍 살충제가 세포 호흡을 방해하는 방법:

1. 복합체(complexes) I-V 저해(작용기작 12, 20, 21, 24, 25번)



전자전달계 복합체 I-IV 또는 미토콘드리아 ATP 합성효소(복합체 V) 저해는 ATP 생성을 막아 세포의 에너지를 고갈시켜 마비를 유발한다.

🔍 복합체(Complexes) I-V 저해

그룹 21: 토콘드리아 전자전달계 복합체 I 저해제

21A METI acaricides and insecticides

21B Rotenone

그룹 25: 미토콘드리아 전자전달계 복합체 II 저해제

21A METI acaricides and insecticides

25B Carboxanilides

그룹 20: 미토콘드리아 전자전달계 복합체 III 저해제

20A Hydramethylnon

20C Fluacrypyrim

20D Bifenazate

그룹 24: 미토콘드리아 전자전달계 복합체 IV 저해제

24A Phosphides

24B Cyanides

그룹 12: 미토콘드리아 ATP 합성효소 저해제

12A Diafenthion

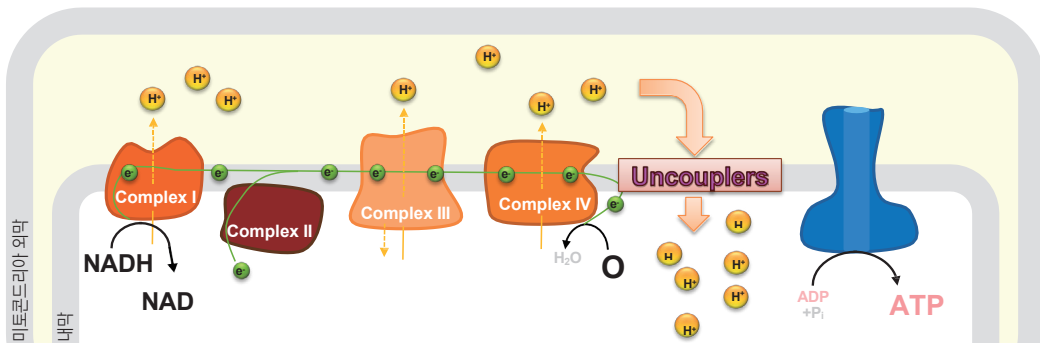
12B Organotin miticides

12C Propargite

12D Tetradifon

🔍 살충제가 세포 호흡을 방해하는 방법

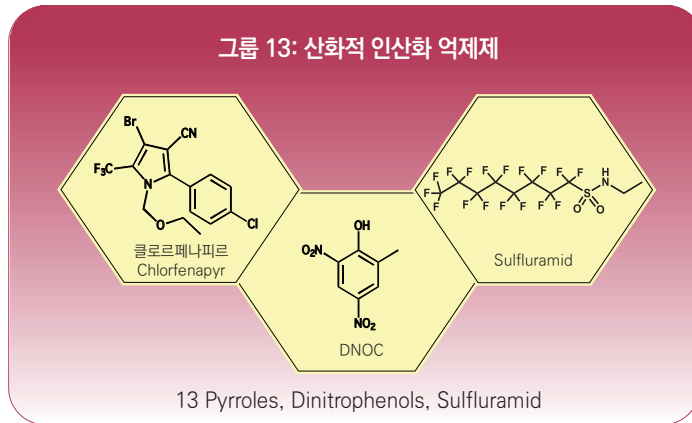
2. 산화적 인산화의 탈연결(연결해제, Uncoupling)(작용기작 13번)



전자전달과 산화적 인산화는 연결되어 있다. 내막의 H⁺ 투과성을 높이는 화합물(탈연결제, Uncouplers)을 첨가하면 전기화학적 H⁺ 구배가 소실된다. 그 결과 전자전달은 일어나지만 ATP합성이 이루어지지 않는 탈연결이 일어난다.

- ATP 합성효소는 더이상 세포내 ATP 합성이 이루어지 않는다.
- 산소(O₂)소비가 가속화된다. 산소호흡을 저해하는 일은 없음

🔍 산화적 인산화의 탈연결(연결해제)



🔍 살충제 작용기작의 주요 분류

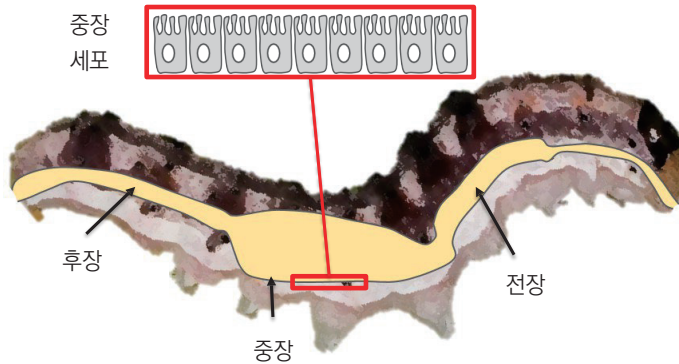
- 신경 및 근육 저해
- 성장 저해
- 호흡(에너지 대사) 저해
- 중장 저해
- 다점저해 및 미분류(불분명)

🔍 살충제 곤충 중장 저해 작용기작(작용기작 11번)

바실러스 튠링겐시스
(*Bacillus thuringiensis*: B.T)
독소

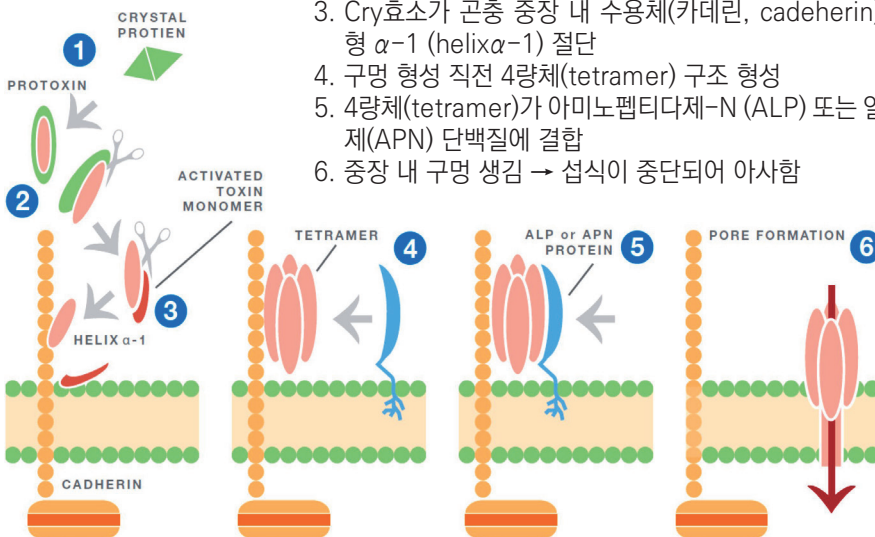
- '결정형 형태'로 원래 용해가 안되는 물질이나 섭취 후 곤충 중장에서 다양한 기작을 통해 중장 상피 세포에서 용해됨
- 결정 단백질이 용해되면 독성 물질이 방출되어 내장 벽에 구멍이 생기고 섭취가 중단되어 아사하게 됨
* 숙주 특이성이 있어 나비목, 벌에 효과가 있어 방제범위가 좁다.

배큘로바이러스
(Baculoviruses)



🔍 중장 상피에서 Bacillus thuringiensis(B.T) Cry 독소의 작용기작

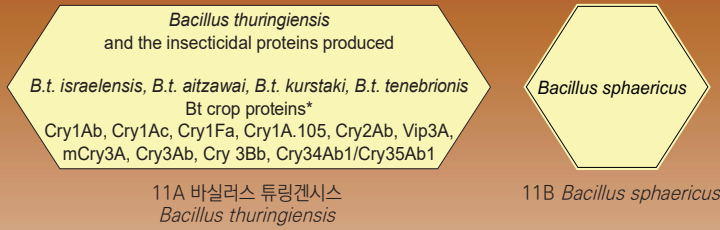
1. 결정 단백질(Cry 단백질)이 중장에서 생성되는 강알칼리성 소화액 (PH8~10)에 의해 전독소(프로톡신, protoxin)로 용해됨
2. 중장의 단백질 효소가 전독소(프로톡신, protoxin)를 가수분해하여 Cry독소가 활성화됨
3. Cry효소가 곤충 중장 내 수용체(카데린, cadherin)와 결합하여 나선형 $\alpha-1$ (helix $\alpha-1$) 절단
4. 구멍 형성 직전 4량체(tetramer) 구조 형성
5. 4량체(tetramer)가 아미노펩티다제-N (ALP) 또는 알칼리성 포스파타제(APN) 단백질에 결합
6. 중장 내 구멍 생김 → 섭식이 중단되어 아사함



미생물에 의한 중장 세포막 파괴

그림 11: 미생물에 의한 중장 세포막 파괴

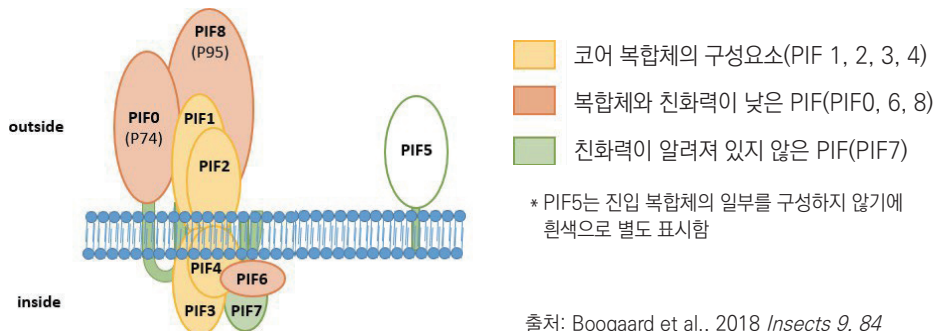
Bacillus thuringiensis 독소를 발현하는 형질전환 작물을 포함한다(단, 형질전환 작물의 저항성 관리에 대한 구체적인 지침은 작용기작의 순환에 기반하지 않는다)



- 서로 다른 곤충 목을 대상으로 하는 다양한 B.t. 제품은 저항성 관리에 영향을 주지 않고 함께 사용할 수 있다.
- 특정 B.t. 미생물 제품들 사이의 순환은 일부 해충에 대한 저항성 관리에 유익할 수 있다.
- * 표적 곤충의 중장 내 특정 수용체 간에 차이가 있는 경우, 이러한 단백질의 특정 조합을 포함하는 형질전환 작물은 저항성 관리 이점을 제공한다.

중장 상피에서 배큘로바이러스의 작용기작

1. 바이러스는 다각체로 불리는 봉입체가 알칼리성인 중장에서 분해됨
 * 바이러스 입자는 유전체 DNA를 포함한 뉴클레오캡시드가 외피에 싸여진봉모양 형태를 띠는데 이것이 단백질 덩어리에 내포되어 봉입체를 형성함
2. 방출된 바이러스 입자는 중장 원주상피세포의 미세융모에 있는종특이적 수용체와 결합
3. 바이러스 외피가 세포막과 융합하여 세포에서 뉴클레오캡시드를 방출
4. PIFs(0~8)라고 불리는 바이러스 단백질에 의해 침입
 * 배큘로바이러스의 방제범위: 나비목, 벌목
 * PIF(per os infectivity factors): 경구 감염인자


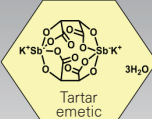
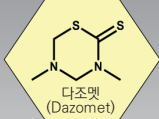
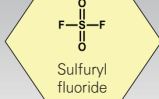
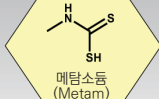


🔍 살충제 작용기작 주요 분류

- 신경 및 근육 저해
- 성장 저해
- 호흡(에너지 대사) 저해
- 중장 저해
- 다점저해 및 미분류(불분명)

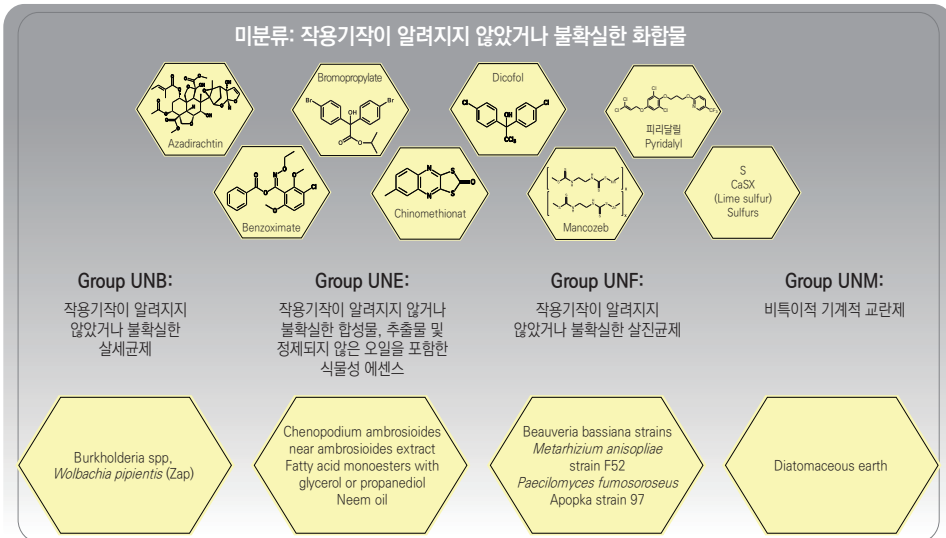
🔍 다점저해제

그룹 8: 다양한 다점(비특이적) 저해제

$\text{H}_3\text{C}-\text{Br}$ 메틸브로마이드 (MB)	 Cryolite	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Borax	 Tartar emetic	 다조멧 (Dazomet)
$\text{Cl}_3\text{C}-\text{NO}_2$ 클로로피클린 (Chloropicrin)	 Sulfuryl fluoride	8D Borates	8E Tartar emetic	 메탐소듐 (Metam)
8B Chloropicrin	8B Chloropicrin			8F Methyl isothiocyanate generators

다른 많은 살충제 및 살비제와 달리 비특이적 또는 다점 저해제는 뚜렷한 표적 부위에 작용하지 않지만 다양한 중요한 생리적 기능을 방해할 가능성이 있다.

🔍 작용기작 미분류(불분명)



작용기작이 알려지지 않은 화합물은 뚜렷한 표적 부위에 작용할 수 있지만 작용기작은 확실하게 결정되지 않았다. 비특이적이거나 알려지지 않은 작용기작으로 인해 IRAC 작용기작 8번(비특이적, 다점 저해제), 13번(산화적 인산화 짝풀림제), 모든 UN 그룹(UN, UNB, UNE, UNF, UNM)의 활성 성분은 공통 대상 부위를 공유하지 않는 것으로 생각되므로 교차 저항성을 예상할 이유가 없는 한 서로 자유롭게 교차 살포할 수 있다.

05 살충제 성분(원제)별 특징



🔍 살충제 작용기작 및 농약별 특징

국내 등록된 살충제 유효성분별을 작용기작별 분류기준으로 정리하여 특징을 표시함

🔍 살충제 작용기작 표시기호 설명

- ① **■** 신경 및 근육: 살충제가 작용하는 신경 또는 근육조직을 말하며 신경계에는 충추신경계와 말초신경계가 포함되며 이들 농약의 작용속도는 비교적 빠른편에 속한다.
- ② **■** 생장 및 발달: 살충제가 곤충의 생육에 작용하는 과정을 말하며 일반적으로 유충이나 약충에 효과적이며 반응시간은 탈피과정을 거쳐야 하기에 작용속도가 약간 느린 편에 속한다.
- ③ **■** 호흡기: 곤충의 호흡기에 작용하는 살충제를 말하며 이러한 농약의 작용속도는 보통 약간 빠른 편이나 신경계에 작용하는 농약보다는 느린 편에 속한다.
- ④ **■** 중장: 살충제가 곤충의 중장(소화기관)에 작용하며 작용속도는 보통 약 48시간 정도 걸린다. 나비목 해충 방제에 발현하는 특이적 미생물 독소이다.
- ⑤ **□** 불분명: 다양한 살충 작용점을 갖고 있어 작용 메커니즘을 명확하게 분류할 수 없는 농약을 말한다. 일부는 알려지지 않은 작용 메커니즘을 가지고 있는 반면, 다른 일부는 여러 작용 부위를 가지고 있다.
- ⑥ **고** (고위험): 농약의 효과가 감소되고 해충의 농약에 대한 내성이 발달하여 특정 지역에서 도입하고 몇 년 이후 하나 이상의 해충에서 심각한 효과 저하가 나타난 경우
- ⑦ **중** (중위험): 몇 가지 특정 상황에서 농약의 효과의 감소가 나타났으며, 현장에서 채집한 해충에서 저항성 해충이 확보된 경우



- ⑧ **저** (저위험): 오랜 기간 사용에도 저항성 해충이 감지되지 않거나 극히 드문 경우
- ⑨ **S** (침투성 살충제: systemic insecticide): 식물 일부에 부착된 농약이 식물의 다른 조직으로 이동할 수 있으며 대다수 물을 통해 아래에서 위로 이동하는 것을 말함
- ⑩ **SS** (선택침투성 살충제): 외떡잎 또는 쌍자엽 식물과 같은 특정 식물에서만 발생하거나 뿌리에서 살포되어 잎까지 이동할 수 있는 농약
- ⑪ **LS** (국소적 침투성 살충제): 농약이 식물 조직에서 분사된 후 근거리에서 주변 조직으로 이동하거나 부분적으로 뿌리로 침투하거나 부분적으로 잎
- ⑫ **ⓘ** (침달성): 잎의 윗면에 살포하면 뒷면 표피까지 침투할 수 있는 농약
- ⑬ **Ⓜ** (침투이행형): 식물의 체관부를 통해 위에서 아래로 이동할 수 있는 농약




참고자료

각 농약 유효성분의 특징은 아래의 출처를 바탕으로 정리된 것이며, 최근에 등록된 농약은 해당 책자나 웹사이트에 정보가 누락되어 있을 수 있습니다. 아울러 본 책자에 기재된 특징은 농약 유효성분(원제) 기준이며, 침투성, 속효성, 잔효성 등 정보는 제형 및 보조제에 따라 달라질 수 있으니 농약 정보는 포장지 및 한국작물보호협회에서 발간한 작물보호제지침서를 참고하시기 바랍니다.

1. 영국 작물 생산 위원회(British Crop Production Council, BCPC). (2024). 살충제 매뉴얼 (제20판). BCPC.
2. University of Hertfordshire. (2024년 10월 22일 기준). Pesticide Properties DataBase (PPDB). <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/>
3. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). (발행일 미상). IRAC Mode of Action Classification Scheme. <https://www.iraconline.org/>

국내 주요 살충제의 특성과 이해

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	접촉	소화중독	침투성 정보					수효성	지효성	잔효력	페이지		
						침투성	선택적	국소적	이행성	침달성						
1. 아세틸콜린 에스터라제 기능 저해	1a 	카바메이트계 (carbamate)	벤푸라카רב (Benfuracarb)	○	○	○					○		○	66		
			카바릴 (Carbaryl)	○	○				○						67	
			카보퓨란 (Carbofuran)	○	○	○									68	
			카보설판 (Carbosulfan)	○	○	○									69	
			페노뷰카רב (Fenobucarb)	○											70	
			아이소프로카רב (Isoprocarb)	○	○							○			71	
			티오디카רב (Thiodicarb)					○							72	
	1b 	유기인계 (organo- phosphate)	아세페이트 (Acephate)	○	○	○									73	
			카두사포스 (Cadusafos)	○	○										74	
			다이아지논 (diazinon)	○	○										75	
			디메토에이트 (Dimethoate)	○	○	○				○					76	
			에토프로포스 (Ethoprophos)	○											77	
			페니트로티온 (Fenitrothion(MEP))	○	○										78	
			펜티온 (Fenthion)	○	○	○									79	
			포스티아제이트 (Fosthiazate)	○	○ (일부)	○										80
			이미시아포스 (Imicyafos)	○								○				81
			메티다티온 (Methidathion)	○	○											82
			메티오카רב (methiocarb)	○	○											83

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	접촉	소 화 용 액	침투성 정보					수 효 성	지 효 성	잔 효 력	페이지	
						침 투 성	선 택 적	국 소 적	이 행 성	침 달 성					
1. 아세틸콜린 에스터라제 기능 저해	1b 	유기인계 (organo- phosphate)	펜토에이트 (Phenthoate)	○	○									84	
			포레이트 (Phorate)	○	○	○			○						85
			폭심 (Phoxim)	○										○	86
			프로페노포스 (Profenofos)	○	○					○					87
			테부피림포스 (Tebupirimfos)	○											88
			터부포스 (Terbufos)	○	○										89
2. GABA 의존 Cl 통로 억제	2b 	페닐피라졸계 (phenylpyrazole)	피프로닐 (fipronil)	○	○		○						○	92	
3. Na 통로 조절	3a 	합성피레 스로이드계 (pyrethroid)	아크리나트린 (Acrinathrin)	○	○									94	
			알파사이퍼메트린 (Alpha-cypermethrin)	○	○										95
			베타사이플루트린 (Beta-cyfluthrin)	○	○						○			○	96
			비펜트린 (Bifenthrin)	○	○										97
			사이플루트린 (Cyfluthrin)	○	○						○			○	98
			사이퍼메트린 (Cypermethrin)	○	○										99
			델타메트린 (Deltamethrin)	○	○						○				100
			에스펜발러레이트 (Esfenvalerate)	○	○										101
			에토펜프록스 (Etofenprox)	○	○										102
			펜프로파트린 (Fenpropathrin)	○	○										103
			펜발러레이트 (Fenvalerate)	○	○										104

국내 주요 살충제의 특성과 이해

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	접촉	소화계	침투성 정보					수효성	지효성	잔효력	페이지	
						침투성	선택적	국소적	이행성	침달성					
3. Na 통로 조절	3a 고	합성피레 스로이드계 (pyrethroid)	감마사이할로트린 (Gamma-cyhalothrin)	○	○						○		○	105	
			람다사이할로트린 (Lambda-cyhalothrin)	○	○						○		○	106	
			테플루트린 (Tefluthrin)												107
			제타사이퍼메트린 (Zeta-cypermethrin)	○	○										108
4. 신경전달물질 수용체 차단	4a 고	네오니코티 노이드계 (cyanoimid- amide)	아세타미프리드 (Acetamiprid)	○	○	○			○	○				110	
			클로티아니딘 (Clothianidin)	○	○	○				○	○				111
			디노테퓨란 (Dinotefuran)	○	○	○				○					112
			이미다클로프리드 (Imidacloprid)	○	○	○				○	○				113
			티아클로프리드 (Thiacloprid)	○	○	○				○					114
			티아메톡삼 (Thiamethoxam)	○	○	○				○					115
	4c 저	설펍시민계 (sulfoximine)	설펍사플로르 (Sulfoxaflor)	○	○	○				○				116	
4d	부테놀라이드계 (butenolide)	플루피라디퓨론 (Flupyradifurone)	○	○	○				○				117		
4e	메소이온계 (mesoionic)	트리플루메조피림 (Triflumezopyrim)	○	○	○				○				118		
5. 신경전달물질 수용체 기능 활성화	5 중	스피노신계 (spinosyn)	스피네토람 (Spinetoram)	○	○	○				○				120	
			스피노사드 (Spinosad)	○	○	○									121
6. Cl 통로 활성화	6 중	아바멕틴계 (avermectin), 밀베마이신계 (milbemycin)	아바멕틴 (Abamectin)	○	○			○		○				124	
			에마멕틴벤조에이트 (Emamectin benzoate)			○				○					125
			레피멕틴 (Lepimectin)	○	○			○							126

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	접촉	소화 계통	침투성 정보					수 효성	지 효성	잔 효력	페이지
						침투성	선택적	국소적	이행성	침달성				
			밀베멕틴 (Milbemectin)	○	○			○	○					127
7. 유약호르몬 작용	7c 저	유약호르몬 유사제 (juvenilehormonemimic)	피리프록시펜 (Pyriproxyfen)	○	○				○			○		130
8. 다점저해 (혼중제)	8a	할로젠화알킬계 (alkylhalide)	메틸브로마이드 (Methyl bromide)											132
	8f 저	이소티오시안산메틸 발생기	메탐소듐 (Metam-sodium)											133
9. 현음기관 TRPV 통로 조절	9b 저	피리딘 아조메틴 유도체 (pyridineazomethine)	피메트로진 (Pymetrozine)	○	○	○				○		○		136
			피리플루퀴나존 (Pyrifluquinazon)	○	○	○				○		○		137
	9d	피로펜 유도체 (pyropene)	아피도피로펜 (Afidopyropen)	○	○					○ (국소적)	○	○		138
10. 응애류 생장저해	10a 저		헥시티아족스 (Hexythiazox)	○	○					○		○		140
	10b 저		에톡사졸 (Etoxazole)		○							○		141
12. 미토콘드리아 ATP합성 효소 저해	12b	organotin (유기주석)	아조사이클로틴 (Azocyclotin)	○										144
			사이헥사틴 (cyhexatin)	○										○
	12c	sulfite ester	프로파자이트 (propargite)	○										146
	12d		테트라디폰 (tetradifon)	○									○	147
13. 수소이온 구 배형성 저해	13	아릴피롤계 (arylpyrrole)	클로르페나피르 (Chlorfenapyr)		○				○					150
14. 신경전달 물질 수용체 통로 차단	14	네레이스톡신 유사체 (nereistoxin analogue)	카탐하이드로클로라이드 (Cartap hydrochloride)	○	○	○								152
			티오사이클람하이드로젠옥살레이트 (Thiocyclam hydrogen oxalate)	○	○		○							
15. 0형 키틴합성 저해	15 저	벤조일요소계 (benzoylurea)	비스트리플루론 (bistrifluron)									○		156
			클로르플루아주론 (Chlorfluzuron)		○								○	

국내 주요 살충제의 특성과 이해

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	접촉	소화중독	침투성 정보					수효성	지효성	잔효력	페이지		
						침투성	선택적	국소적	이행성	침달성						
			디플루벤주론 (Diflubenzuron)	○	○							○		158		
			플루페녹수론 (Flufenoxuron)	○	○								○		159	
			루페뉴론 (Lufenuron)		○	○								○		160
			노발루론 (Novaluron)	○ (제한적)	○					○				○		161
			테플루벤주론 (Teflubenzuron)	○	○	○								○		162
			트리플루무론 (Triflumuron)		○										○	
16. I형 키틴합성 저해	16 저		부프로페진 (buprofezin)	○	○							○	○	166		
17. 파리목 곤충 탈피 저해	17 저		사이로마진 (Cyromazine)	○		○					○	○		168		
18. 탈피호르몬 수용체 기능 활성화	18 중	디아실하이 드라진계 (diacylhydrazine)	크로마페노자이드 (Chromafenozide)	○ (제한적)	○								○		170	
			메톡시페노자이드 (Methoxyfenozide)	○ (제한적)	○			○ (부리)						○		171
			테부페노자이드 (Tebufenozide)	○ (제한적)	○			○ (부리)						○		172
19. 옥토판수용체 기능 활성화	19	포르마미딘계 (formamidine)	아미트라즈 (Amitraz)	○										174		
20. 전자전달계 복합체 III 저해	20b 저	퀴논계 (quinone)	아세퀴노실 (Acequinocyl)	○	○ (일부)										176	
	20d		비페나제이트 (Bifenazate)	○									○		177	
21. 전자전달계 복합체 I 저해	21a 저	퀴나졸린 (quinazoline)	페나자퀸 (fenazaquin)	○	○										180	
			펜피록시메이트 (Fenpyroximate)	○	○										181	
			피리다벤 (Pyridaben)	○	○									○		182
		피라졸카복사마이드 (pyrazolecarboxamide)	테부펜피라드 (Tebufenpyrad)	○	○						○					183

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	접촉	소 화 용 제	침투성 정보					수 효 성	지 효 성	잔 효 력	페이지
						침 투 성	선 택 적	국 소 적	이 행 성	침 달 성				
22. 전위 의존 Na 통로 차단	22a 중	옥사디아진계 (oxadiazine)	인독사카브 (Indoxacarb)	○	○								186	
	22b 저	세미카르바존계 (semicarbazone)	메타플루미존 (Metaflumizone)		○								187	
23. 지질생합성 저해	23 저	테트로닉산계 (tetrionicacid)	스피로디클로펜 (Spirodiclofen)	○								○	190	
			스피로메시펜 (Spiromesifen)	○								○	191	
			스피로피디온 (Spiropidion)		○							○	192	
			스피로테트라맷 (Spirotetramat)		○	○			○	○		○	193	
24. 전자전달계 복합체Ⅳ 저해	24a 중	인화물계 (inorganic)	알루미늄포스파이드 (Aluminium phosphide)										196	
			마그네슘포스파이드 (Magnesium phosphide)										197	
			포스핀 (Phosphine)										198	
25. 전자전달계 복합체Ⅱ 저해	25a 저	베타 케토니트릴 유도체 (beta-ketonitrile)	사이예노피라펜 (Cyenopyrafen)	○									200	
			사이플루메토펜 (Cyflumetofen)	○									201	
	25b	카복사닐라이드계 (carboxanilide)	피플루부마이드 (Pyflubumide)										202	
28. 라이아노딘 수용체 조절	28 중	디아마이드계 (diamide)	클로란트라닐리프롤 (Chlorantraniliprole)	○ (제한적)	○	○			○	○			204	
			사이안트라닐리프롤 (Cyantraniliprole)	○ (제한적)	○	○							205	
			사이클라닐리프롤 (Cyclaniliprole)	○	○	○			○	○		○	206	
			플루벤디아마이드 (Flubendiamide)		○	○		○					207	
			테트라닐리프롤 (Tetraniliprole)										208	
29. 현유기관 조절- 정의되지 않은 작용점	29 저	니코틴아마이드 (nicotinamide)	플로니카미드 (Fonicamid)	○	○	○			○		○	210		

국내 주요 살충제의 특성과 이해

작용기작	작용번호 (저항성)	계통 및 성분	성분명	전족	소화용제	침투성 정보					수효성	지효성	잔효력	페이지	
						침투성	선택적	국소적	이행성	침달성					
30. GABA 의존 Cl 통로 조절	30	메타-디아미드계 (meta-diamide)	브로플라닐라이드 (Broflanilide)											212	
			플룩사메타미드 (Fluxametamide)												213
			아이소사이클로세람 (Isocycloseram)												214
33. 칼슘 활성화 칼륨 채널 (KCA2) 조절	33		아사이노나피르 (Acynonapyr)											216	
34. 미토콘드리아 복합체 III 전자 수송 억제제-Q사이트	34		플로메토퀸 (Flometoquin)											218	
36. 척삭 기관 조절제-정의되지 않은 표적 부위	36	피라졸카복사미드 (pyrazolecarb-oxamide)	딤프로피리다즈 (Dimpropridaz)											220	
	N-3 (FRAC 7)	pyridinylethyl-benzamide	사이클로부트리플루람 (Cyclobutrifluram)											222	
11. 미생물에 의한 중장 세포막 파괴	11a 저	B.t 독성 단백질	비티쿠르스타키 (Bt kurstaki)											-	
			비티아이자와이 (Bt aizawai)											-	
			비티아이자와이지비413 (Bt aizawai GB-413)												-
			비티아이자와이엔티423 (Bt aizawai NT-423)												-
작용기작 불명	미분류	아자디락탄, 디코폴 등	에탄디니트릴 (Ethanedinitrile)											-	
			디메틸디설파이드 (Dimethyl disulfide)												-
			에틸포메이트 (Ethyl formate)												-
			플루엔설폰 (Fluensulfone)												-

01

아세틸콜린에스터라제 기능 저해

-
- 카바메이트계
 - 유기인계
-

벤퓨라카브 Benfuracarb		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	잎벌레류, 딱정벌레류, 벼물 바구미, 배추좀나방, 진딧물 류 등
1a	carbamate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수 분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다		
주요 특징	접촉 및 섭취로 활성이 있는 침투성 살충제 및 선충제. 잔효력으로 빠르게 녹다운(knockdown)시킴. 곤충 체내에서 생물학적 활성 물질인 벤디오카브로 대사됨		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○	○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	더원 (입상수화제 30%) 돌진 (입제 3%) 키워드 (입제 2%)				

카바릴 Carbaryl		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레목 및 기타 씹거나 빨아먹는 곤충
1a	carbamate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 작용하며, 약간의 침투이행성을 보인다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
			○		
호 환 성 정 보	알칼리성 물질(예: 보르도 혼합물, 석회, 석회유황)과는 호환되지 않습니다.				
상 표 명	세빈 (수화제 50%)				

카보퓨란 Carbofuran		작용기작	아세틸콜린에스테라제 기능 저해
		주요 방제범위	토양해충 및 흡즙해충, 선충류: 거세미나방류, 풍뎅이 유충, 뿌리파리, 파리류, 바구미류, 흡즙해충(진딧물, 총채벌레 등), 선충류
1a	carbamate	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스테라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 활성화되는 침투성살충제입니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보	알칼리성 물질과 호환되지 않습니다.				
상 표 명	큐라텔, 후라단 (입제 3%)				

카보설판 Carbosulfan		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	딱정벌레류(잎벌레류, 풍뎅이 유충 등), 진딧물류, 멸구류, 나방류, 선충류 및 토양해충
1a	carbamate	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취로 활성이 있는 침투성 살충제와 살선충제, 곤충체내에서 대사되어 생물학적 활성 물질인 카보퓨란을 형성합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○	○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	대타자, 쏘버린 (유탁제 12%) 랩소디, 마진, 만루포 (액상수화제 20%) 마살, 쌀지기, 쏘버린 (입제 3%) 포수 (수화제 20%)				

<p style="text-align: center;">페노부카브 Fenobucarb</p>		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	벼멸구, 벼잎벌레, 애멸구, 흰등멸구, 끝동매미충, 흑다리긴노린재
1a	carbamate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉에 의해 작용하는 비침투성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	동방비피, 랜드마스타, 멸사리, 밧사, 새비피, 아리비피 (유제 50%) 동방비피, 멸사리 (분제 2%)				

아이소프로카브 Isoprocarb		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	벼멸구
1a	carbamate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 침투성 살충제. 빠르게 작용; 중간 잔류		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	제초제 프로파닐(스텨에프-34)유제와는 10일 이내 근접살포시 약해의 우려가 있으니 근접살포하지 마십시오.				
상 표 명	멸사리왕 (수화제 25(5+20)%)				

<h2 style="text-align: center;">티오디카브</h2> <h3 style="text-align: center;">Thiodicarb</h3>		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레목, 노린재목
1a	oxime carbamate	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	침투성 살충제 및 살선충제, 주로 섭취에 의해 활성화되며 접촉 활동은 제한적임. 살충제는 대사되어 생물학적 활성 물질인 메소밀을 형성합니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○	○			○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	신기록-D (액상수화제 1+30%)				

아세페이트 Acephate		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	씹거나 빨아먹는 곤충(예: 진 딧물, 총채벌레, 나방류 등)
1b	phosphoramidate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 침투성 살충제(제한적 이동성). 곤충 체내에서 더 강력하고 이동성이 높은 살충제 생물학적 활성 물질인 메타미도포스로 대사됨		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	멸충탄, 블루킬, 아스캠, 절대고수, 희새탄 (수화제 50%) 아스캠 (캡슐제 97%)				

카두사포스 Cadusafos		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	토양해충(나방류, 파리류, 풍뎅이유충, 뿌리응애, 선충류)
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제입니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	쏘일갑, 럭비골드 (캡슐현탁제 18.9%) 아파치 (입제 3%) 럭비 (입제 6%)				

다이하논 Diazinon		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	잎벌레류, 풍뎅이 유충
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉, 섭취 및 호흡을 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	다이하톤, 다이진, 다지논, 델타포스 (유제 34%) 다이하톤, 델타포스 (입제 3%) 비틀킹 (캡슐현탁제 25%)				

디메토에이트 Dimethoate		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	총채벌레류, 파리류, 뿌리응애
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 효과를 나타내는 침투성 살충제, 침투이행성		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
				○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	다이칸, 록손, 루트원, 사령탑, 삼공디메토, 샤우팅, 싸이먼 (유제 46%) 사령탑, 싸이먼 (입제 5%)				

에토프로포스 Ethoprophos		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	선충류, 토양 해충(거세미나 방, 풍뎅이 유충, 작은뿌리파 리 등)
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉에 의해 활성을 나타내는 비침투성 토양 살충제이자 선충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	모캡, 신농팜캡, 젠토캡, 충에센, 필사충 (입제 5%)				

페니트로티온 Fenitrothion(MEP)		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	나방류, 깍지벌레류, 노린재류, 파리류
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 비침투성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	제초제 프로파닐 유제와 동시에 사용하거나 10일 이내 근접살포를 금하여 주십시오.				
상 표 명	새메프, 스미치온, 신농팜메프치온, 큐라치온, 팜한농메프치온, 페니트로 (유제 50%) 스미치온 (수화제 40%)				

펜티온 Fenthion		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	잎벌레류, 잎굴파리류, 멸구류, 나방류, 노린재류
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉, 섭취 및 호흡에 의해 작용하는 침투성 살충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	리바이짓드 (유제 50%)				

포스티아제이트 Fosthiazate		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	선충류 및 토양해충
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	주로 접촉에 의해 작용하고 섭취에 의해 일부 작용이 있는 침투성, 비훈증성 토양 적용 선충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보	입제의 경우 활성탄과 동시처리시 약효 저하의 우려가 있습니다.				
상 표 명	광충탄, 네마존, 선충앤, 선충탄, 자객, 호크아이 (입제 5%) 네마존, 선충탄 (액제 30%)				

이미시아포스 Imicyafos		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	선충류
1b	phosphoramidate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉에 의해 작용하는 선충제. 토양에서 빠르게 확산		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○			○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	네마킵 (액제 30%) 네마킵 (입제 5%)				

메티다티온 Methidathion		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	굴가루깍지벌레, 화양목명나방
1b	organophosphate	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 비침투성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	하이킹 (수화제 36%)				

메티오카브 Methiocarb		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	조류(새) 기피제
1b	carbamate	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 비침투성 살충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	보호망 (종자처리액상수화제 30(20+10)%)				

펜토에이트 Phenthoate		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	진딧물류, 매미충류, 꽃매미과, 노린재과
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 비침투성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	엘산 (분제 2%) 엘산, 총자비 (유제 47.5%)				

포레이트 Phorate		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	토양해충(나방류, 파리류, 잎벌레류 등)
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 침투성 살충제, 수직이동성 있음		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
				○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	싸이메트, 올광 (입제 5%)				

폭심 Phoxim		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	토양해충(나방류)
1b	organophosphate	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉에 의해 작용하는 살충제. 긴 잔류		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	보라충, 보라톤 (입제 2%)				

프로페노포스 Profenofos		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	나방류
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취에 모두 작용하는 비침투성 살충제, 침달성		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
					○
호 환 성 정 보					
상 표 명	한방 (유제 15.6(0.6+15)%)				

테부피림포스 Tebupirimfos		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	토양해충(거세미나방류, 고자리파리, 잎벌레 등)
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	비침투성 토양 살충제, 접촉에 의한 활성		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	카핀다 (입제 0.1+2%)				

터부포스 Terbufos		작용기작	아세틸콜린에스터라제 기능 저해
		주요 방제범위	토양해충(나방류, 파리류, 풍뎅이유충, 방아벌레류, 잎벌레류) 및 선충류
1b	organophosphate		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	아세틸콜린 결합 부위에서 효소와 공유 결합(비가역적) 반응을 통해 아세틸콜린에스터라제(AChE: acetylcholinesterase)를 억제하여 아세틸콜린의 가수분해를 차단하고 과흥분을 유발합니다.		
주요 특징	토양 살충제와 살선충제는 접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있습니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	강철탄, 땅사, 말뚝, 멸땅충, 속사충, 아리타보, 카운타, 토양탄 (입제 3%)				

02

GABA 의존 Cl 통로 억제

-
- 페닐피라졸계
-

<p style="text-align: center;">피프로닐 Fipronil</p>		작용기작	GABA 의존 Cl 통로 억제
		주요 방제범위	토양해충, 나방류, 벼의 멸구류, 나방류, 벼잎벌레, 벼물바구미, 벼잎벌레
2b	phenylpyrazole	저항성	중
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	GABA(gamma-aminobutyric acid: 억제성 신경전달물질) 의존 Cl(염소) 통로를 억제하여 과도한 신경전달물질의 방출로 과흥분 및 경련 유발		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 살충제, 일부 외떡잎식물에서 제한된 침투이동성. 경엽처리 또는 토양 처리 또는 종자 처리로 사용. 경엽처리 시 지속력(잔효력) 우수		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○	○	○	○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
		○			
호 환 성 정 보					
상 표 명	리베로, 오크, 다규, 리전트. 차칸, 원웨이 (세립제 0.6%) 아센드 (액상수화제 5%)				

03

Na 통로 조절

-
- 합성피레스로이드계
-

아크리나트린 Acrinathrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	응애류, 총채벌레, 나방류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살비제(응애) 및 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	알칼리성 제품과는 호환되지 않을 수 있습니다.				
상 표 명	총채탄 (액상수화제 5.7%)				

알파사이퍼메트린 Alpha-cypermethrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	씹거나 빨아먹는 곤충(특히 나방, 딱정벌레 등)
3a	pyrethroid	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제입니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	대부분의 유기인계 살충제와 호환 가능합니다.				
상 표 명	만렙, 멀티플러스, 메가패스, 명쾌탄, 화스탁 (유제 2%) 콩코드 (입상수화제 15%)				

베타사이플루트린 Beta-cyfluthrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레, 반시류(노린재류, 진딧물류 등) 및 매미류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉 및 섭취로 활성이 있는 비침투 살충제. 빠른 녹다운 및 긴 잔류 활성.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	멘투맨 (유제 2.5%) 지오골드 (분제 0.2%)				

비펜트린 Bifenthrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	딱정벌레, 파리목, 노린재목, 매미목, 나비목, 메뚜기목 및 일부 응애류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투 살충제입니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	강써브, 뉴증원군, 다이다이, 비펜스, 타스타 (유제 1%) 메가스타, 메두사, 바 이스타, 비펜스타 (유탁제 10%) 메가줄, 메이저, 캡처 (입상수화제 8%) 스피크, 조쿠만, 농활탄 (입제 0.2%) 올커니, 스피크 (분제 0.2%) 쿼다운 (액상수화제 17.15%) 타스타 (과립혼연제 4%)				

사이플루트린 Cyfluthrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레류, 노린재류, 진딧물류
3a	pyrethroid	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉 및 섭취로 활성이 있는 비침투성 살충제. 빠른 녹다운 및 긴 잔류 활성.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	바이스로이드 (유제 2%) 스타터 (수화제 5%)				

사이퍼메트린 Cypermethrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 풍뎅이류, 잎벌레류, 진딧물류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉 및 섭취를 통해 효과를 나타내는 비침투성 살충제입니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	대부분의 유기인계 살충제와 호환 가능합니다.				
상 표 명	강심장, 경농피레스, 성보피레스, 아리피레스, 인바이오피레스, 푸레스, 피레탄, 하이피레스 (유제 5%)				

델타메트린 Deltamethrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	딱정벌레류, 노린재류, 나방류, 진딧물류, 총채벌레류, 토양해충(밤나방류)
3a	pyrethroid	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 비침투성살충제. 속효성		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	나방싹 (수화제 1%) 데스플러스, 데시스, 데자뷰, 델타시스, 메트린, 선문델타린, 신농팜델타린, 아리델타린, 업로드, 유원델타린, 유일메트린, 장원, 케오왕 (유제 1%) 매트릭 (유탁제 1.5%)				

에스펜발러레이트 Esfenvalerate		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 진딧물류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 효과를 나타내는 비침투성 살충제입니다		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	적시타 (유제 1.5%)				

에토피프록스 Etofenprox		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	벼의 멸구류, 딱정벌레류, 잎벌레류, 가루이류, 진딧물류
3a	pyrethroid	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 효과를 나타냅니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	공습, 명타자, 블라인드, 젠토총패스, 총졸라 (유탁제 10%) 델타포스, 샷건, 세베로, 에토피, 요절충, 총케이오 (유제 20%) 박멸탄 (수면전개제 4%) 세베로 (분상유제 10%) 총스탑, 크로캡, 타키온, 트레본 (수화제 10%) 쾌속탄 (캡슐현탁제 20%) 트레본, 지배자 (입제 0.5%)				

펜프로파트린 Fenpropathrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 가루이류, 응애류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제 및 살비제(응애)		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	다니톨 (과립혼연제 10%) 다니톨 (수화제 5%) 다니톨, 다이토나 (유제 5%)				

펜발러레이트 Fenvalerate		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 효과를 나타내는 비침투성 살충제입니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	스미사이딘 (수화제 5%) 스미사이딘, 총아웃, 플래톤 (유제 5%)				

감마사이할로트린 Gamma-cyhalothrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	씹거나 빨아먹는 해충(나방류, 딱정벌레류, 매미충류)
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살충제. 빠른 녹다운 효과와 긴 잔효성을 보임		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	리무진 (캡슐현탁제 1.4%)				

람다사이할로트린 Lambda-cyhalothrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 진딧물류, 딱정벌레류
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 비침투성 살충제. 긴 잔류 활성으로 빠르게 녹다운		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	로건, 박빙, 서티스, 선발대, 에포킬, 주령, 첨병, 총스타일, 곤돌, 효자손 (유제 1%) 멸사충, 알파스타, 총메가, 총박사 (미탁제 3%) 블락킹 (분제 0.2%) 주령 (수화제 1%) 총사리 (유탁제 3%)				

테플루트린 Tefluthrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	토양해충(잎벌레류, 나방류, 풍뎅이 유충, 파리류, 방아벌레류)
3a	pyrethroid		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징			

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	포스 (입제 0.5%)				

제타사이퍼메트린 Zeta-cypermethrin		작용기작	Na 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 진딧물류, 딱정벌레류(예: 바구미)
3a	pyrethroid	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	전압 의존성 나트륨 채널을 조절하여 채널이 닫히는 것을 방지하고 지속적인 개방으로 신경의 재자극 및 반복적인 신호 전파로 곤충의 과흥분 발생		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 효과를 나타내는 비침투 살충제입니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	도미넥스 (유탁제 3%) 무스탕 (분제 0.8%) 알칸스, 퓨리 (유제 3%)				

04

신경전달물질 수용체 차단

-
- 네오니코티노이드계
 - 설펍시민계
 - 부테놀라이드계
 - 메소이온계
-

아세타미프리드 Acetamiprid		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	진딧물류, 총채벌레류, 나방류
4a	Neonicotinoids	저항성	고
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제, 침달성(잎의 한 표면(예: 윗면)에서 반대쪽(예: 아랫면)으로 이동할 수 있는 능력) 있음		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	가드키, 마스그린 (액제 10%) 고시래, 슈퍼칸, 스파르타 (입상수용제 8%) 모스피란 (수용제 8%) 모스피란 (입제 1.5%) 모스피란, 샤프킬, 어택트, 젠토스타, 진디팍, 총감독, 타미칸 (수화제 8%) 벌레왕 (직접살포액제 0.004%) 스와튼, 아리총타파, 히든키 (입상수화제 8%) 애피다이 (분산성액제 8%) 일순위 (미탁제 10%) 히든키 (과립혼연제 15%)				

클로티아니딘 Clothianidin		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	멸구류, 노린재류, 진딧물류, 파리류
4a	Neonicotinoids		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제, 침달성(잎의 한 표면(예: 윗면)에서 반대쪽(예: 아랫면)으로 이동할 수 있는 능력) 있음		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○	○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	독소리, 고반발 (입상수용제 8%) 볼케이노 (액제 20%) 빅카드 (액상수화제 8%) 세시미 (수화제 8%) 연승 (수면부상성입제 1.5%) 오메가 (입제 0.5%) 히든샷 (종자처리수화제 21%)				

<h2 style="text-align: center;">디노테푸란</h2> <h3 style="text-align: center;">Dinotefuran</h3>		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	흡습성 해충(가루이, 잎벌레류, 깍지벌레류), 딱정벌레류(벼룩잎벌레), 파리류(잎굴파리, 고자리파리), 나방류
4a	Neonicotinoids		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	대포 (입제 2%) 디티07 (분제 0.7%) 보스 (입상수용제 50%) 보스 (종자처리 수화제 70%) 솔탄 (액제 10%) 오신 (수화제 10%)				

이미다클로프리드 Imidacloprid		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	흡습성 해충(벼의 멸구류, 진딧물류, 가루이류), 토양곤충(풍뎅이 유충), 파리류
4a	Neonicotinoids		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제, 침달성(잎의 한 표면(예: 윗면)에서 반대쪽(예: 아랫면)으로 이동할 수 있는 능력) 있음		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	노나리, 웨스웰 (입상수화제 68%) 노다지, 베테랑, 비리아웃, 아리이מיד, 젠트래피드킬, 진스탑, 코니도, 코만도, 코모도, 호리도 (입제 2%) 디약손, 멸스탑, 아리이מיד, 어사충, 엘콘, 올다이, 유일이מיד (액제 4%) 래피드킬, 아리이מיד, 옴티머스, 총채.진디.꽃매미.가루이뚝, 코니도, 코르니, 코사인, 크로스, 타격왕, 트랙다운, 호리도 (수화제 10%) 설레발, 아람치, 어드마이어, 에코마인, 월해머, 젠토어디션, 총가이버 (분산성액제 20%) 아진잔디충, 키로프 (입상수화제 25%) 에코렉스 (유제 10%) 총집게, 총커버, 코니도, 코니타, 파라슈트, 호리도 (액상수화제 8%) 코나돈, 크로스, 트리마이어 (미탁제 20%)				

티아클로프리드 Thiacloprid		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	진딧물류, 가루이류, 딱정벌레류(바구미류, 하늘소 등), 나방류
4a	neonicotinoids		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	다꼬마, 어퍼컷, 웅단폭격, 총앤드, 카래소, 칼립소, 큐티클, 티아클, 프레쉬팜 (액상수화제 10%)				

티아메톡삼 Thiamethoxam		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	진딧물류, 가루이류, 총채벌레류, 벼의 멸구류, 딱정벌레류(풍뎅이 유충 등), 일부 나방류
4a	nitroguanidine		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	고
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제, 곤충체내에서 옥사디아진 고리가 절단되어 생물학적활성 물질인 클로티아니딘을 형성함		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	노비리 (세립제 1.5%) 아타라 (분산성액제 15%) 아타라(임상수화제10%) 자스에스티 (종자처리수화제 70%) 포비아, 어트랙, 페어웨이 (액제 12.5%)				

설폭사플로르 Sulfoxaflor		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	흡습성 해충(진딧물류, 멸구류, 가루이류, 노린재류, 돌발해충류 등)
4c	sulfoximine		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	저
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	삼삼칠 (입제 2%) 스트레이트 (입상수화제 7%) 트랜스폼 (액상수화제 7%)				

플루피라디퓨론 Flupyradifurone		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	진딧물류, 깍지벌레류, 가루이류
4d	butenolide	저항성	
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	시반토 (액제 17.09%)				

트리플루메조피림 Triflumezopyrim		작용기작	신경전달물질 수용체 차단
		주요 방제범위	벼의 멀구류, 잎벌레류
4e	mesoionic		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR)의 아세틸콜린 부위에 결합하여 나트륨(Na ⁺)과 칼슘(Ca ²⁺)에 대한 이온 채널을 열어 탈분극과 신경 자극에 의해 과흥분에서 무기력함, 마비에 이르기까지 다양한 증상을 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 침투이행성 살충제. 경엽처리제로 사용. 곤충은 섭취하지마자 즉시 먹는 것을 멈춘다		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	펙사론 (액상수화제 11.7(5.4+6.3)%)				

05

신경전달물질 수용체 기능 활성화

-
- 스피노신계
-

스피네토람 Spinetoram		작용기작	신경전달물질 수용체 기능 활성화
		주요 방제범위	나방류, 파리류, 총채벌레류, 가루이류, 딱정벌레류, 특정 매미목
5	spinosyn	저항성	중
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	니코틴이나 네오니코티노이드(작용기작 4번)와는 다른 부위에서 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR: nicotinic acetylcholine receptor)의 아세틸콜린과 결합하여 채널을 계속해서 열어 두어 신경계의 과흥분과 마비를 유발		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 침투성 살충제, 침달성 있음. 마비를 유발함		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				○
호 환 성 정 보					
상 표 명	델리게이트 (입상수화제 5%) 엑셀트 (액상수화제 5%)				

스피노사드 Spinosad		작용기작	신경전달물질 수용체 기능 활성화
		주요 방제범위	나방류, 총채벌레류, 가루이류, 파리류
5	spinosyn		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	니코틴이나 네오니코티노이드(작용기작 4번)와는 다른 부위에서 니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR: nicotinic acetylcholine receptor)의 아세틸콜린과 결합하여 채널을 계속해서 열어 두어 신경계의 과흥분과 마비를 유발		
주요 특징	접촉 및 섭취로 활성화되는 침투성살충제. 마비를 유발함		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	올가미, 총채카트, 총애조아 (액상수화제 10%) 킹스팜, 부메랑, 스누피, 촌장, 칼라틴 (입상수화제 10%)				

06

CI 통로 활성화

-
- 아버맥틴계
 - 밀베마이신계
-

아바멕틴 Abamectin		작용기작	Cl 통로 활성화
		주요 방제범위	응애류, 잎굴파리류, 총채벌레류, 선충류
6	avermectin	저항성	중
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	글루타민산염 의존 클로라이드채널(GluCl) 활성화하여 염소이온(Cl-) 유입이 증가하여 곤충의 마비를 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 작용하는 살충제, 살비제(응애) 및 살선충제, 침투성은 제한적이지만 침달성 있음		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
			○		○
호 환 성 정 보	캡탄과 호환되지 않습니다.				
상 표 명	아스타렉 (액제 1.7%) 안티충, 젠토킬 (미탁제 1.8%) 올스타, 선문이응애충, 버티맥, 겔럭시, 인덱스, 쏘렌토, 버클리, 빅캐년, 울탐, 응애특급, 영농스타, 아라베스크, 안티맥, 슈퍼캐치, 아바멕틸, 레딧고, 이글원, 큐멕틴, 타마스, 에코멕틴, 아바킹, 도니온, 프라도, 돌보미, 로멕틴, 마니팜, 총다이, 온죽죽, 총업세, 무브먼트, 현농솔루션, 네마캡스, 프루오미드, 원스타, 새벽중, 백전노장 (유제 1.8%) 코멕틴, 스타멕틴, 와팜, 트리메카 (분산성액제 1.8%) 테라노바 (액상수화제 1.68%)				

에마멕틴벤조에이트 Emamectin benzoate		작용기작	Cl 통로 활성화
		주요 방제범위	나방류
6	avermectin		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	글루타민산염 의존 클로라이드채널(GluCl) 활성화하여 염소이온(Cl-) 유입이 증가하여곤충의 마비를 유발함		
주요 특징	비침투성 살충제로 주로 섭취에 의해 작용, 섭취 후 몇 시간 이내에 먹이를 먹는 것을 멈추고 나비목을 마비시켜 2~4일 후에 죽음. 침달성 있음		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
					○
호 환 성 정 보					
상 표 명	라인업, 프로클레임, 하이페론 (입상수용제 5%) 레인지, 아그리젠토레전드 (미탁제 2.15%) 리치팜, 리치팜플러스, 스타조은팜, 썬퐁, 아리에이블, 올킹 (액제 2%) 아레토, 블루스탑, 트리에이트 (직접살포액제 9.7%) 에이팜, 코난, 메가히트, 더블팜, 킹팜골드, 아리팜, 워록, 트라제, 압사충, 브리핑, 동작그만, 맥스팜, 에코골드, 말라타, 에마킹, 썬이충, 모스파워, 카이노바, 제트팜, 네이팜, 메카, 총편치, 에마팜, 에이팜썬더, 불가누스, 이투길, 킬링팜, 마운틴케이시, 노바맥스, 여물다, 늘찬 (유제 2.15%) 제트팜 (유탁제 2.2%) 킹팜, 파워네트 (입상수화제 5%)				

레피멕틴 Lepimectin		작용기작	Cl 통로 활성화
		주요 방제범위	나방류, 잎굴파리류, 가루이류, 총채벌레류,
6	milbemycin	저항성	중
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	글루타민산염 의존 클로라이드채널(GluCl) 활성화하여 염소이온(Cl-) 유입이 증가하여곤충의 마비를 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 작용, 제한적 침투성		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
			○		
호 환 성 정 보					
상 표 명	검투사 (유제 2%)				

밀베멕틴 Milbemectin		작용기작	Cl 통로 활성화
		주요 방제범위	응애류(모든 생육단계), 선충류
6	milbemycin		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	글루타민산염 의존 클로라이드채널(GluCl) 활성화하여 염소이온(Cl-) 유입이 증가하여곤충의 마비를 유발함		
주요 특징	접촉과 섭취 모두 작용하는 살충제 및 살비제(응애), 침투성은 제한적이지만 침달성 있음		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
			○		○
호 환 성 정 보					
상 표 명	마스터프로 (수화제 2%) 밀베노크 (유제 1%)				

07

유약호르몬 작용

-
- 피리프록시펜
-

피리프록시펜 Pyriproxyfen		작용기작	유약호르몬 작용
		주요 방제범위	가루이류, 총채벌레류
7c	Pyriproxyfen	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 유약호르몬		
작용 기작	유약호르몬(juvenile hormone)의 정상적인 분비를 방해하여 곤충의 탈피를 억제하여 곤충이 성충이 되는 것을 방해함(유충유도)		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 곤충생장조절제(IGR: Insect growth regulator), 배아 발생을 억제하고, 변태와 번식을 억제함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
				○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	가루사이드, 겔러그, 사르마트 (액상수화제 10%) 신기루 (유제 10%)				

08

다점저해 (훈증제)

-
- 할로젠화알킬계
 - 이소티오시안산메틸 발생기
-

메틸브로마이드 Methyl bromide		작용기작	다점저해(훈증제)
		주요 방제범위	검역 및 저장용 훈증제
8a	alkyl halide		
작용 부위	다점저해	저항성	
작용 기작	비특이적 메틸화를 통해 단백질의 작용기, 특히 티올기(thiol:SH기)와 화학적으로 반응하여 효소 억제를 초래함		
주요 특징	훈증용 살충제 및 살선충제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	아트라텍 엠비, 마간엠비, 영일엠비 (훈증제 98.5%)				

메탐소듐 Metam-sodium		작용기작	다점저해(훈증제)
		주요 방제범위	선충 및 해충을 방제하는 토양 소독제
8f	dithiocarbamate		
작용 부위	다점저해	저항성	저
작용 기작	다점저해: 아미노산 및 효소의 티올기(thiol:SH기)와 비특이적으로 화학 반응을 일으켜 호흡 및 기타 세포 기능을 방해함		
주요 특징	토양 훈증제. 분해되어 생물학적 활성 물질인 메틸 이소티오시아네이트(methyl isothiocyanate)를 형성합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	쏘일킹, 네마섹트, 메탐사이, 메탐킹, 킬퍼사이 (액제 42%) 킬퍼, 킬벤, 킬퍼이오, 투킬 (액제 25%)				

09

현음기관 TRPV 통로 조절

-
- 피리딘 아조메틴 유도체
 - 피리피로펜
-

피메트로진 Pymetrozine		작용기작	현음기관 TRPV 통로 조절
		주요 방제범위	진딧물류, 가루이류의 유충과 성충단계
9b	pyridine azomethine		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	저
작용 기작	현음기관(곤충의 청각, 촉각, 무릎아래 반사신경)에 작용하는 TRPV(Transient Receptor Potential Vanilloid) 채널을 조절하여 곤충이 청각을 잃고 둔해지고 섭취를 방해하여 기아상태가 되어 죽음		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 침투성 살충제, 침달성. 매미목(Homoptera) 선택적으로 작용하여 먹이를 먹는 것을 중단하게 함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○	○		○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	마킬, 매싱, 무사, 조스, 체스 (수화제 25%) 우수수, 플래넘 (입상수화제 49%)				

피리플루퀴나존 Pyrifluquinazon		작용기작	현음기관 TRPV 통로 조절
		주요 방제범위	노린재류, 일부 총채벌레류, 진딧물류, 가루이류, 깍지벌 레류
9b	pyridine azomethine		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	저
작용 기작	현음기관(곤충의 청각, 촉각, 무릎아래 반사신경)에 작용하는 TRPV(Tran- sient Receptor Potential Vanilloid) 채널을 조절하여 곤충이 청각을 잃고 둔해지고 섭취를 방해하여 기아상태가 되어 죽음		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 침투성살충제, 침달성. 곤충은 빨리 먹이 를 먹는 것을 중단함. 아세틸은 가수분해되어 생물학적 활성 물질인 퀴나졸리 논(quinazolinone) 형성함		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				○
호 환 성 정 보					
상 표 명	팡파레 (입상수화제 10%) 팡파레에스 (액상수화제 6.5%)				

아피도피로펜 Afidopyropen		작용기작	현음기관 TRPV 통로 조절
		주요 방제범위	진딧물, 가루이류
9d	pyropene		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	
작용 기작	현음기관(곤충의 청각, 촉각, 무릎아래 반사신경)에 작용하는 TRPV(Transient Receptor Potential Vanilloid) 채널을 조절하여 곤충이 청각을 잃고 둔해지고 섭취를 방해하여 기아상태가 되어 죽음		
주요 특징	비침투성 살충제로, 접촉 및 섭취를 통해 작용하며, 국소적 침달성(translaminar mobility)을 가지는 특징이 있습니다. 빠른 작용 속도로 곤충의 먹이 섭취 및 기타 행동을 방해하여 결국 굶어 죽게 만듭니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○	○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
					○(국소적)
호 환 성 정 보					
상 표 명	베르시스 (미탁제 2.5%) 세피나 (분산성액제 2.5%)				

10

응애류 생장저해

-
- 클로펜테진
 - 헥시티아족스
 - 에톡사졸
-

헥시티아зок스 Hexythiazox		작용기작	응애류 생장저해
		주요 방제범위	응애류(알, 유충, 약충, 성충)에는 효과 없으나 살란효과 있음)
10a			
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 응애생장저해	저항성	저
작용 기작	CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미치는 응애생장억제제(IGR)		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살비제(응애), 침달성. 응애의 알, 유충 및 약충에 효과 있음(성충에는 효과 없으나 처리된 암컷성충이 낳은 알은 생존할 수 없음)		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
					○
호 환 성 정 보					
상 표 명	븀 (수화제 10%)				

에톡사졸 Etoxazole		작용기작	응애류 생장저해
		주요 방제범위	응애류(알, 유충, 약충, 성충)에는 효과 없으나 살란효과 있음)
10b			
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 응애생장저해	저항성	저
작용 기작	CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미치는 응애생장억제제(IGR)		
주요 특징	접촉에 의해 활성이 있는 살비제(응애), 응애의 탈피를 억제함, 응애의 알, 유충 및 약충에 효과 있음(성충에는 효과 없으나 처리된 암컷성충이 낳은 알은 생존할 수 없음)		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	레옹, 주움 (액상수화제 10%)				

12

미토콘드리아 ATP합성효소 저해

-
- 유기주석 살선충제
 - 프로파자이트
 - 테트라디폰
-

아조사이클로틴 Azocyclotin		작용기작	미토콘드리아 ATP합성효소 저해
		주요 방제범위	응애류(모든 생육단계)
12b	organotin(유기주석)		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	미토콘드리아 ATP 합성효소를 억제하여 ATP 생산을 방해함		
주요 특징	접촉 및 잔류 활성을 가진 비침투적 살비제(응애). 가수분해되어 생물학적 활성물질인 시헥사틴(cyhexatin)을 형성.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	경농아씨틴, 드림팀, 무쇠팔, 응애킹, 페로팔 (수화제 25%) 다수왕 (액상수화제 28%)				

사이헥사틴 Cyhexatin		작용기작	미토콘드리아 ATP합성효소 저해
		주요 방제범위	응애의 운동단계(motile stages), 유충, 성충 제어
12b	organotin(유기주석)		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	미토콘드리아 ATP 합성효소를 억제하여 ATP 생산을 방해함		
주요 특징	접촉에 의해 활성화되는 비침투성 살비제(응애).		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	응골로 (수화제 25%)				

프로파자이트 Propargite		작용기작	미토콘드리아 ATP합성효소 저해
		주요 방제범위	응애류(약충, 성충)
12c	sulfite ester		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	미토콘드리아 ATP 합성효소를 억제하여 ATP 생산을 방해함		
주요 특징	주로 접촉에 의해 활성을 띠고 호흡에 의해 일부 활성을 띠는 비침투성 살비제 (응애)		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	오마이트 (수화제 30%)				

테트라디폰 Tetradifon		작용기작	미토콘드리아 ATP합성효소 저해
		주요 방제범위	응애류(유충, 약충, 알(살란효 과))
12d			
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	미토콘드리아 ATP 합성효소를 억제하여 ATP 생산을 방해함		
주요 특징	알과 모든 비성충 단계(유충, 약충)에 접촉하여 활성을 나타내는 비침투성 살 비제(응애), 암컷을 불임화시켜 생존 불가능한 알을 낳음, 식물조직내에서 지 속성이 김.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	테디온 (유제 8%)				

13

수소이온 구배형성 저해

-
- 피롤계
-

클로르페나피르 Chlorfenapyr		작용기작	수소이온 구배형성 저해
		주요 방제범위	나방류, 총채벌레류, 응애류
13	pyrrole		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	미토콘드리아에서 산화적 인산화를 연합해제(Uncouples)하여 ATP 생산을 방해하여 산소 소비 가속화		
주요 특징	살충제 및 살비제(응애) 주로 섭취에 의해 활성이지만 일부 접촉 활성이 있습니다. 침달성이 있지만 침투성은 제한적임. the N-ethoxymethyl계의 산화대사에 의해 곤충체내에서 제거되어 생물학적 활성물질인 tralopyril(CL 303268)을 형성함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(일부)	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
			○		○
호 환 성 정 보					
상 표 명	공로자, 나방앤드, 나방총, 델타스타, 미네아, 블랙원, 섹큐어, 써커데드, 아리큐어, 엔젤팜, 올래팜, 와일더, 총채도사, 총레스, 총방패, 총엔킬, 총킵, 클린메이커, 킬맥, 티큐어, 팍자바, 팜큐어, 패스트롱, 하이총, 헌티드, 화신 (액상수화제 10%) 렘페이지, 아이언맨 (유제 5%) 렘페이지, 엔젤팜 (수화제 5%)				

14

신경전달물질 수용체 통로 차단

-
- 네레이스톡신 유사체
-

카탐하이드로클로라이드 Cartap hydrochloride		작용기작	신경전달물질 수용체 통로 차단
		주요 방제범위	딱정벌레류(벼잎벌레, 벼물바구미), 나방류
14	neriestoxin analogue	저항성	
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR) 채널을 차단하여 아세틸콜린 신호전달을 방해하여 이완성 마비 유발		
주요 특징	접촉 및 섭취에 의해 활성화되는 침투성살충제. 곤충은 먹이를 먹지 않고 굶어 죽는다. 본래 독성이 있지만, 고리화를 통해 동일한 작용 부위를 가진 천연물질인 네레이스토신으로 분해된다		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보	알칼리성 살충제와 호환되지 않습니다.				
상 표 명	선문씨다, 아리칼탐, 파단 (수용제 50%) 파단 (입제 4%)				

티오사이클람하이드로젠 옥살레이트 Thiocyclam hydrogen oxalate		작용기작	신경전달물질 수용체 통과 차단
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레류(벼룩잎벌레), 일부 파리류, 총채벌레류
14	neriestoxin analogue	저항성	
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	니코틴성 아세틸콜린 수용체(nAChR) 채널을 차단하여 아세틸콜린 신호전달을 방해하여 이완성 마비 유발		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 모두 효과를 발휘하며, 제한적 이행성		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
		○			
호 환 성 정 보					
상 표 명	주무기 (수화제 25%)				

15

0형 키틴합성 저해

-
- 벤조일요소계
-

비스트리플루론 Bistrifluron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	가루이류, 나방류
15	benzoylurea	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제		
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해를 받아 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	곤충생장조절제.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
				○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	하나로 (유제 10%)				

클로르플루아주론 Chlorfluazuron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	나방류, 총채벌레류
15	benzoylurea		
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제	저항성	저
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해받을 때 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	섭취로 활성화되는 비침투성 곤충생장조절제(IGR). 탈피 방지제로, 유충과 번데기의 죽음을 초래합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	나방프리, 아타브론, 파이사 (액상수화제 10%) 아타브론 (유제 5%)				

디플루벤주론 Diflubenzuron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	나방류, 잎벌레류, 파리류
15	benzoylurea	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제		
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해받을 때 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 모두 작용하는 비침투성 살충제. 곤충의 탈피 시기나 알이 부화할 때 작용하는 곤충생장조절제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	강알칼리성 제품과는 호환되지 않습니다.				
상 표 명	디밀린 (수화제 25%) 벤티드, 엔티모, 영일슈트 (입상수화제 50%) 애버린 (액상수화제 14%)				

플루페녹수론 Flufenoxuron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	응애류(유충, 약충, 살란효과), 나방류
15	benzoylurea		
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제	저항성	저
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해를 받아 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	접촉과 섭취에 의해 활성화되는 곤충 및 응애 성장조절제. 처리된 유충은 다음 탈피 시 또는 이어지는 령기 동안 죽습니다. 처리된 성충은 생존 불가능한 알을 낳습니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	충애존, 카스케이드 (분산성액제 5%) 흥두개 (유제 5%)				

루페뉴론 Lufenuron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레류, 꽃노랑 총채벌레
15	benzoylurea	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제		
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해받아 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	주로 섭취에 의해 활성화되는 침투성 살충제. 유충은 탈피할 수 없고 먹이를 먹는 것을 중단할 수 없습니다. 또한 난소를 통해 작용하여 다산성과 알 부화를 감소시킵니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○			○	○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				○
호 환 성 정 보					
상 표 명	검투사, 나방스타, 란덴크베타, 렉스톤, 매치, 모스탄, 버거넷, 벌컨, 스마트킬, 오소독소, 워무킬, 젠도나방킬, 총저지, 파방메치, 탄생, 파밤탄, 파방메치, 포스팅, 활주로 (유제 5%) 특공대 (입상수화제 5%) 파방메치 (유탁제 5%)				

노발루론 Novaluron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레류, 파리류, 잎굴파리류
15	benzoylurea	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제		
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해를 받아 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	주로 섭취에 의해 활동하지만 일부 접촉 활동도 하는 곤충생장조절제. 비정상적인 내피 퇴적과 유산성 탈피를 유발합니다. 유충에 효과적이지만 일부 종에서는 난자 살충제이며 어떤 경우에는 다산성을 감소시킵니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
				○	
호 환 성 정 보					
상 표 명	라이몬 (액상수화제 10%)				

테플루벤주론 Teflubenzuron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	나방류, 파리류
15	benzoylurea		
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제	저항성	저
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해를 받아 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 활성화되는 침투성 곤충생장조절제입니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	노몰트 (액상수화제 5%)				

트리플루무론 Triflumuron		작용기작	0형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레류(잎벌레류)
15	benzoylurea	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제		
작용 기작	키틴 생합성이 억제되어 CHS1(키틴 합성효소 1)에 영향을 미쳐 큐티클 형성이 방해받을 때 탈피와 곤충생장조절에 영향을 미침(IGR)		
주요 특징	섭취로 활성화되는 비침투성 곤충생장조절제. 탈피를 억제합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	알시스틴 (수화제 25%)				

16

I형 키틴합성 저해

-
- 뷰프로페진
-

뷰프로페진 Buprofezin		작용기작	I형 키틴합성 저해
		주요 방제범위	벼의 매미충류, 멸구류, 가루이과, 깍지벌레과, 뿌리응애
16		저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 키틴합성억제제		
작용 기작	키틴 생합성 유형 1(동형 키틴)을 저해하여 큐티클 형성을 방해하여 탈피와 성장 조절에 영향을 미칩니다.		
주요 특징	접촉 및 섭취에 의해 활성화되는 비침투성, 지속성 살충제 및 살비제(응애). 약충과 유충의 탈피를 억제하여 사망으로 이어짐. 또한 성충의 산란을 억제함. 불임 작용(염색체 및 호르몬 이상, 수정과정에 필요한 효소 억제 등)		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	깍지스탑, 노고단 (액상수화제 40%) 히로인 (수화제 20%)				

17

파리목 곤충 탈피 저해

-
- 사이로마진
-

사이로마진 Cyromazine		작용기작	파리목 곤충 탈피 저해
		주요 방제범위	파리류
17			
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 파리목탈피저해	저항성	저
작용 기작	파리목의 탈피를 방해하여 성장을 조절하며, 알려지지 않은 표적 부위에 작용합니다.		
주요 특징	접촉에 의해 활성화되고 침투이행성, 침달성 있음. 탈피와 번데기 형성을 방해합니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○				○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	스포티지 (수화제 75%)				

18

탈피호르몬 수용체 기능 활성화

-
- 디아실하이드라진계
-

크로마페노자이드 Chromafenozide		작용기작	탈피호르몬 수용체 기능 활성화
		주요 방제범위	나방류
18	diacylhydrazine	저항성	중
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_탈피호르몬		
작용 기작	에크디손 수용체(Ecdysone receptor) 작용제로 곤충의 탈피, 섭식, 성장 조절에 영향을 미칩니다.		
주요 특징	주로 섭취에 의해 작용하지만 일부 접촉에 의한 살충 작용도 있습니다. 곤충의 탈피를 유도하며 처리된 유충은 즉시 섭식을 중단함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	맥스충 (액상수화제 5%) 하이메트릭스 (유제 5%)				

메톡시페노자이드 Methoxyfenozide		작용기작	탈피호르몬 수용체 기능 활성화
		주요 방제범위	나방류
18	diacylhydrazine	저항성	중
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 탈피호르몬		
작용 기작	에크디손 수용체(Ecdysone receptor) 작용제로 곤충의 탈피, 섭식, 성장 조절에 영향을 미칩니다.		
주요 특징	주로 섭취에 의해 작용하지만 일부 접촉 및 살란 작용이 있습니다. 뿌리에서 제한된 침투성이지만 충상 또는 사부 이동성은 없습니다. 탈피 과정을 치명적으로 가속화합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
		○(뿌리)			
호 환 성 정 보					
상 표 명	런너 (액상수화제 21%) 팔콘 (수화제 4%)				

테부페노자이드 Tebufenozide		작용기작	탈피호르몬 수용체 기능 활성화
		주요 방제범위	나방류
18	diacylhydrazine	저항성	중
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 탈피호르몬		
작용 기작	에크디손 수용체(Ecdysone receptor) 작용제로 곤충의 탈피, 섭식, 성장 조절에 영향을 미칩니다.		
주요 특징	주로 섭취에 의해 작용하지만 일부 접촉 및 살란 작용이 있습니다. 뿌리에서 제한된 침투성이지만 상하 이동성은 없습니다. 탈피 과정을 치명적으로 가속화시킴		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
		○(뿌리)			
호 환 성 정 보					
상 표 명	미믹 (액상수화제 20%) 미믹, 싸콤, 유일나방자비, 자이칸, 쾌걸 (수화제 8%) 자이칸 (유제 8%)				

19

옥토파민 수용체 기능 활성화

• 아미트라즈

아미트라즈 Amitraz		작용기작	옥토파민 수용체 기능 활성화
		주요 방제범위	응애류
19	formamidine	저항성	
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	옥토파민 수용체를 활성화시켜 과흥분을 유발합니다		
주요 특징	접촉과 호흡으로 활성을 띠는 비침투성 살비제(응애) 및 살충제. 과흥분으로 응애가 구기를 빨리 빼내고 숙주 동물에서 떨어지는 방출효과(expellant effect) 보임. 가수분해되어 생물학적으로 활성인 종인 해당 아미딘(amidine)을 형성합니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	알칼리성 물질, 파라티온 등과는 혼합할 수 없습니다				
상 표 명	마이센, 마이탁, 크로마이트, 킬마이 (유제 20%)				

20

전자전달계 복합체 III 저해

-
- 아세퀴노실
 - 비페나제이트
-

아세퀴노실 Acequinocyl		작용기작	전자전달계 복합체 III 저해
		주요 방제범위	응애류(모든 생육단계)
20b	quinone		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	BC 1 (복합체 III) 의 Qo(외부 퀴논) 결합 부위에서 유비퀴놀 산화효소를 억제하여 미토콘드리아 전자 전달을 억제(MET III)합니다 .		
주요 특징	비침투성 살비제(응애) 및 살충제로 주로 접촉에 의해 활성을 띠지만 섭취에 의해 제한된 활성을 가짐. 가수분해(탈에스테르화)하여 생물학적으로 활성 물질인 히드록시나프토퀴논을 형성함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○(일부)				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보	강알칼리성 물질에는 적합하지 않습니다.				
상 표 명	가네마이트 (액상수화제 15%)				

비페나제이트 Bifenazate		작용기작	전자전달계 복합체 III 저해
		주요 방제범위	응애류(알, 생육단계)
20d			
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	BC 1 (복합체 III) 의 Q _o 부위 억제를 통한 미토콘드리아 전자 전달 억제(MET III) .		
주요 특징	주로 접촉에 의해 작용하며 잔류 기간이 긴 비침투적 살비제(응애)입니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	아크라마이트 (액상수화제 23.5%)				

21

전자전달계 복합체 I 저해

-
- METI 살비제 및 살충제
-

페나자퀸 Fenazaquin		작용기작	전자전달계 복합체 I 저해
		주요 방제범위	응애류(유충, 약충, 성충, 살란효과)
21a	quinazoline		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	NADH-유비퀴논 산화환원효소(복합체 I) 부위에서의 미토콘드리아 전자전달 억제(MET I)		
주요 특징	미성숙단계(약충 및 유충), 성충 응애에 대한 접촉 및 섭취 활성화와 알에 대한 접촉 활성을 가진 살비제(응애) 및 살충제. 24시간 이내에 녹다움됨. 응애 알의 부화를 방지함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	블루터치, 워나란, 응애단 (유제 10%) 응애단 (액상수화제 20%)				

펜피록시메이트 Fenpyroximate		작용기작	전자전달계 복합체 I 저해
		주요 방제범위	응애류(성충, 약충 및 유충) * 약충에 대한 약간의 탈피억제작용 있음
21a			
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	NADH-유비퀴논 산화환원효소(복합체 I) 부위에서의 미토콘드리아 전자전달 억제(MET I)		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성이 있는 비침투성 살비제(응애). 유충, 약충 및 성충에 대한 빠른 녹다운 활동. 또한, 약충에 대한 약간의 탈피억제작용 있음		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	살비왕 (액상수화제 5%)				

피리다벤 Pyridaben		작용기작	전자전달계 복합체 I 저해
		주요 방제범위	응애(모든 생육단계에 활성 있으나 특히 유충 및 약충 단계에 활성을 나타냄), 가루이류, 진딧물류, 매미충류, 총채벌레류
21a			
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	NADH-유비퀴논 산화환원효소(복합체 I) 부위에서의 미토콘드리아 전자전달 억제(MET I)		
주요 특징	성충에 접촉 및 섭취 시 활성을 나타내는 비침투성 살충제 및 살비제(응애), 유충 및 약충에 접촉 시 활성을 나타내며 빠른 녹다운 및 잔효성 있음. 모든 발달 단계, 특히 유충 및 약충 단계에 활성을 나타냅니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	가루스타, 바로다이, 바로충, 산마루, 스파이트 (수화제 20%) 금맥 (액상수화제 20%) 내비충, 램제트, 무대포, 폴리아, 알지오 (유탁제 10%) 다조타, 딥스툼, 스파이트 (유제 20%)				

테부펜피라드 Tebufenpyrad		작용기작	전자전달계 복합체 I 저해
		주요 방제범위	응애(모든 생육단계, 살란효과)
21a	pyrazolecarboxamide		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	NADH-유비퀴논 산화환원효소(복합체 I) 부위에서의 미토콘드리아 전자전달 억제(MET I)		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 비침투성 살비제(응애)이며, 침달성이 있어 잎의 아랫면에 산란되는 응애 알의 발달을 억제합니다		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
					○
호 환 성 정 보					
상 표 명	피라니카 (유제 10%)				

22

전위 의존 Na 통로 차단

-
- 옥사디아진계
 - 세미카르바존계
-

인독사카브 Indoxacarb		작용기작	전위 의존 Na 통로 차단
		주요 방제범위	나방류, 파리류
22a	oxadiazine		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	곤충의 나트륨 통로로 나트륨이 유입되면서 막 전위를 더 양성으로 만들어 축살돌기를 따라 신호를 전파하는데 해당 작용기작은 나트륨 채널을 차단하여 신경 작용 전위를 차단하여 곤충의 마비를 일으킴		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 비침투성 살충제. 곤충은 섭식을 멈추고, 행동력이 저하되고 마비되어 궁극적으로 죽음에 이름. N-카르복시메틸계(N-carboxymethyl)의 가수분해 및 탈탄산화는 생물학적 활성물질인 요소(urea)의 형성을 초래합니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	광충탄, 그랜저, 나방카트, 데스킬, 블랙폭스, 스투어드울트라, 스파링, 아리인독사, 총킬러, 킬마크, 킬버튼, 트랩킹, 파라독스 (액상수화제 5%) 광충탄, 노모스, 더블체크, 더슬램, 독사이진, 라이트온, 맥소미드, 베네스트, 서머리, 셀파, 스파링, 싸이보그, 아바타, 아크모스, 충멸탄, 토르, 투산, 파이터 (입상수화제 30%) 스파링, 암메이트 (수화제 10%) 암메이트에스 (유제 15.84%) 어바운드 (분산성액제 5%)				

메타플루미존 Metaflumizone		작용기작	전위 의존 Na 통로 차단
		주요 방제범위	나방류, 딱정벌레류(벼룩잎벌레), 파리류
22b	semicarbazone		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	저
작용 기작	곤충의 나트륨 통로로 나트륨이 유입되면서 막 전위를 더 양성으로 만들어 축살돌기를 따라 신호를 전파하는데 해당 작용기작은 나트륨 채널을 차단하여 신경 작용 전위를 차단하여 곤충의 마비를 일으킴		
주요 특징	비침투성 살충제로 주로 섭취에 의해 활성화됩니다. 곤충은 부속기에서 시작하여 마비를 보이며, 섭식을 중단하는 것으로 마무리되는데, 이는 일반적으로 해충 종에 따라 처리 후 15분에서 12시간 사이에 시작됩니다. 곤충은 1~72시간 후에 죽음에 이릅니다		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	가수나방방 (입상수화제 15%) 벨스모 (유제 20%) 엘버드 (액상수화제 20%)				

지질생합성 저해

-
- 테트론산 및 테트라산 유도체
-

스피로디클로펜 Spirodiclofen		작용기작	지질생합성 저해
		주요 방제범위	응애(알, 유약충 / 성충은 불임효과)
23	tetronic acid		
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 지질생합성저해	저항성	저
작용 기작	곤충 체내에서 지질 생합성 과정 중 ACCase(acetyl CoA carboxylase: 아세틸-CoA 카복실화효소) 기능을 저해하여 아세트산이 지방산으로 흡수되는 것을 억제하고 새로운 세포막을 만드는 데 사용되는 인지질 생성을 차단하여 곤충의 불완전한 탈피와 탈수를 초래함		
주요 특징	접촉에 의해 활성이 있는 비침투성 살비제(응애). 알, 약충, 성충을 포함한 응애의 모든 발달 단계를 제어합니다. 가수분해되어 생물학적 활성물질인 테트론산(tetronic acid)을 형성합니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○				○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	시월애 (수화제 36%) 진격 (액상수화제 22%)				

스피로메시펜 Spiromesifen		작용기작	지질생합성 저해
		주요 방제범위	가루이류 및 응애(모든 생육 단계, 알은 부화억제, 성충은 불임효과)
23	tetronic acid	저항성	저
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 지질생합성저해		
작용 기작	곤충 체내에서 지질 생합성 과정 중 ACCase(acetyl CoA carboxylase: 아세틸-CoA 카복실화효소) 기능을 저해하여 아세트산이 지방산으로 흡수되는 것을 억제하고 새로운 세포막을 만드는 데 사용되는 인지질 생성을 차단하여 곤충의 불완전한 탈피와 탈수를 초래함		
주요 특징	접촉에 의해 활성이 있는 비침투성 살비제(응애) 및 살충제. 가루이와 응애의 발달과 번식력에 영향을 미치는 살충제입니다. 가수분해되어 생물학적 활성물질인 테트론산(tetronic acid)을 형성합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○				○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	마이트킬, 지존 (액상수화제 20%) 오베론 (수화제 20%)				

스피로피디온 Spiropidion		작용기작	지질생합성 저해
		주요 방제범위	흡즙성 해충(예: 가루이류, 진딧물류, 깍지벌레류 등)
23	tetramic acid		
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 지질생합성저해	저항성	저
작용 기작	곤충 체내에서 지질 생합성 과정 중 ACCase(acetyl CoA carboxylase: 아세틸-CoA 카복실화효소) 기능을 저해하여 아세트산이 지방산으로 흡수되는 것을 억제하고 새로운 세포막을 만드는 데 사용되는 인지질 생성을 차단하여 곤충의 불완전한 탈피와 탈수를 초래함		
주요 특징	주로 섭취에 의해 활성이 있는 살충제입니다. 가수분해되어 생물학적 활성물질인 테트라믹산(tetramic acid)을 형성합니다. 테트라믹산은 체관 및 물관부 모두에서 이동함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	엘레스탈 (입상수화제 54(24+30)%)				

스피로테트라맷 Spirotetramat		작용기작	지질생합성 저해
		주요 방제범위	흡즙성해충(예: 가루이류, 진딧물류, 깍지벌레류) * 일부 응애류 및 총채벌레류
23	tetramic acid		
작용 부위	IGR(곤충생장조절제)_ 지질생합성저해	저항성	저
작용 기작	곤충 체내에서 지질 생합성 과정 중 ACCase(acetyl CoA carboxylase: 아세틸-CoA 카복실화효소) 기능을 저해하여 아세트산이 지방산으로 흡수되는 것을 억제하고 새로운 세포막을 만드는 데 사용되는 인지질 생성을 차단하여 곤충의 불완전한 탈피와 탈수를 초래함		
주요 특징	주로 섭취에 의해 활성이 있는 침투성 살충제입니다. 잎에 침투한 후 탈에스테르화되어 생물학적 활성물질인 테트라믹산(tetramic acid)을 형성합니다. 테트라믹산은 체관 및 물관부 모두에서 이동하며, 침달성 있음. 알과 유충에 영향을 미치며, 성충의 번식력에 추가적으로 영향을 미칩니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○	○		○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	모대스, 모벤토, 진시왕, 칼레토, 킬링샷, 킬포인트 (액상수화제 22%)				

24

전자전달계 복합체Ⅳ 저해

-
- 인화물계
-

알루미늄포스파이드 Aluminium phosphide		작용기작	전자전달계 복합체Ⅳ 저해
		주요 방제범위	검역 및 저장해충(바구미류, 딱정벌레류)
24a	inorganic		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	중
작용 기작	시토크롬 c 산화효소(COX, 복합체 IV) 억제를 통한 미토콘드리아 전자전달 억제(MET IV).		
주요 특징	훈증제. 호흡기, 대사 및 신경 독. 생물학적 활성물질인 포스핀, 암모니아 및 이산화탄소 불연성 혼합물을 진화시킨다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	에피흠, 에코베이포 (훈증제 56%)				

마그네슘포스파이드 Magnesium phosphide		작용기작	전자전달계 복합체Ⅳ 저해
		주요 방제범위	검역 및 저장해충
24a	inorganic		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	중
작용 기작	시토크롬 c 산화효소(COX, 복합체 IV) 억제를 통한 미토콘드리아 전자전달 억제(MET IV).		
주요 특징	훈증제. 호흡기, 대사 및 신경 독. 생물학적 활성물질인 포스핀을 방출합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	마그나포스 (판상훈증제 56%)				

포스핀 Phosphine		작용기작	전자전달계 복합체Ⅳ 저해
		주요 방제범위	검역 해충
24a	inorganic		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	중
작용 기작	시토크롬 c 산화효소(COX, 복합체 IV) 억제를 통한 미토콘드리아 전자전달 억제(MET IV).		
주요 특징	훈증제		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	비바킬 (훈증제 2%)				

25

전자전달계 복합체 II 저해

-
- 베타 케토니트릴 유도체
 - 카복시닐라이드
-

사이에노피라펜 Cyenopyrafen		작용기작	전자전달계 복합체 II 저해
		주요 방제범위	응애류
25a	beta-ketonitrile		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	숙신산 탈수소효소(SDHI, 복합체 II) 억제를 통한 미토콘드리아 전자전달 억제(MET II).		
주요 특징	접촉에 의해 활성이 있는 살충제. 가수분해되어 생물학적 활성 물질인 enol(에놀)을 형성합니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○			○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	쇼크 (액상수화제 25%)				

사이플루메토펜 Cyflumetofen		작용기작	전자전달계 복합체 II 저해
		주요 방제범위	응애류(성충, 살란효과)
25a	beta-ketonitrile		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	숙신산탈수소효소(SDHI, 복합체 II) 억제를 통한 미토콘드리아 전자전달 억제 (MET II).		
주요 특징	주로 접촉에 의해 활성화되는 비침투성 살비제(응애), 처리된 성충은 24시간 이내에 완전히 마비되고, 부분적으로 살란 효과도 있으며, 알에서 부화한 응애는 그 직후에 죽습니다. 에스테르가 가수분해 및 탈탄산화 되어 생물학적 활성 물질인 beta-keto nitrile(베타-케토 니트릴)을 형성합니다.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	응원 (분산성액제 10%)				

피플루부마이드 Pyflubumide		작용기작	전자전달계 복합체 II 저해
		주요 방제범위	응애류(모든 생육 단계)
25b	carboxanilide		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	숙신산 탈수소효소(SDHI, 복합체 II) 억제에 의한 미토콘드리아 전자전달 억제(MET II)		
주요 특징	살비제(응애). 아이소부틸계(isobutyry) 탈아실화에 의해 가수분해되어 생물학적 활성물질인 2차 아미드를 형성합니다. 응애의 모든 단계에서 활성입니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○			○	○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	노블레스 (액상수화제 10%)				

28

라이아노딘 수용체 조절

-
- 디아마이드계
-

클로란트라닐리프로 Chlorantraniliprole		작용기작	리아노딘 수용체 조절
		주요 방제범위	주로 나방류, 일부 딱정벌레류, 파리류
28	diamide	저항성	중
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	칼슘 방출 채널의 리아노딘 수용체(ryanodine receptors) 활성화로 인한 수축 및 마비 유발		
주요 특징	주로 섭취에 의해, 그리고 2차적으로 접촉에 의해 활동하는 침투성살충제, 침투이행성, 침달성, 곤충은 전반적인 무기력증과 근육 마비를 보이며, 빠르게 먹이를 멈추고 궁극적으로 죽는다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	농테크, 알타코아 (입상수화제 5%) 눈깜짝 (정제상수화제 20%) 아셀레프린, 총통령 (입제 0.2%) 아셀레프린, 코세이어 (액상수화제 18.35%) 프레바톤 (수화제 4%)				

사이안트라닐리프롤 Cyantraniliprole		작용기작	라이아노딘 수용체 조절
		주요 방제범위	나방류, 가루이류, 잎굴파리류, 잎벌레류(벼룩잎벌레 등), 진딧물류
28	diamide		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	칼슘 방출 채널의 리아노딘 수용체(ryanodine receptors) 활성화로 인한 수축 및 마비 유발		
주요 특징	주로 섭취에 의해 활성이지만 접촉에 의해서도 활성을 보이는 침투성살충제. 해충 종에 따라 살란, 살유충 및 살성충 효능을 보입니다. 노출 후 몇 시간 이내에 섭식을 중단하지만 사망까지 걸리는 시간은 3~6일이 걸릴 수 있음.		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○(제한적)	○	○			
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○			○	○
호 환 성 정 보					
상 표 명	베리마크 (액상수화제 18.66%) 엑시렐 (유현탁제 10%) 토리치 (분산성액제 5%) 프로큐어 (유제 5%) 싸이갑 (유상수화제 10.26%)				

사이클라닐리프롤 Cyclaniliprole		작용기작	리아노딘 수용체 조절
		주요 방제범위	나방류
28	diamide		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	칼슘 방출 채널의 리아노딘 수용체(ryanodine receptors) 활성화로 인한 수축 및 마비 유발		
주요 특징	접촉과 섭취를 통해 유충과 성충 모두에 작용하는 침투성살충제, 침달성. 빠르게 작용하고 잔류 기간이 길다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				○
호 환 성 정 보					
상 표 명	라피탄, 사이탄 (액제 4.5%)				

플루벤디아마이드 Flubendiamide		작용기작	리아노딘 수용체 조절
		주요 방제범위	나방류
28	diamide		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	중
작용 기작	칼슘 방출 채널의 리아노딘 수용체(ryanodine receptors) 활성화로 인한 수축 및 마비 유발		
주요 특징	주로 섭취를 통해 활성화되는 침투성살충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○		○		
호 환 성 정 보					
상 표 명	빅뱅 (유제 2%) 애니충, 에어포스 (액상수화제 20%)				

테트라닐리프로롤 Tetraniliprole		작용기작	리아노딘 수용체 조절
		주요 방제범위	나방류, 벼룩잎벌레, 파리류, 딱정벌레
28	diamide	저항성	중
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	칼슘 방출 채널의 리아노딘 수용체(ryanodine receptors) 활성화로 인한 수축 및 마비 유발		
주요 특징	섭취를 통해 곤충의 근육 조절 능력을 상실시키고 곤충을 움직이지 못하게 함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	바이고 (액상수화제 18.18%)				

현음기관 조절 - 정의되지 않은 작용점

• 플로리카미드

플로니카미드 Flonicamid		작용기작	현음기관 조절 - 정의되지 않은 작용점
		주요 방제범위	진딧물류, 기타 흡즙해충
29	nicotinamide		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	저
작용 기작	내인성 TRPV 조절제 니코틴아마이드(nicotinamide)를 분해하는 니코틴아마이드 분해효소의 억제로 인해 먹이 섭취 중단 및 기타 행동이 발생합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화되는 침투성 살충제, 침달성, 섭식을 억제하고 장기적인 제어를 제공합니다. 농약 촉진제로 여겨짐 - 시아노메틸기를 잃어서 비치환 아미드인 생물학적 활성물질인 플루메트니카(flumetnicam, TFNA-AM 이라고도 함)을 형성함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○			○	
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				○
호 환 성 정 보					
상 표 명	노믹스, 록키, 만능키, 보스카, 세티스, 세티프로, 실버로드, 쌍투스, 쓸라원, 애피드킬, 유단자, 인섹타, 진디충, 총대포, 총팡, 플로니카, 한판승 (입상수화제 10%) 세티스, 투심 (입제 2%) 핵사곤 (입상수용제 50%)				

30

GABA 의존 Cl 통로 조절

-
- 메타-디아미드계
 - 이속사졸린계
-

브로플라닐라이드 Broflanilide		작용기작	GABA 의존 Cl 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 잎벌레류, 굴파리류, 일부 총채벌레류
30	meta-diamide		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	
작용 기작	알로스테릭 부위에서 GABA(감마 아미노 부티르산) 활성화 염화물 채널을 억제하여 과흥분 및 경련을 유발합니다.		
주요 특징	생물학적으로 활성화된 물질은 N-탈메틸화된 2차 아미드(N-demethylated secondary amide)입니다.		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
			우수		우수
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	메디충 (입상수화제 5%) 모스킬 (액상수화제 5%) 제라진 (유제 5%) 신드롬 (액상수화제 25%)				

플룩사메타마이드 Fluxametamide		작용기작	GABA 의존 Cl 통로 조절
		주요 방제범위	나방류, 총채벌레류, 응애류
30	isoxazoline		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	
작용 기작	알로스테릭 부위에서 GABA(감마 아미노 부티르산) 활성화 염화물 채널을 억제하여 과흥분 및 경련을 유발합니다.		
주요 특징	접촉과 섭취 모두에 의해 활성화 되는 살충제		

주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	다트룰 (유탁제 4.5%) 액스라지 (액상수화제 7%) 캡틴 (유제 9%) 토르모스 (입상수화제 40%)				

아이소사이클로세람 Isocycloseram		작용기작	GABA 의존 Cl 통로 조절
		주요 방제범위	응애류, 딱정벌레류, 파리류, 나비류, 노린재류, 총채벌레류
30	isoxazoline	저항성	
작용 부위	신경 및 근육저해		
작용 기작	알로스테릭 부위에서 GABA(감마 아미노 부티르산) 활성화 염화물 채널을 억제하여 과흥분 및 경련을 유발합니다.		
주요 특징	광범위 살충제로 접촉독 및 섭식독으로 활성을 나타냄		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		○
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	인시피오 (액상수화제 18.3%)				

칼슘 활성화 칼륨 채널(KCA2) 조절

-
- 아사이노나피르
-

아사이노나피르 Acynonapyr		작용기작	칼슘 활성화 칼륨 채널 (KCA2) 조절
		주요 방제범위	응애류
33			
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	
작용 기작	KCa2 채널 수용체를 조절하여 과흥분과 경련을 유발		
주요 특징	응애류에 선택적으로 작용하며 알부터 성충까지 전세대에 효과적임		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○	○		○		
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
					○
호 환 성 정 보					
상 표 명	다이마이트 (분산성액제 20%) 마이트킹 (액상수화제 20%)				

미토콘트리아 복합체 III 전자 수송 억제제-Qi사이트

• 플로메토퀸

플로메토퀸 Flometoquin		작용기작	미토콘드리아 복합체 III 전자 수송 억제제-Qi사이트
		주요 방제범위	진딧물류, 가루이류, 나방류, 총채벌레류
34			
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	cytochrome bc1(복합체 III)의 Qi(내부 퀴논) 결합 부위에서 유비퀴논(ubi-quinone: 체내의 산화 및 환원 반응에 관여하여 전자를 전달하는 물질로서, 동식물 및 미생물의 미토콘드리아 내막에서 빠르게 확산하는 지용성(소수성) 보조효소) 억제로 인한 미토콘드리아 전자 전달 억제(MET III)		
주요 특징	접촉독을 통한 해충의 에너지 생합성을 저해해 움직임, 섭식, 소화기관을 차단하는 작용기작		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	총알탄 (액상수화제 10%)				

36

척삭 기관 조절제- 정의되지 않은 표적 부위

-
- 피리디아진 피라졸카복사아마이드계
-

딤프로피리다즈 Dimpropyridaz		작용기작	척삭 기관 조절제-정의되지 않은 표적 부위
		주요 방제범위	진딧물류, 가루이류
36	pyrazolecarboxamide		
작용 부위	신경 및 근육저해	저항성	
작용 기작	현음기관(곤충의 청각, 촉각, 무릎아래 반사신경)에 작용하는 TRPV(Transient Receptor Potential Vanilloid) 채널을 상류의 신호를 차단		
주요 특징	곤충의 움직임이 더뎠고 먹이를 먹을 수 없게 됩니다. N- 에틸 그룹을 잃고 대사되어 생물학적 활성물질인 2차 아미드를 형성합니다		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
	○				
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
호 환 성 정 보					
상 표 명	두레온 (입제 1.5%) 이피콘 (분산성액제 10%) 카드리온 (액제 10%)				

37

호흡저해 복합체 II 의 숙신산 탈수소효소저해

-
- 피리디날에틸벤자마이드계
-

사이클로부트리플루람 Cyclobutrifluram		작용기작	
		주요 방제범위	선충류
N-3 (FRAC 7)	pyridinylethylbenzamide		
작용 부위	호흡기 저해	저항성	
작용 기작	숙신산 탈수소효소(SDHI, 복합체 II) 억제제를 통한 미토콘드리아 전자전달 억제(MET II).		
주요 특징	선충의 침입과 이동, 번식을 차단하며, 알부터 성충까지 전 생육기 방제가 가능함		

 주요 특징 요약

접 촉	소화중독	침투성	속효성	지효성	잔효성
○					
침 투 성 구 분	침투성	선택적 침투	국소적 침투	침투이행	침달성
	○				
호 환 성 정 보					
상 표 명	바니바 (액상수화제 38.4%) 바니바 (입제 0.25%)				

부 록

농약을 물에 희석하여 살포액을 만드는 방법에는

- 1) 배액
- 2) 퍼센트(%)액
- 3) 피피엠(ppm)액 등 여러가지 조제방법이 있음
→ 약제를 중량으로 계산하여 조제를 원칙

🔍 배액 조제법

- 배액은 용량배수로 조제하는 방법
- 농약살포액 제조법

$$\text{소요농약량(mL, g)} = \text{소요살포량(mL)} \div \text{희석배수}$$

예) 페니트로티온 유제(50%)를 1,000배 희석하여 10당 8말 (160 l)을 살포하려고 할 때
페니트로티온 유제의 소요량(mL,g) = 160 l × 1,000 ÷ 1,000(배) = 160mL

🔍 퍼센트액 조제법

- 약제에 함유된 유효성분(주성분)의 백분율로 조제하는 방법
- 농약살포액 제조법

$$\text{소요농약량(mL,g)} = \text{추천농도(\%)} \times \text{소요살포량(mL)} \div \text{농약 주성분 규격(\%)} \times \text{비중}$$

예) 비중 1.15인 페니트로티온 유제(50%)를 0.05%액으로 조제하여 10a당 5말(100 l)을 살포하고자 할 때

$$\text{소요농약량(mL)} = 0.05 \times 100,000 \times 1,000 \div 50 \times 1.15 = 87\text{mL}$$

🔍 피피엠(ppm)액 조제법

- 농약의 피피엠액 조제는 주로 실험실내에서 조제하는 것으로 다음과 같이 소요 농약량을 산출

- 농약살포액 제조법

$$\text{소요 농약량(ml,g)} = \text{추천농도(ppm)} \times \text{소요살포량(ml)} \times \text{비중} \div 1,000,000 \times 100 \div \text{농약의 규격(\%)}$$

* **추천농도란(ppm)?** 등록 농약의 규격(%)/희석배수 \times 10,000

예) 에마멕틴벤조에이트 유제 2.15%가 2,000배로 등록되어 있을 때

$$\text{추천농도(ppm)} = 2.15\% / 2,000\text{배} \times 10,000 = 10.75(\text{ppm})$$

국내 주요 살충제의 특성과 이해



발행일	2024년 12월
발행인	국립농업과학원장 이승돈
감 수	국립농업과학원 농산물안전성부장 이상만
편집 및 기획	국립농업과학원 독성위해평가과장 유오종
집필인	국립농업과학원 독성위해평가과 김민주, 문병철, 홍순성, 이영식, 김재덕, 김성빈, 이현준, 이경민, 임영주
발행처	농촌진흥청 국립농업과학원 독성위해평가과 55365 전북특별자치도 완주군 이서면 농생명로 166
인쇄처	(주)문영당
발간등록번호	11-1390802-001809-01
ISBN	978-89-480-8603-4 93520