

1

식물 바이러스학 개요

1. 우리 주변의 바이러스,
흔히 듣는 바이러스
어떤 것이 있는가 ?

1. 행복 바이러스



당신 기분이 좋아지면 당신 주변에 있는 사람들도 덩달아 기분이 좋아진답니다.

진짜로 즐거운 기분, 행복함, 열정, 감사하는 마음, 설렘... 그런 감정입니다.

당신 주변 사람들에게 줄 수 있는 가장 값진 보물은 업무성과, 커리어, 물질적인 선물 같은 것들이 아니에요.

기분 좋은 모습, 행복한 표정이 다른 사람에게 주는 바로 진짜 선물이자, 값진 보물이죠.

존 고든 에너지 버스 중에서.

바이러스 virus 라는 말은 우리 주변에서 흔히 듣는 말이다. 특히 행복 바이러스 happy virus는 매우 긍정적인 의미에서 우리의 생활을 행복하게 하는 말이다. 바이러스라는 말에 포함된 뜻은 행복 바이러스 처럼 덩달아 기분이 좋아지는 것처럼 나도 모르는 사이에 전염 transmission 이 된다는 것이다.

바이러스 병원체의 특성은 언제 어느 때인지 모르는 사이에 전염되는 것이다. 식물에 감염하는 식물 바이러스뿐만 아니라, 동물에 감염하는 동물바이러스, 인체에 감염하는 인체 바이러스, 모두 우리가 모르는 사이에 감염되기 때문에 처음에는 병원체로 인식하지 못하였고 바이러스 병원체는 비교적 최근에 와서 알게 되었다.

2. 컴퓨터 바이러스



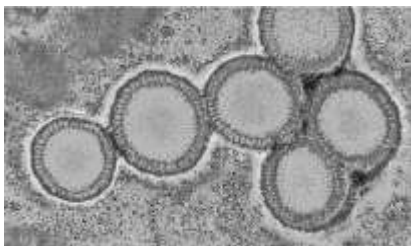
컴퓨터를 사용하는 사람이 모르는 사이에 컴퓨터에 감염되고 스스로 복제하기 때문에, 컴퓨터에 이상을 일으켜 정상적인 작동을 하지 못하도록 하거나, 정보를 빼 내거나, 다른 컴퓨터로 전염되는 프로그램을 컴퓨터 바이러스 computer virus 라고 한다.

컴퓨터 바이러스는 하드 디스크, 파일, 소프트웨어 모든 곳에 감염한다. 그리고 컴퓨터 바이러스를 치료하는 프로그램을 백신 vaccine 이라고 한다. 우리는 컴퓨터가 주변에 존재하지 않으면 우리 자신들도 존재하지 않을 지도 모른다는 의식 속에 살고 있다. 농업을 비롯한 모든 산업이 컴퓨터 정보화 산업으로 발전하고 있다.

생명공학 bio-technology, BT 산업은 정보통신기술 information technology, IT 산업의 발달과 함께 융합기술의 새로운 산업으로 성장하고 있다. 최근 컴퓨터를 기반으로 모든 것이 움직이고 있어 관공서, 은행 등 우리 생활과 밀접한 모든 정보를 갖고 있는 컴퓨터에 바이러스의 감염으로 산정할 수 없는 피해가 발생하고 있다.

컴퓨터 바이러스와 같이 식물뿐만 아니라 동물, 인체에 감염하는 바이러스들도 감염이 되고 나면 스스로 유전자 DNA 또는 RNA를 복제 replication 하고 복제하고 나면 새로운 곳으로 전염을 일으키는 과정을 반복하다. 또한 인체 등에 감염된 바이러스를 치료할 수 있는 약물을 백신이라고 한다.

3. 감기 바이러스



감기 바이러스 입자



재채기 속도 최대 160km/hr

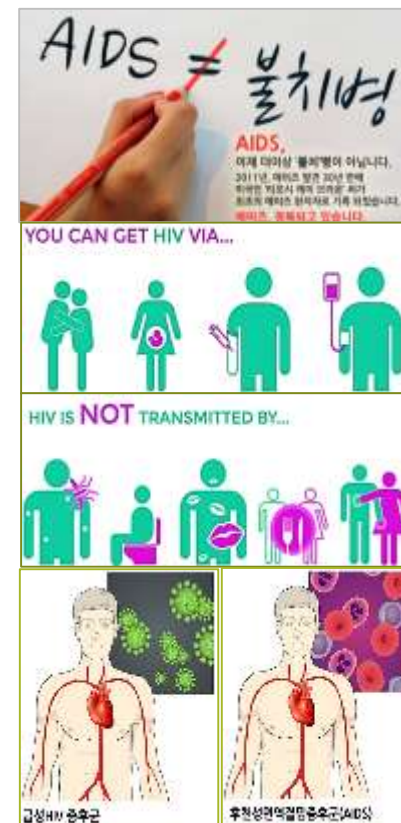
1919년에 감기 바이러스 flu-virus로 인하여 전세계 4 억 명의 사람이 감염되었다. 현재에도 환절기에는 많은 사람들이 감기로 인하여 고통을 받고 있다. 감기에 걸리기 않으려면 충분한 수면, 균형 식단, 스트레스를 덜 받고, 몸을 따뜻하게 하며, 육체가 피곤하지 않아야 하고, 감기 환자를 멀리하여야 한다.

우리 몸의 면역체계를 건강히 유지하여야 감기에 걸리지 않는다. 시판되는 감기약은 증상 완화제가 대부분이다. 인간이 살아오면서 감기 바이러스와 함께한 인생이라고 하여도 무방할 만큼 감기 바이러스는 항상 우리 주변에 존재하고 있다.

감기로 인하여 많은 사람들이 고통을 받고 있으며 감기 바이러스의 꾸준한 연구를 통하여 과학의 발전도 많이 이루어져 왔으나 아직도 감기 바이러스 감염 피해는 지속되고 있다. 인간이 어떤 종의 감기 바이러스를 극복하면 감기 바이러스도 변이체가 발생하여 서로 지속적인 싸움을 하고 있다. 이런 싸움은 어느 누구도 승자가 있을 수 없다.

감기 바이러스에 감염되지 않기 위해서는 감기 환자와 접촉을 하지 않아야 하고, 항상 생활주변을 청결히 하는 것이 가장 중요하다. 또한 꾸준한 건강 관리를 하면서 우리 몸의 면역력을 유지 관리 하여야 한다. 식물 바이러스의 경우에도 감염이 되지 않기 위해서는 식물이 벌레나 다른 곰팡이에 감염되지 않도록 청결하게 재배 관리하는 것이 가장 중요하다.

4. 에이즈 바이러스



후 천 성 면 역 결 핏 증 acquired immune deficiency syndrome, AIDS는 인간면역결핍 바이러스 human immunodeficiency virus, HIV에 의하여 발생한다. 이미 전염 경로를 알고 있기 때문에 전염이 되지 않도록 차단하고, 치료제도 개발되어 더 이상 공포의 대상이나 불치병이 아니다. 그럼에도 불구하고 2013년 전세계적으로 사망자 150만 명, 신규 감염자 210만 명, 보균자 350만 명으로 발표하였다(유니세프).

후천성 면역결핍증을 일으키는 바이러스는 콘돔을 하지 않은 성적 접촉, 감염된 엄마에서 태아로, 감염된 주사기, 감염된 혈액 등을 주사하면 감염된다. 그러나 모기 등 해충으로 전염되지 않으며, 변기, 입 맞춤, 수저, 단순 접촉 등으로는 전염되지 않는다.

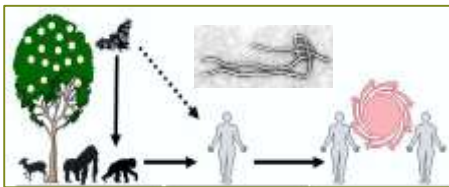
급성 증후군은 감염 초기 6주~6개월 동안 감기 증상과 유사하며 바이러스가 급속히 증가하며 혈중 림프구 수가 일시 감소하여 나타난다. 후천성면역결핍 증후군은 감염 후 2년 정도 지나면 혈 중 림프구 수가 감소하고 바이러스 증식이 최고로 증식하여 인체 모든 기관은 기능을 하지 못하며 심각한 증상이 발현된다.

식물 바이러스 중에서 담배모자이크바이러스 TMV 속 Genus의 바이러스 들은 감염 식물체와 접촉을 하거나 감염 식물체의 종자에 의하여 전염되는 특징이 있다.

5. 에볼라 바이러스



콩고강의 에볼라 지천



에볼라 바이러스 사람 전염 과정



- 사람 병 발생 국가
- 사람에 의해 유입 국가
- 혈청학적 양성 국가
- 필리핀 원숭이 수입 국가
- 원숭이, 돼지 감염 국가
- 무 발생

에볼라 ebola 바이러스는 실 모양의 형태이며, 아프리카 콩고강의 에볼라 지천에서 처음 발생하였다. 에볼라 바이러스는 아프리카에 서식하는 과일을 먹고 사는 큰 박쥐 fruit bat 의 일종이 에볼라 바이러스 의 일차 기주 primary host 로 추정된다. 2차 기주는 고릴라, 침팬지, 영양, 돼지이다.

감염 동물과 사람의 접촉으로 감염된 후 사람 사이에 혈액, 분비물 등 체액으로 2차 전염된다.

에볼라 바이러스는 아프리카를 중심으로 사람에서 발생하고 있으며, 감염된 필리핀 원숭이의 수입 국가는 중국이며 동남 아시아 등은 바이러스 유입 국가들이므로 우리 나라 주변 국가 여행에서 동물과 접촉이 없도록 각별한 주의가 필요하다.

식물 바이러스는 동물과 인체를 기주로 하지 않으므로 감염이 성립되지 않기 때문에 전염되지 않고 감염도 되지 않는다. 따라서 식물 바이러스는 생명과학 연구 재료로 유리한 측면이 많다.

Ebola: Mapping the outbreak



Ebola outbreak: BBC podcast updates



The BBC is airing public health broadcasts in West Africa about the current Ebola outbreak - Ebola crisis

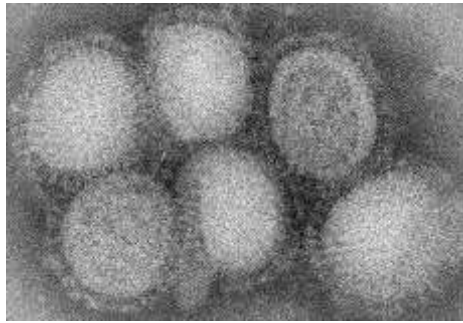
BBC is airing public health broadcasts in west africa about the current Ebola outbreak the world's deadliest to date.

언론에 보도된 에볼라 바이러스 사망자 수는 2015년 4월 10,602명으로 리베리아 4,408명, 시에라 레온 3,842명, 기니아 2,337명, 니제리아 8명 등 아프리카 국가 들에서 주로 사망자가 발생하고 있다.

영국의 BBC 뉴스에서도 에볼라 바이러스 발생은 서아프리카 국가 들에서 공중 보건에 문제되고 있는 것을 에볼라 위기라고 지적하고 있다.

최근 세계는 지구촌이라고 말하는 것과 같이 사람의 이동이 이웃집에서 이웃집으로 다니는 것과 같이 매우 많다. 이와 같이 사람의 이동과 함께 FTA 시대를 맞이하여 앞으로 농산물의 이동도 급격히 증가할 것이다. 인간, 가축, 식물에 감염하는 바이러스를 포함하여 각종 병해충의 유입을 방지하는 것은 국가의 존립에 가장 중요한 책무이며 이것을 국경검역이라고 한다.

6. 조류독감 바이러스

조류 독감 바이러스 입자 H₁N₁부산 을숙도, 조류독감 확산 예방
뉴스 1 기사입력 2014-04-24 13:15

감염 닭, 오리 등 매물

조류 독감 바이러스 avian influenza virus, AI 는 1977년 홍콩에서 처음 발생하였으며, 우리나라에서는 2013년 말에 발생하여 수많은 닭과 오리를 땅에 매몰하였다.

2010년부터 2014년까지 매몰 작업을 한 지역만 해도 전국 어디 한 곳이 제외되지 않을 정도로 전 국토는 매몰작업으로 동물체 부패로 인한 토양과 지하수의 2차 오염이 우려되는 상황이다. 농촌의 피해도 문제이지만, 매몰로 인한 국가적 손실은 매년 시간이 지날수록 커질 전망이다.

조류 독감 바이러스는 닭, 오리 등 가축뿐만 아니라 사람에도 감염하는 인수 공통 바이러스이며, 또한 조류와 사람 모두 강한 병원성을 갖고 있어 피해가 심각한 바이러스이다.

중국 동남부 포항 호수에서 날아오는 철새 도래지의 바이러스 모니터링과 우리나라 철새 도래지와 주변 지역의 철저한 위생 관리가 무엇보다 중요하며 신속한 정보를 국민에게 알려야 한다.



가축과 야생 조류 감염 지역



사람 감염 지역

가축과 야생 조류의 H5N1 고 병원성 조류 독감 바이러스 발생지역은 우리나라를 비롯하여 일본 중국, 동남 아시아 대부분 국가들과 유럽의 여러 국가들에서 발생하고 있다.

사람에서 H5N1 고 병원성 조류 독감 바이러스 발생지역은 중국 만주지역 중국 중동남부 대부분 지역, 동남 아시아 지역의 국가들에서 발생하고 있다 2003~2008, WHO.

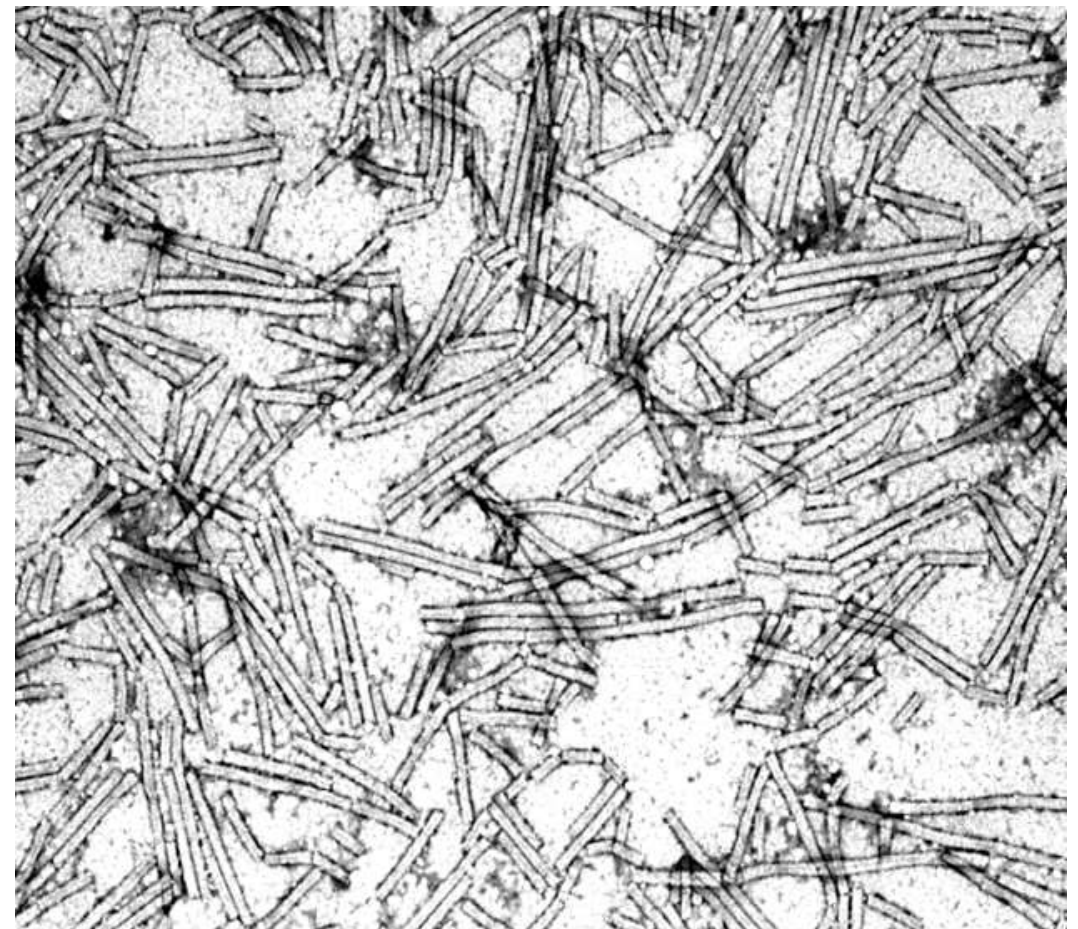
조류 독감 바이러스는 물리적 성질이 비교적 낮아서 75°C 이상의 온도에서 10분 정도 처리하면 바이러스가 불 활성화 inactivation 되어 병원성이 없어진다.

가정과 식당에서는 반드시 음식을 끓여서 먹으면 조류 독감 바이러스뿐만 아니라 다른 병원체에도 감염이 거의 되지 않기 때문에 날 음식을 피하고 배고프다고 익지도 않은 것을 막 먹지 말고 우리 모두 릴렉스 하자.

식물 바이러스 중 담배모자이크바이러스 TMV 속의 바이러스 들은 물리적 성질 physical properties 이 매우 높아 100°C에서 10분 이상 처리하여도 살아 남기도 하며, 고추에 감염된 고추연한모틀바이러스 PMMoV 는 고추 가루에 존재하며 김치를 하고 이듬해 묵은지에서도 살아 남아 병원성이 있기 때문에 고추에 감염할 수 있다.

2. '바이러스'

처음 어떻게 알았을까 ?



1. 식물 바이러스의 최초 기록



Flower in vase, Jan Brueghel

안브뤼겔 Jan Brueghel, 1568~1625, 네덜란드, 은 주변의 모든 꽃을 수집하여 직접 정원에서 재배 하면서 세심한 관찰을 하고 그림을 그린 사실주의 화가이다. 안브뤼겔이 그린 튜립 잎에 나타난 모자이크와 줄무늬 무늬는 식물 바이러스의 감염에 의하여 나타난 증상을 최초로 기록한 것이다.

튜립 잎에 모자이크 무늬가 나타나는 튜립 구근은 15세기 후반 유럽에서 풍차, 가축 등과 교환이 가능하고, 신부 지참금 등으로 이용할 수 있는 경제적 가치가 컸었다.

튜립 구근 1개의 가치는 (1000~6000 플로린 florins, 네덜란드 금화) 밀 1톤이 112 플로린 이었고 돼지 한 마리가 30 플로린이었으니 튜립 구근 1개의 가격과 비교하면 얼마나 높은 가치가 있었는지를 알 수 있다. 당시 유럽은 매우 인플레이션이 심하였지만 바이러스에 감염된 것을 알지 못했기 때문에 일어난 사회적 현상이었다.

꽃의 의미는 완전한 색감, 화려함, 다채로움, 무질서 속의 질서, 어떠한 어려운 환경에서도 꽃을 피움으로 최고의 아름다움을 완성하고 발산하는 인간의 일생과 같은 의미를 표현한다고 한다. 과거 400여 년 전에는 바이러스에 감염된 튜립 잎의 모자이크 무늬는 최고의 아름다움과 함께 고 수익을 담보 하였으나, 튜립 가격 폭락으로 꽃 그림 교훈은 '죽음을 기억하라'는 새로운 의미가 만들어졌다.

현재 식물 바이러스는 작물에 감염되거나 확산이 되지 못하도록 사람에게 의하여 제거의 대상이 되었으며, 동시에 식물 바이러스를 인간 생활에 유용하게 활용하는 제거와 활용의 양면을 모두 갖는 특별한 존재이다.

2. 담배모자이크바이러스 최초 확인



담배 잎 모자이크

M. Beijerinck
1851~19311898년 TMV
실험 노트W. M. Stanley
1904~1971Crystals of
TMV. Am. J.
Botany, 24:
59, 1937.

메이어 Adolf Mayer는 1882년 담배 잎에 모자이크 증상이 나타난 잎을 마쇄하고, 1884년 챔버랜드 Charles Chamberland는 세균이 통과하지 못하는 유약을 바르지 않은 질그릇으로 감염 식물 즙액을 걸러 내는 고안을 하였다. 질그릇의 공극은 $0.025\mu\text{m}$ 로 세균의 크기가 보통 $1\mu\text{m}$ 로 크므로 세균이 통과하지 못한다. 1892년 이바노브스키 Dmitrii Iwanowski는 건전한 담배 잎에 감염 즙액을 문질러 접종을 하여 동일한 모자이크 증상이 나타난 것을 확인하고 세균이 아닌 독소의 일종으로 생각하였다.

담배모자이크바이러스 *Tobacco mosaic virus*, TMV는 1898년에 베이어링크 Martinus Beijerinck가 처음으로 바이러스라는 새로운 병원체로 이름을 붙였으며, TMV가 세포 내에서 증식하는 것을 밝혔다. 또한 콩과식물의 뿌리혹박테리아에 의한 질소고정과 공생을

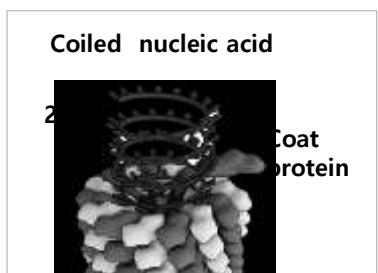
밝혔으며 인공 배양액을 처음으로 발견하여 현대 미생물학 발전에 지대한 공헌을 하였다. 스탠리 Wendell Meredith Stanley는 1935년 처음으로 담배모자이크바이러스의 입자를 전자현미경으로 검경하고 결정화를 하여 현대 분자생물학 발전의 기초가 되었다. 이 공로로 1946년에 노벨상을 받았다. 스탠리는 바이러스를 분류학적으로 생물과 무생물 사이의 특수한 독보적 위치라고 하였다.



TEM, Zeiss 912



TMV 막대형 입자, 300x18nm

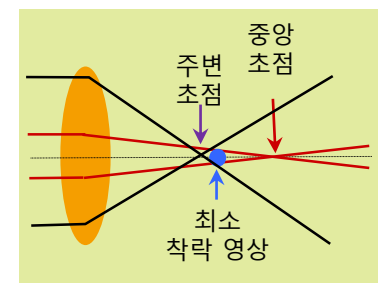


구분	광학 현미경	전자 현미경
광원	빛 Light	전자 Electron
렌즈	유리 Glass	자기렌즈 Electro-magnetic
진공	불필요	필요

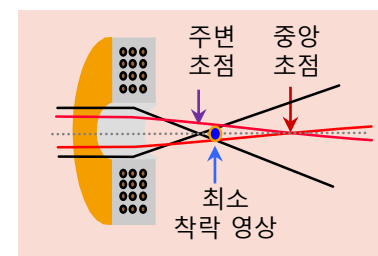
스탠리는 투과전자현미경 transmission electron microscope, TEM의 고 배율로 TMV 입자 형태를 검경할 수 있었다. TMV 입자는 막대형이며 크기는 길이 300nm, 폭 18nm이다. TMV 입자 외부는 외피 단백질 coat protein, CP로 싸여 있으며 내부는 직경 8nm의 구멍 canal이 있고 외피 단백질 안쪽과 리보핵산 RNA이 결합되어 있다. 핵산은 나선형으로 폭이 약 2nm 정도이다.

광학현미경 light microscope의 광원 light source은 400~700nm의 가시광선 visible light이며, 전자현미경의 광원은 전자 electron를 사용한다. 전자의 파장은 0.001~0.01nm로 매우 짧다. 파장은 시료의 정보를 갖고 있으며 파장이 짧을 수록 해상도가 증가한다. 전자현미경은 영상 확대에 자기렌즈 electro-magnetic lens를 사용하며 광학현미경의 영상 확대 기능을 하는 유리 렌즈 glass lens와 동일한 기능을 한다.

전자현미경 맨 위의 전자총 electron gun에서 맨 아래의 사진 촬영 카메라 장치까지 전자가 이동하는 경통의 내부는 고 진공이다. 전자현미경은 진공 상태의 좋고 나쁨이 해상도 resolution 등 여러 성능과 직접 관련이 있다.



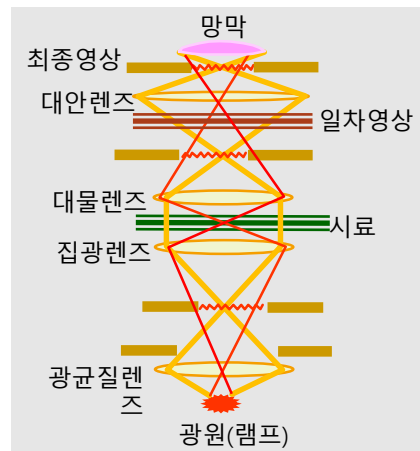
유리 렌즈의 구면 수차



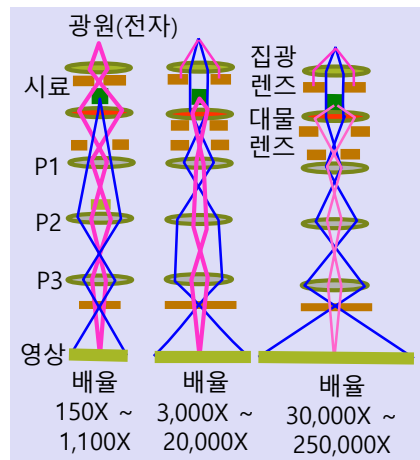
전자자기렌즈의 구면 수차

모든 렌즈는 원래 3가지의 결점 defect을 갖고 있기 때문에 이 결점을 최소화 하여야 좋은 영상 image을 얻을 수 있다. 구면 수차 spherical aberration는 유리 렌즈가 곡면으로 되어 있어 나타나는 결점이다. 렌즈의 곡면은 중앙과 가장 자리를 통과하는 빛의 탈출 각이 서로 달라서 영상의 초점이 맺히는 거리가 달라진다. 전자렌즈의 경우에도 중앙을 통과하는 전자는 가장 자리를 통과하는 전자 보다 상대적으로 낮은 자기장 magnetic field의 영향을 받아서 유리 렌즈와 동일한 구면 수차가 발생한다. 광학현미경은 가시광선을 이용하므로 파장이 긴 광과 짧은 광선이 유리 렌즈를 통과하면 영상이 맺히는 거리가 달라지며 이를 색 수차 chromatic aberration라고 한다.

전자렌즈의 색 수차는 전자가 전자총에서 가속전압을 받아 발산할 때 전자들의 속도가 모두 다르므로 가시광선의 파장 영향과 동일한 현상이 나타난다. 유리 렌즈는 제조 과정에서 표면 가공을 할 때에 완전히 균일한 곡면을 갖기 어려워 동일한 파장의 광선이라고 하여도 탈출 각이 다르다. 이 현상을 난시 astigmatism라고 한다. 유리 렌즈는 컴퓨터 광학기술의 발달로 색 수차 교정된 렌즈 achromatic lens, 색 수차와 구면 수차를 교정한 렌즈 apochromatic lens를 생산하고 있다. 전자렌즈는 전자가 자기장의 영향을 골고루 받을 수 있도록 조정하면 결점을 교정할 수 있다. 전자현미경 검경 전에는 반드시 전자렌즈 결점을 보완하는 조정을 먼저 한 후 시료를 검경 하여야 좋은 영상을 얻을 수 있다.



광학현미경 영상 맺힘 과정



투과전자현미경 영상 맺힘 과정

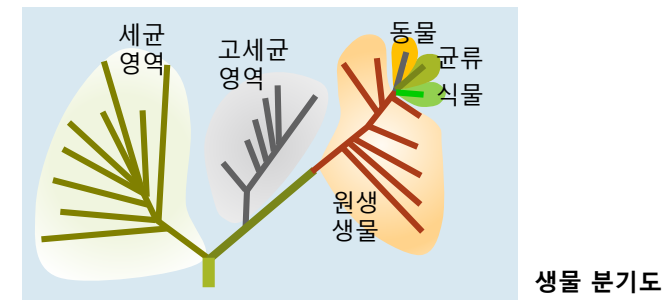
해상력 (resolution)은 두 점 또는 두 선 사이를 구분할 수 있는 능력을 말한다. 사람 시력 2.0 눈은 0.1 mm, 광학현미경은 0.2 μ m, 투과전자현미경은 0.14-0.2 nm, 주사전자현미경은 5 nm 정도의 해상력이다. 전자현미경은 전자총의 가속전압이 높아지면 전자의 파장이 더 짧아져서 해상력이 높아지고 시료의 투과력도 높아진다.

광학현미경의 영상 맺힘 과정은 광원에서 발산된 빛은 집광렌즈 condenser lens를 통과하면서 빛을 모아 시료를 투과한다. 시료 정보를 갖은 광선은 대물렌즈 objective lens의 해상력으로 영상을 확대한다. 대안렌즈 eye piece는 해상력에 관여하지 않고 단순히 영상을 확대하므로 높은 배율의 대안렌즈는 오히려 좋지 않다. 일차 영상은 대안렌즈 아래에 맺히고 최종 영상은 눈의 망막 retina에 맺힌다. 망막의 최종 영상을 잘 보기 위해서는 대안렌즈의 초점과 관찰자 눈의 초점과 일치하도록 한다.

투과전자현미경의 영상 맺힘 과정도 광학현미경과 동일하다. 전자는 맨 위의 전자총에서 발산되며 집광렌즈를 통과한 전자들은 시료를 통과하여 정보를 갖고 대물렌즈의 해상력으로 영상을 확대한다. 투과전자현미경은 배율에 따라서 대물렌즈와 투사렌즈 projection lens, P1-P3,의 활성화가 다르다.

3. 식물 바이러스의 분류학적 위치

생물의 분류학적 위치는 진화의 단계를 의미하므로 식물 바이러스의 분류학적 위치도 바이러스와 생물의 관련성을 아는데 중요하다. 생물영역 domain의 분기도를 보면 세균, 고세균, 진핵생물의 3 영역으로 구성되며 세포막으로 둘러싸여 있는 세포성이다. 세균과 고세균은 핵막을 갖고 있지 않은 원핵생물 prokaryote이며 고세균은 온천, 산도 1.0, 30% 염도의 극한 환경에 서식하고 인트론을 갖고 있어 진핵생물과 더 유연관계가 높다. 진핵생물 eukaryota은 핵막을 갖고 있으며, 원생생물, 균, 식물, 동물의 4계 kingdom를 포함한다. 균계는 지구상의 모든 장소에 서식하며 자연순환을 하게 하며 외부 소화를 하여 식물 보다 동물에 가깝다.



생물 분기도

바이러스는 식물, 동물, 인체, 곰팡이, 세균의 세포성 생물에 모두 감염하여 각각 식물 바이러스, 동물 바이러스 등으로 구분한다. 바이러스는 비 세포성이며 일반 광학현미경으로 볼 수 없는 초 미세구조이며, 고 배율의 전자현미경으로 관찰할 수 있다. 세균은 직경 1 μ m 정도이고 구형 바이러스는 직경 30nm 정도로 세균 대비 바이러스가 33배 작다.

바이러스는 핵산과 이를 둘러싼 외피단백질로 구성되어 있으며, 살아있는 기주 세포에 부착, 침투, 핵산과 단백질 합성, 조립, 세포 외부 방출 과정의 일생을 갖는다. 또한 자연선택 혹은 돌연변이로 진화를 한다.

생명의 정의로 본 세균과 바이러스 비교

정의	설명	세균	바이러스
조직화	원자→분자→소기관→세포→조직→기관→기관계→개체	X	X
에너지 사용	조직화와 기능 유지	O	O
항상성	수분, 온도	X/O	X
생식, 번식	자손 유지와 번식	O	O
진화	자연선택→적응→진화	O	O

생명의 정의는 기본적으로 조직화 등 5가지를 만족할 때 생명체라고 한다. 세포성인 세균과 비세포성인 바이러스를 비교하여 보면, 조직화의 경우 세균은 원자에서 세포까지만 조직화되어 있고 조직에서 개체까지 분화하지 못하였으며, 바이러스는 원자에서 분자까지만 조직화되어 있어 세균과 마찬가지로 조직화를 완성하지 못하였다. 항상성의 경우 세균은 적절한 수분과 온도가 필요하지만 바이러스는 기주 생명체가 살아 있어야 항상성을 유지한다. 바이러스는 핵산과 단백질 증식, 세포간 이동 등에서 에너지를 사용하며, 증식을 통한 후대를 이어가고 자연선택에 의한 진화를 한다.

세균과 바이러스를 생명의 정의로 보면 모든 조건을 둘 다 만족하지 못하는 것을 알 수 있다. 바이러스는 생명체와 무 생명체의 중간에 위치하는 분류학적 특이성을 갖고 있어 기주에 감염되어 있으면 생명체로 볼 수 있고 정제되어 있을 경우에는 무 생명체이다. 따라서 식물 바이러스를 연구하는 기본적인 태도는 바이러스를 생명체로 인식하여 병원성 변이에 의한 감염 기주 종을 넓혀가는 진화를 이해할 수 있다.

3. 심각한 경제적 피해 농작물 감염 바이러스

I

1. 먹거리 중요성



Nature 497(538), May 30, 2013



북한 어린이 영양 상태

농작물 병 발생으로 인한 인류의 대 기근은 아일랜드에서 1845~1846년 감자 돌림병疫病 발생으로 150만 명이 사망하였고 150만 명이 아메리카 대륙으로 이주한 사건이다. 이 사건을 계기로 식량의 중요성과 식물병 연구의 중요성이 대두되었다.

2013년 네이처 잡지에 발표된 것을 보면 대기근 당시 보관하였던 11점의 감자 돌림병균 *Phytophthora infestans*의 유전자를 해독하였다. 최근 감자 돌림병균의 유전자 DNA 염기서열과 비교하면 현재 세계적으로 발생하는 감자 돌림병균과 매우 유사하고 두 계통으로 분화하였다. 감자 돌림병균은 과거부터 현재까지 적응하며 분화하고 있다.

유엔은 세계 인구 9명 중 1명이 기아 상태이며, 우리 동포인 북한의 경우 1990~1992년 조사 당시 480만 명이던 기아 인구가 2009~2011년 1천20만 명으로 늘었다.

최근 유엔식량농업기구 FAO는 2012~2014년 조사에서 북한의 기아 인구가 930만 명으로 총 인구의 37.5%에 달한다고 보고 하였다. 먹거리를 생산하는 농업의 발전은 우리 동포인 북한과 세계의 기아에 대한 기본적인 해결책이며, 안정적인 농산물 생산에 가장 큰 제약 요인인 식물 바이러스 등 병해충 방제의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

2. 아프리카의 카사바 바이러스병



The New York Times, May 30, 2010

카사바 cassava는 아프리카, 남아메리카, 아시아 등에서 세계인구 중 8억 명의 식량이다. 카사바는 벼와 밀과 함께 사람의 3대 영양원으로 이용되는 식량이다.

아프리카의 카사바에 바이러스병이 감염되어 식물이 정상적으로 생육하지 못하고 카사바 뿌리가 형성되었으나 갈색 괴저 반점으로 먹을 수 없다. 또한 갈색 괴저 반점 증상이 있는 카사바는 돼지도 먹지 않아서 전혀 이용 가치가 없어 식물체를 캐내어 제거하는 수 밖에 없다.

뉴욕타임즈에서는 카사바 바이러스병 발생은 1840년대의 아일랜드 감염 돌림병과 견줄 만큼 경종을 울리고 있다고 평가하였다. 바이러스 병명은 갈색괴저병 Brown streak disease이며 병원체는 카사바갈색줄무늬바이러스 *Cassava brown streak virus*, CBSV 이다. CBSV는 1936년 탄자니아에서 처음 발생 보고되었으나 최근에 피해 발생이 급증하고 있다. CBSV는 길이가 700 nm 정도의 사상형이며 포티바이러스속 *Potyvirus*이다. 포티바이러스는 여러 종류의 매개충에 의하여 전염되는데 CBSV는 담배가루이 silverleaf whitefly, *Bemisia tabaci* Biotype-B에 의하여 전염된다.

담배가루이 B타입은 우리나라에도 분포하는 해충이며 토마토의 토마토황화잎말림바이러스 *Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV를 전염한다. 우리나라에서 TYLCV는 경남 통영 토마토 재배온실에서 2008년 처음 발생하여 현재는 춘천 이북 지역을 제외하고 전국적으로 발생하여 토마토에 심각한 피해를 주고 있다.

3. 오이녹반모자이크바이러스병



수박 CGMMV



참외 CGMMV

1997년 수박에 오이녹반모자이크바이러스 *Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV가 전국 463ha에 발생하여 생산액으로 약 500억 원의 피해가 발생하였다. CGMMV의 대 발생으로 인하여 농업인 피해 보상은 당시 외환 위기와 겹쳐서 우리나라에서 규모가 가장 큰 종자회사인 흥농, 중앙, 서울 종묘가 모두 외국계 종자회사에 인수 합병되었다.

CGMMV는 1997년 이후 2002년 논산, 창원 지역 35개 농가 100억 원 피해가 재 발생하였고, 2007년에는 경북 성주 참외 주산단지에서 890ha가 발생하여 4,500억 원의 피해가 있었다. 수박의 CGMMV 발생 원인은 중국에서 수입한 수박 대목용 박 종자 이었다.

다국적 기업의 국내 종자회사 인수 합병은 우리가 갖고 있는 무, 배추, 고추 등 고유 종자와 생산기술의 유출도 동시에 이루어졌다. 1997년 3개 회사의 아시아권의 무, 배추, 고추 종자의 수출액은 168억 원 이었고, 매출액은 흥농 615억 원, 중앙 174억 원, 서울 95억 원, 총 884억 원으로 2~3년이면 인수 비용을 마련할 수 있었는데 정치적 정책적 잘못이 안타깝다.

우리나라의 고유 종자임에도 2012년 이후 10년간 특허 지불액이 약 7,970억 원에 이를 것으로 추정하며 후손 대대로 식량을 외국계 회사 종자에 의존하는 피해를 받을 것이다. 최근에 종자 주권을 외치며 골든시드프로젝트 정책이 추진되고 있으나 소 잃고 외양간 고치는 후진적 생각이 여전하다.

4. 벼줄무늬잎마름바이러스병



부안지역 벼 줄무늬잎마름병 피해 확산
 연합뉴스 기사입력 2007-08-27 10:25 최종수정 2007-08-27 14:30



서천 벼 줄무늬잎마름병 자연재해지정요구
 연합뉴스 기사입력 2007-08-23 14:00

우리나라 벼에 발생하는 벼줄무늬잎마름바이러스 *Rice stripe virus*, RSV는 1935년 경남 진주, 밀양 지역에서 처음 발생하여 토종 바이러스이다. RSV는 1970~1980년대 주식 자급 정책으로 다수계 품종의 재배면적 확대로 문제가 거의 없었다.

2001년에 경기 화성지역에서 갑자기 대 발생하였고, 2007년, 2008년과 2009에 서해안 지역을 중심으로 대 면적에 발생하였다. 2009년의 피해면적은 서해안 지역인 충남 서천, 전북 부안을 중심으로 4,300ha에 달하였다. 2009년 전국 출장 조사를 하였을 때 RSV 발생은 동해안 강릉 지역에서도 피해가 컸으며 전체적으로 보면 벼 수량 감소가 약 30% 정도로 파악되었다.

피해가 발생한 지역의 농업인 들은 정부에 자연 재해 인정과 보상을 요구하면서 수확하지 못하는 논에 벼를 트랙터로 갈아 엍고 고속도로를 막기도 하는 등 시위를 하여 사회적 혼란이 컸었다. RSV가 갑자기 대 발생한 원인은 RSV를 전염하는 매개충인 애멸구 성충이 5월 말 ~ 6월 초순에 중국에서 대량 비래 하여 발생한 것으로 2009년에 밝혀졌다. 2011년에도 전남 해남 지역을 중심으로 대량 비래 하였지만 초기에 매개충을 방제 신속히 하여 피해를 방지할 수 있었다.

벼줄무늬잎마름바이러스와 오이녹반모자이크바이러스의 대 발생 예를 보면 한 종의 바이러스 만 발생하여도 경제적 비용과 사회적 비용이 매우 큰 것을 알 수 있다.

5. 토마토반점위조바이러스병



토마토 TSWV 2005 안양

토마토반점위조바이러스 *Tomato spotted wilt virus*, TSWV는 2003년 충남 당진 파프리카 1점이 바이러스 민원으로 접수되어 약 6개월 동안 바이러스를 분류동정하여 우리나라에서 처음 발생한 바이러스로 확인되었다. 이후 2005년 경기도 안양 관양동 비닐하우스 단지에서 대 발생 하였다. 바이러스 감염 토마토는 모두 위조와 고사 상태이었다.

농업인 들은 세균병, 곰팡이병, 선충병으로 다양하게 말하면서 농약이 전혀 효과가 없다고 하였다. TSWV가 처음 발생하여 바이러스병으로 알 지 못하여 농약 사용으로 인하 경제적 피해가 더욱 컸다.

2005년 TSWV 발생으로 병해충 위험도 평가를 관련기관과 회의를 하였지만 TSWV의 위험성에 대하여 인지하지 못하고 긴급 국가방제가 이루어지지 않았다. 선진국에서는 국가간 지역간 이동금지 바이러스로 운영하고 있음에도 우리나라에서는 관리대상에서 제외하는 실수를 하였으며, 결과적으로 전국적인 급속 확산 뿐만 아니라 현재까지 온실, 하우스, 노지 재배 농작물에 피해를 주고 있다.

2005년 안양지역을 시작으로 2011년까지 전국 29개 시군으로 급속히 확산 하였으며, 급속 확산의 주요 원인은 대형 육묘장에서 감염된 묘를 전국에 판매하였기 때문이다. TSWV는 고추, 토마토 등 가지과 식물, 땅콩, 대두 등 콩과식물, 국화 등 화훼류를 비롯한 단자엽, 쌍자엽 식물 900여종에 괴저 등 심각한 증상을 일으키는 바이러스이다. 충남과 강화도 지역은 고추 등 농작물 재배가 어려운 실정에 있으며, 2017년에는 경북 내륙 지역까지 확산하여 전국에 발생하고 있으며 피해는 더욱 증가하고 있다.

6. 토마토황화잎말림바이러스병



토마토 위축 기형, 통영 2008.10



토마토 처음 발생 통영 농가의 연속 재배로 100% 감염



충남 논산의 토마토농가 김병호씨가 황화 잎말림병에 걸려 누렇게 말라죽은 토마토를 살펴보며 시름에 잠겨 있다.

농민신문, 2010

2008년 경남 통영에서 토마토에 기형 증상의 바이러스병이 발생하였다. 병원체는 토마토 황화잎말림바이러스 *Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV이며 담배가루이가 전염한다. TYLCV는 경남 통영의 처음 발생 농가는 바이러스 전염은 담배가루이가 전염하므로 매개충 방제를 철저히 하고 유묘가 감염되지 않도록 주문 하였지만 이행을 하지 않고 동일 온실에 다시 재배하여 2작기 동안 약 10억 원의 손실이 발생하였다. 통영시는 토마토의 바이러스병으로 인한 손실이 발생하여 더 이상 농업인들이 토마토를 재배하지 않도록 농업 보조금을 지급하지 않아 통영 지역의 토마토 생산은 거의 되고 있지 않는 경제적 손실이 있다.

2008년 처음 발생 당년에 통영 등 12개 지역, 2009년에는 22개 지역으로 급속히 확산하였다. 급속 확산의 주 원인은 대형 육묘장에서 감염 묘를 전국에 보급하였기 때문이었다.

TYLCV 외에 감자갈뚝바이러스 *Potato spindle tuber viroid*, PSTVd 등 새로운 병원체의 발생은 농식품부, 농민신문 등의 협조로 식물방역법 개정되는 단초가 되었다. 개정 내용 중 방제 업무는 농촌진흥청에서 담당하고 있다.

4. 우리의 농업 현실

I

1. 검역



검역 quarantine은 우리나라에 새로운 식물 병해충 발생을 근본적으로 막을 수 있는 제도이다. 세계의 모든 국가들은 동식물 방역법을 운영하고 있다.

검역은 국경검역과 국내방역으로 구분할 수 있으며, 우리나라 국경검역은 농림축산검역본부에서 주관하며, 국내방역은 농촌진흥청에서 주관하고 있다. 농촌진흥청과 검역본부 업무는 식물방역법, 산림청은 산림보호법에 근거하고 있다.

우리나라 식물방역법은 2013년에 전문개정이 되었으며 2008년 이후 새로운 바이러스가 출현하여 개정의 단초가 되었다. 식물방역법은 농진청, 산림청, 검역본부의 업무를 분장하고 책임 소재를 구분 하였다.

농촌진흥청은 농경지의 병해충, 산림청은 산림, 검역본부는 공항, 항만, 수출단지의 병해충 발생 모니터링, 방제 등 제반 사항에 대한 임무를 규정하고 있다. 또한 농촌진흥청의 병해충 관련 수행 공무원에게 방제관의 법적 권한을 주어 조사권한, 감염 식물체 채집, 이동금지, 폐기, 강제 농약방제 등을 명령할 수 있도록 하여 신속한 초기 대응을 할 수 있도록 하고 있다.

새로운 병해충이 발생하거나 기존에 발생하고 있어도 경제적 피해가 클 것으로 예상되면 법적 근거에 의하여 업무 분장에 따라서 관련 공직자는 병해충 발생을 장관에게 반드시 보고 하는 등 법적 의무를 신속히 하여야 한다.

[기고-김정수]식물 바이러스병 함께 대처해야
김정수 농진청 농업대응협력 연구관



지구촌이 하나가 되고 국가간 농산물 교역량이 늘면서, 절대지반에서만 발생하는 식물 바이러스가 국내로 유입돼 고추·호박 등 주요 작물에 큰 피해를 입히고 있다.

그동안 특히 《농민신문》은 이 같은 식물 바이러스의 위험성을 여러차례 지적하는 한편, 외래 병해충의 예방과 방제와 관련한 지도적 해결책을 정부당국에 부른 함으로써 현재 정부 차원의 개입책을 준비해 가는 발판을 마련했다.

하지만 물 줄기에서도 바이러스에 의한 작물 피해를 계속 발생하고 있어 정부차원의 역할으로는 충분한 대책이 어려운 실정이다.

[김소영]병해충 방제대책 '낙제점' 벗어나자
김소영 경제의정부



"외래병이 적과만 지 얼마 되지 않아 환경살충제에 의해 전부 멸망하게 될것입니다. 어떻게 하면 좋겠습니까?"

경남 A시에서 시골로이동해 재배하는 김소영씨. 최근 한 컨퍼와 같이 한다. 사실은 병해충에 대한 병해충 방제대책과 식물바이러스는 농민의 가장 큰 걱정거리다. 김씨는 1년 1월과 2월 노지에서 4월 이후 계속해서 일과 오는 컨퍼를 운영한다. 대입 후 청사는 포장 컨퍼에 병이 퍼져 수확이 불가능한 포장 시안을 보내 왔다.

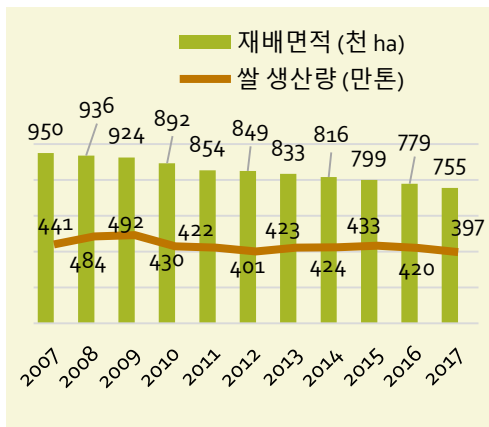
최씨는 이런 피해로 농산물 재배고도 3,000억(1,000억) 가운 200만~1,000만원의 손실을 입게 된다. 컨퍼기를 받아 다음 컨퍼를 준비하는 시골농가에서는 그로인해 '낙제점'을 맞은 농민들이 많다.

2008년 우리나라 검역 금지급인 감자갈죽바이로이드 PSTVd, 관리급인 토마토황화잎말림바이러스 TYLCV 등 새로운 바이로이드와 바이러스가 발생하였고, 현장 조사, 진단기술 개발 등 연구분야에서는 신속한 대응책이 마련되었음에도 농업현장의 방제 대응이 신속하게 이루어지지 않아 기존 식물방역법의 개정 필요성 등 제도적 대응책의 보완이 필요 하였다.

농식품부 검역정책과 관계관, 농민신문 기자, 국회의원 등과 논의하여 식물방역법 개정이 이루어졌다. 당시 농민신문 기고문이며, 특히 농민신문에서는 기획 기사를 마련하여 식물방역법 개정에 적극적인 관심을 가져 좋은 성과가 있었다.

현재 식물방역법은 2009년 3월 22일 전부개정을 하였으며, 10 차례의 일부 개정을 거쳐서 2017년 12월 13일 최종 공포 하였으며, 우리나라 식물 병해충 유입 및 발생에 신속히 대응할 수 있도록 하고 있다. 식물방역법의 주요 내용은 제1장 총칙, 제2장 검역, 제2절 수입검역, 제4절 수출검역, 제5절 국내검역, 제3장 방제 제34조 보고의무, 제5장 수출입목재열처리업 등, 제5장 보칙, 제6장 벌칙으로 구성되어 있다.

2. 농업 생산액과 식량 자급



우리나라 벼 재배면적과 쌀 생산량

우리나라 농업 생산액은 2015년 44조5천억 원으로 2005년 35조 원에 비하여 약 10조 원 증가하였다. 그러나 2015년 GDP 1,558조 원 대비 농업 생산액이 2.9%에 불과하므로 농업의 중요성 인식이 낮으며 더욱 먹거리를 경시하는 위험한 사회적 인식에 직면하고 있다.

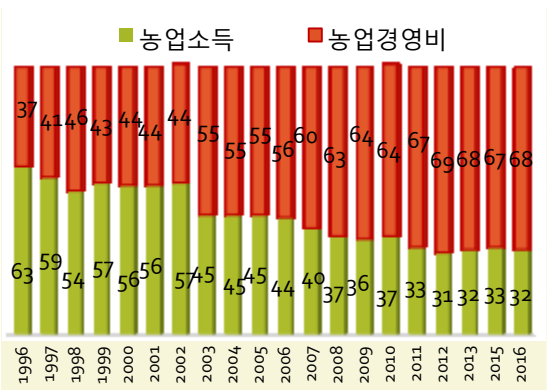
인간 o의 배고픔은 먹거리 이외에 어떠한 것으로 대체할 수 없기 때문에 농업 가치를 헌법에 반영하여 공익적 가치를 실현하는 것은 당연한 것이다.

우리나라는 2017년 세계 식량지원국 지위의 15번째 나라이다. 식량 지원국으로 쌀 5만 톤을 매년 지원하지만 우리나라 식량 자급률은 2016년 47.5%에 불과한 식량 수입 의존 국가임을 간과하지 말아야 할 것이다.

통계청에 의하면 주곡인 벼 재배면적은 2007년 95만 ha에서 2017년 75만 ha로 21% 감소하였으며, 쌀 생산량은 1988년 605만 톤으로 가장 많았으나 37년 동안 계속 감소하여 2017년에는 395만 톤으로 약 32%가 감소하여 쌀의 활용성 제고는 해결해야 할 과제이다.

3. 농업소득

우리나라 농가의 농업소득과 농업경영비 비율



농업경영비 구성 항목의 비율

항목	2013 (%/경영비)	2014 (%/경영비)	2015 (%/경영비)
종묘	859 (4.2)	841 (3.8)	902 (4.0)
비료	1,281 (6.2)	1,289 (6.0)	1,321 (6.0)
농약	862 (4.2)	929 (4.2)	928 (4.1)
농기구	446 (2.2)	459 (2.1)	521 (2.3)
사료	4,011 (19.5)	4,085 (18.7)	4,384 (19.6)
자재	8,096 (39.3)	8,365 (38.2)	8,772 (39.2)

우리나라 1996년 농업소득이 67%, 농업경영비 37%이었으나, 2003년에 농업경영비가 55%로 농업소득을 앞지르기 시작하여 지속적으로 농업소득이 감소하였다. 2011년의 농업소득은 33%인 반면에 농업경영비는 67%로 2배 상승하였고 2016년까지 농업소득은 32%~33%에서 정체되고 있다(국가통계포털).

2016년 농가소득은 2015년 3701만원에서 3704만원으로 소폭 증가하였으나 농가의 농업소득은 2015년 1075만원에서 1042만원으로 오히려 3.1% 감소하였다. 농가의 농업소득의 감소는 농업이 소득 산업으로 인식되지 못하고 회피하는 현실이 되었다. 농업경영비를 차지하는 항목은 20여 가지가 있으나 기본적으로 구성된 종묘비 등 5개 항목의 2013년~2015년 구성 비율을 보면 종묘비는 3.8%~4.2%를 차지하고 비료비 6.0%~6.2%, 농약비 4.1%~4.2%, 농기구비 2.1%~2.3%, 자재비 38.2%~39.3% 정도이다.

농약과 비료 이외의 항목은 고정비 성격이므로 식물 병해충과 관련된 비료와 농약 항목은 10% 내외를 차지하므로 병해충의 적절한 관리는 농가 소득 증대에 직접적인 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

농가 경지 면적과 부채

면적 (ha)	2009	2010	2011
~0.5	16504	18462	20126
~1.0	20616	23661	18495
~1.5	19127	20345	16239
~2.0	32382	22051	29187
~3.0	31227	25651	27098
~5.0	34852	42212	37547
~7.0	61857	83858	52395
~10.0	82235	83478	106648
>10.0	73307	79950	88435
평균	26268	27210	26035

단위 : 천원

우리나라 농가수는 2012년 115만호로 총가구의 6.4%이며, 1ha 미만의 경지면적 농가수는 76만호로 전체 농가의 66%를 차지하고 있으며, 2009년~2011년은 평균 2천6백~7백만 원을 유지하고 있다. 국가의 경지면적 확대 정책 시행에도 불구하고 영세농이 대부분인 것을 알 수 있다.

농가 부채는 농가의 경지 면적이 증가할 수록 같이 증가하며, 특히 10ha 정도의 경지 면적 소유 농가는 7ha의 농가 보다 약 2배의 부채를 갖고 있다. 농가 부채는 농업용 부채 보다 개인 가계 부채가 증가하기 때문이다. 따라서 농가 부채는 농업 소득 향상뿐만 아니라 농업 순수익 향상에 저해 요인으로 작용하고 있다.

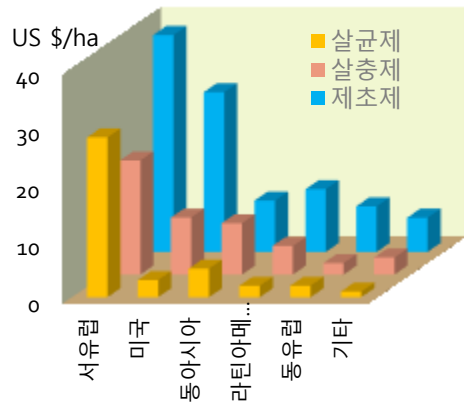
4. 세계 농작물 병해충 피해

세계 병해충 잡초에 의한 농작물 손실

지역	손실률 (%)	손실액(%) 10억 U.S.\$
유럽	28.2	16.8 (6.9)
오세아니아	36.2	1.9 (0.8)
북 중 아메리카	31.2	23.0 (9.4)
러시아	40.9	22.0 (9.0)
남아메리카	41.3	21.8 (11.2)
아프리카	48.9	12.8 (5.3)
아시아	47.1	145.4 (59.7)
계		243.7

(1988 ~1990, FAO)

세계 농약 사용 비용 (1990, FAO)



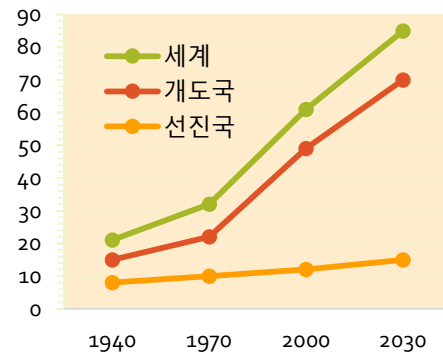
현대 세계 농업의 최고의 가치는 가능한 농약 사용을 최소화하면서 농작물 생산성을 확보함과 동시에 증대 시킬 수 있게 하며, 동시에 자연 환경에 부담을 주지 않도록 하는 것이다. 식물바이러스학은 바이러스, 세균, 곰팡이, 각종 해충과 잡초 분야를 대상으로 하고 있기 때문에 앞으로 영속적인 연구와 투자가 필요하다는 것은 자명한 것이다.

세계 대륙 별 병해충 잡초에 의한 농작물 손실률은 유럽이 28.2%로 가장 낮으며 아시아와 아프리카의 손실률은 각각 47%, 49%로 거의 절반에 달한다. 손실액은 우리나라가 속해 있는 아시아가 60%를 차지하고 있다. 그러나 오세아니아 0.8%, 다른 대륙들은 10% 내외이다(FAO). 농업 선진국에서는 피해가 적고 개도국 들에서 피해가 많다.

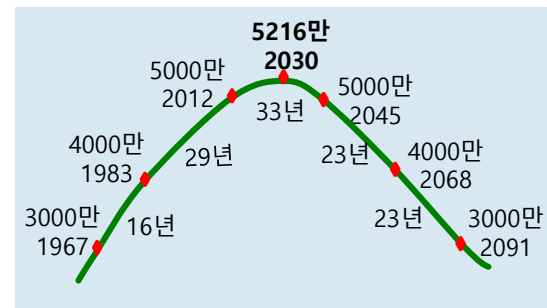
한편, 대륙 별 농약 사용 비용은 유럽이 가장 적으며 다음으로 미국, 동아시아 순이다. 유럽은 병해충 잡초에 의한 손실률이 적는데 그 원인은 병해충 잡초를 방제하기 위한 농약 사용량이 많기 때문인 것을 알 수 있다. 따라서 농약 사용량은 경제력이 부족한 개도국에서 적다.

4. 인구 변화

세계 인구 변화와 예상



우리나라 인구 변화와 예상



2030년의 세계 인구는 약 85억 명 정도로 예상되며, 개도국 인구는 70억 명, 선진국 인구는 15억 명으로 추정된다. 2030년 개도국의 농업인구는 50% 정도로 추정하면 약 35억 명 정도이다. 2030년 개도국의 인구 증가는 선진국에 비하여 5배 정도로 늘어나며 농작물 손실률 또한 2배 이상 높을 것으로 예상되어 식량 부족은 개도국, 특히 아시아 지역의 인구는 약 45억 명으로 세계인구의 절반을 차지하고 식량난은 더욱 심화될 것으로 예상된다(유엔인구기금).

우리나라 인구수의 변화는 1983년 4천만 시대를 시작으로 2012년 5천만 명을 넘어섰으며, 2030년 5,216만명을 정점으로 최대의 인구수가 될 것이며 2045년까지 5천만 시대는 33년간으로 전망 된다. 2045년 이후 2068년에는 4천만 명으로 감소할 것으로 예상된다.

2030년의 인구 증가율은 -0.25%로 낮아지기 때문에 인구 정책이 최우선 순위임을 알 수 있다. 그러나 2016년 우리나라 식량자급률이 46.7%에 불과하므로 식량 확보 측면에서 인구 감소는 영향이 거의 없으므로 지속적인 식량 확보는 중요한 문제이다.

5. 자유무역 협정과 식물의학



세계 경제는 국가간 무역장벽인 관세를 철폐하는 자유무역협정 FTA으로 급속히 개방화 되고 있다. 2015년 발효된 국가는 중국을 비롯하여 15개국에 달하며, 우리나라 경제영토는 세계의 73.2%에 달한다. 우리나라 경제영토가 넓어짐에 따라서 무역 의존도가 높은 우리나라는 경제를 발전시키기 위하여 수출입 증가가 빠른 속도로 확대 될 것이다.

국제적인 FTA 환경에서 농산물 수출입도 급속히 증가할 것이므로 병해충에 감염되지 않은 건전하고 품질이 좋은 농산물을 수입하여 우리나라에 새로운 병해충이 유입되지 않도록 하는 방법은 국경검역 기술이 유일하다. 세계 모든 국가들은 농산물 수입 시 국경검역 또는 현지 검역을 통하여 자국에 발생하지 않거나 발생하여도 피해가 클 것으로 예상되는 병해충에 감염된 농산물을 차단하고 있으며 이것은 FTA 환경에서 용인되는 제도이다. 따라서 병해충의 신속한 정밀 진단기술을 보유한 선진국가들 만 농산물 수입을 효과적으로 차단할 수 있다. 반대로 신속 정밀 진단기술이 발전하지 못한 후진국에서는 선진국에 대응할 수 있는 방법이 없다.

식물 병해충의 신속 정밀 진단기술의 지속적 개발과 현장 적용은 식물의학의 한 분야이며, 그 중요성에 대하여 아무리 강조해도 지나치지 않다. 2001년 이후 우리나라에 새로 유입된 30여종의 바이러스들이 농업현장에서 농작물 생산에 경제적 사회적 피해를 주고 있는 심각한 현실을 잘 알고 있다. 식물 바이러스와 관련된 각종 매개충인 해충의 유입, 발생과 피해로 인하여 농업기반이 약화되고 국가 경제에 부정적인 영향을 미치고 있다.