

세계의 인구문제는 기아(飢餓)와 관계를 맺고 있으며 이러한 문제를 풀기 위해 우리 인간은 많은 노력을 하고 있다. 이것은 인간의 생존과 관계가 있기 때문이다. 곤충(昆蟲)은 인간에 심각한 질병을 일으키는 미생물의 매개체(媒介體) 역할도 하고 또는 식량자원에 대한 인간의 가장 큰 경쟁자이기도 하다. 곤충도 생물이므로 식량자원이 절대적으로 필요하다. 이러한 곤충을 효과적으로 방제하기 위해서 화학살충제를 사용해 왔으나 지난 20여년을 돌이켜 보면 이러한 살충제의 사용은 재고되어야 할 많은 문제가 남아 있다. 화학살충제의 장기 사용으로 많은 농업 또는 병원성 곤충들이 저항성을 가지게 되었다. 농부나 보건관계에 종사하는 사람들은 이러한 곤충을 방제하기 위해서 화학살충제를 끊임없이 개발하여 사용해 왔다. 이러한 살충제의 사용에 드는 비용도 증가해 왔고, 더우기 농약의 오염 및 남용은 토양, 어류 또는 식물의 화학살충제의 누적을 초래 심각한 영향을 갖게 되는 것도 발견했다. 이러한 오염은 많은 지역에서 자연환경을 파괴했으며 대중에게 심각한 불안과 분노를 갖게끔 했다. 여러 과학자들이 이러한 문제의 심각성을 상세히 시술한 바 있으며 우리나라

건국대학교 생물학과 교수 이형환

□ 곤충바이러스의 연구현황과 전망 □

미생물 살충제의

특성과 전망

(1)

에서도 최근에 환경청(環境廳) 등의 연구기관에서 농약에 관한한 아직 안전수준이 지만 환경오염(環境汚染)의 심각성을 많이 조사한 바 있다. 이러한 저항성의 증가등에 대한 문제를 해결하기 위해서 새로운 안전한 해충방제 방법을 추구하게 되었다. 한가지 희망적인 것이 곤충바이러스, 곰팡이, 박테리아 및 원생동물(原生動物)을 이용하여 만든 미생물(微生物)살충제의 이용이다.

특히, 곤충바이러스는 곤충의 인시강(鱗翅類)에서 발견되었는데 곤충의 종(種)에 대한 감염특이성(感染特異性)이 강하고, 인시류(鱗翅類)의 유충에 감염성이 매우 높기 때문에 해충방제를 위하여 매우 적합한 것으로 연구결과가 나타났으며 선진국에서는 바이러스 살충제가 대량생산 되어 시판(市販)이 되고 있다.

박테리아를 이용한 것은 막대상균인 바이러스 균(菌)들이 만드는 독성물질(毒性物質)은 곤충의 유충에 살충효과가 크고 숙주 범위가 비교적 넓다.

곰팡이간에는 곤충의 표면이나 내면에 기생(寄生)하여 곤충을 죽이는 것이 있다.

본 논문에서는 앞에서 설명한 살사미생물들의 특성과 제반이용 가치에 대하여 기술을 하고자 한다.

곤충바이러스의 특성과 이용

(1) 분 류

농업적으로 중요한 곤충과 진드기로부터 400종 이상의 곤충바이러스가 분리되었다는데 이 중에서 바클로바이러스는 염색체가 DNA인 「제놈」을 가지고 있는 바이러스이다. 바클로바이러스의 특수성이 이들을 비전통적인 해충조절제로서 사용하는데 이러한 가능성이 바클로바이러스의 기초분자생물학에 관한 연구를 자극시키기도 했다.

바클로바이러스의 3가지 아군은 바이러스가 핵내에서 봉합되는 형태적 특징에 따라 정의할 수 있다.

제 1 군은 핵다각바이러스이며 이 군에서는 다발을 형성한 바이러스 입자(粒子)들이 큰 다각형 결정담백체속으로 봉입이 된다.

제 2 군은 한개의 바이러스 입자가 원통형을 봉합체 속에 봉입된 것이 특징이며 과립 바이러스다.

제 3 군은 바클로바이러스 형태를 갖고 있으나 담백질 결정체내에 흡수되지 않는 바이러스를 말한다.

오염 · 저항성문제 해결 가능

바클로바이러스에 대한 초기 연구

는 감염된 곤충의 봉합체형성과 바이러스가 일으키는 곤충의 질병적인 면을 보여주고 있다. 예를들면 알파알파자벌레로부터 분리된 다면체의 바이러스는 알파알파자벌레 핵다각 바이러스라고 불리운다.

지난 10년동안 바클로바이러스의 포괄적인 연구가 해충방제를 위한 목적으로 진행되었다. 화학살충제의 부분별한 과용은 심각한 해로운 환경요인을 가져왔고 화학살충제에 저항성이 있는 곤충을 초래케했으며 이들을 조절하기 위하여서는 더욱 많은 화학살충제와 돈이 집중적으로 필요하게 될 것이다. 다양한 곤충구제방법(驅除方法) 중에서 새로운 살충제로서의 바클로바이러스의 사용은 화학살충제를 대체할 수 있는 가능성을 보이고 있다. 많은 바클로바이러스들이 이미 농장에서 성공적으로 사용되었으며, 그리고 여러종간의 살충제가 여러 국가에서 생산이 되어 사용되고 있다.

(2) 감염경로 및 살상경로

바클로바이러스의 곤충감염경로 및 곤충의 살상경로(殺傷經路)는 감염된 곤충 혹은 감염된 세포의 전자현미경적 연구를 통하여 이루어졌다. 곤충은 정상적인 식물의 잎에 붙어있는 바이러스 봉합체를 섭취함

으로써, 혹은 감염되어 죽은 곤충에 있는 것을 먹음으로써 감염된다.

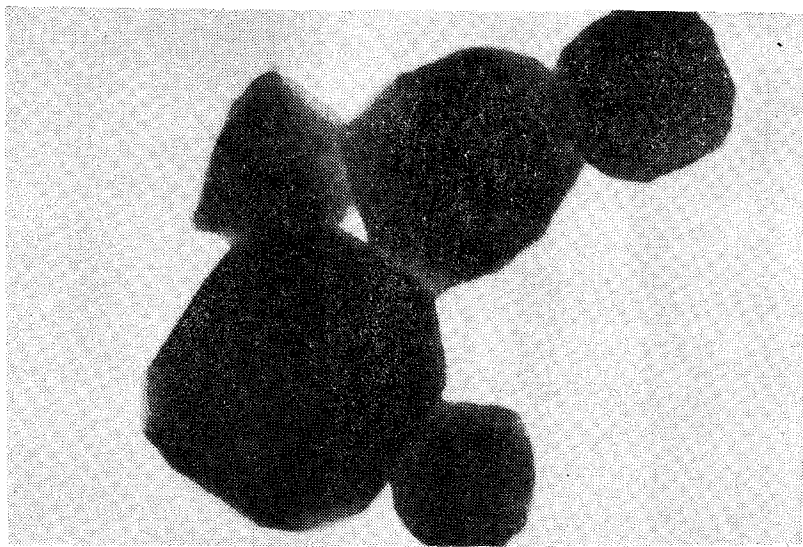
腸內 pH차이로 봉합체 분해

곤충 장내의 pH는 알칼리 상태이므로 봉합체는 분해되고 쌓여있던 바이러스 입자는 방출된다. 바이러스의 막은 곤충 장내 원추세포(圓錐細胞)의 용모 세포막과 융합하여 바이러스 핵단백질체가 세포내로 들어가서 분열, 증식을 한다.

후손 Virus가 체액따라 순환

후손 바이러스중에 비봉합바이러스가 생기면 이것은 곤충의 체액 순환계를 따라 체내의 지방세포등에 재감염되고 다시 몸전체로 퍼져서 증식한다. 일반적인 감염을 일으키는 비봉합바이러스 입자의 보유고로서 작용하는 듯하다. 그런데 여기서 후손 바이러스들이 흡수되게 된다. 이것은 적어도 두 가지의 감염성 바이러스가 형성된다는 것을 보여주고 있는데 즉, 곤충의 중장세포(中腸細胞)에 감염 후 체계적인 감염에 관여하는 비봉합바이러스와 감염을 다른 곤충에 전달하는데 관여하는 봉합바이러스이다.

양배추자벌레 혹은 각각의 곤충의 계대세포를 사용하여 번식 가능한



◇ 곤충바이러스 봉입체의 전자현미경 사진. 이것이 살충제로 사용된다.

실험실 상태에서 핵다각바이러스의 感染週期를 연구하는 것이 가능하기 때문에 특별히 유용하다. 그러나 어떠한 특정한 계대세포도 과립상 바이러스를 증식시키지는 않는다.

감염 2시간후면 단백질막 붕괴

일반적으로 곤충의 감염된 細胞와 감염된 培養細胞를 전자현미경을 이용하여 관찰할 수 있다. 바이러스의 세포내로의 침투와 단백질막의 붕괴는 감염후 2시간내에 일어난다. 이 다음에 6~8시간의 증식기간이 온

다. 이렇게 하여 생긴 바이러스 입자는 핵막을 통과시키고 다시 세포막을 통과하여 돌출함으로써 外喪膜을 얻게되며 감염 후 18시간 후부터는 핵 내에서 막의 生成成이 시작된다. 핵막의 일부가 아닌 이러한 막들은 한개의 바이러스 입자에 여러개의 다발을 쌓은 바이러스를 형성하고 감염 후 마지막 시간까지 봉합체단백질에 봉입되어서 성숙한 봉합체로 된다. 비봉합 바이러스의 생성은 봉합이 되면서 멈춘다. 완전한 상태의 봉합체는 배양 세포에서는 감염되지 않는데 이것은 아마도 세

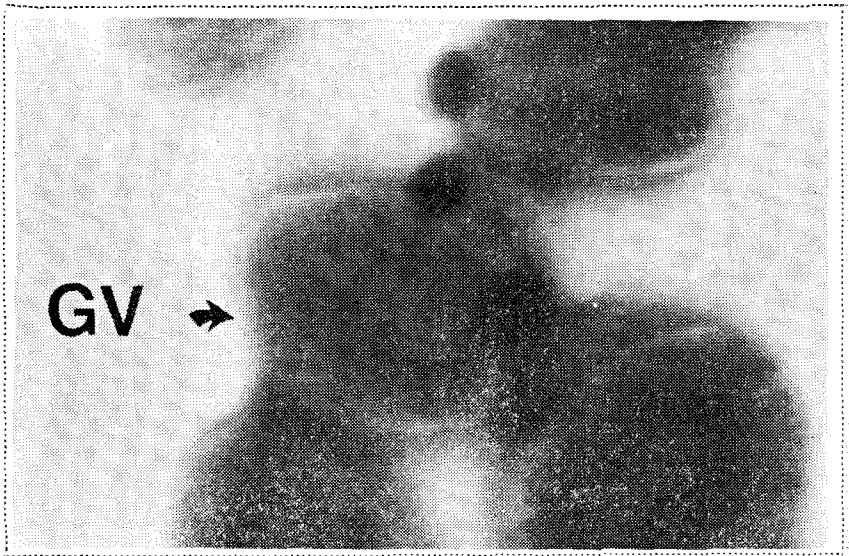
포들이 방어적인 봉합체단백질을 용해하지 못하기 때문이다. 그러므로 감염된 곤충의 혈액과 비봉합바이러스가 있는 세포 배양액을 감염원으로 사용한다.

(3) 제품 및 살포량

바클로바이러스의 봉합체가 살충제로 만들어진다. 봉합체를 대량으로 생산하는 방법은 곤충을 대량 사육하여 바이러스를 감염시키는 방법과 감수성 세포를 대량 배양하여 감염시킨후 봉합체를 분리해 내는 방법이 있다.

봉합체, 15년이상 감염성유지

봉합체는 자연상태에서 15년이상이나 감염성을 갖는것이 보고되어 있다. 외국에서 현재 바클로바이러스봉합체를 이용하여 만든 바이러스 살충제로 「엘카」 「엔피치」 「비오콘토롤 1」 「집체」 등의 상표명을 달고 판매되고 있다. 「엘카」와 「엔피치」는 목화벌레해다각바이러스를 이용하여 만들어서 목화벌레의 방제에 이용이 되고 있으며 「비오콘토롤」은 다른 곤충급의 해다각바이러스를 이용한 제제로 이의 방제에 이용이 되고있고 이외에 여러가지 해다각바이



◇ 과립상 곤충 바이러스의 전자현미경 사진

◇ 미생물 살충제의 특성과 전망 ◇

러스를 이용한 제품이 나와있다. 바이러스의 사용량에 관하여 통계적으로 정확하게 나와 있지는 않으나, 미국과 캐나다에서 사용되는 양을 보면 농작물과 산림에는 에이커당 10^{10} 개의 바이러스 봉합체를 살포한다. 살포 방법은 항공살포 또는 지상살포등을 한다. 우리나라에서는 이 바이러스 살충제의 생산이 없되고 있다.

곤충바이러스 살충제의 장점

곤충바이러스로 만든 살충제의 장점은 다음과 같이 나눌 수 있다.

(1) 공해가 전혀 없다.

곤충바이스는 곤충의 유충에만 감염되어 기생용 하기 때문에 고등동물에 감염이 되지 않으며, 사람은 일상생활에 채소등에 묻어있는 이들 곤충바이러스를 먹고 있으나 아무런 병독성을 유발하지 않는다.

(2) 환경에 오염성이 없다.

곤충에 감염되면 곤충에서 분렬증식이 되어 곤충을 죽이고 땅이나 식물의 잎등에 붙어있다. 바이러스봉합체단백질은 동식물에는 전혀 해가 없고 토양이나 자연생태계에서 오염성이 없다. 바이러스는 운동성이 없어서 능동적인 행위능력이 없다.

(3) 취급에 용이하다.

살포시에 화학살충제는 여러가지 불편함이 있으나 바이러스 살충제는

물에 적절히 타서 뿌리면 되고 독성이 없기때문에 취급이 매우 쉽다. 명랑한 농민생활을 영위하는데 최고의 살충제다.

(4) 살충범위를 제한할 수 있다.

곤충바이러스는 숙주를 죽이는 범위가 제한이 되어있다. 배추흰나비 바이러스는 주로 배추흰나비만 죽이지 다른 곤충에게는 해가 없어서 이로온 곤충을 살려 유해곤충을 선택적으로 살상할 수 있는 장점도 있다.

기본연구 끝나 산업화 가능

곤충바이러스는 곤충만을 죽이고 사람이나 다른 동물에 전혀 해가 없기 때문에 무공해 살충효과가 크다. 단점이라면 생산단가가 약간 비싸고 살충효과가 먹어야만 일어나기 때문에 화학살충제에 비해서 약간 낮고 느리다.

살충바이러스 제품은 물에서 크는 벼와 같은 작물에는 효율이 적다. 그 이유는 잎면이 적고 살포시에 벼의 밑까지 퍼지지 않기 때문에 효율이 적으나 과수와 밭 작물에는 매우 유용하게 이용이 될 수 있다.

앞으로 이러한 벼에 기생하는 곤충을 효율적으로 죽일 수 있는 방법을 연구하면 이의 이용이 더욱 확대 될 것이다.