

하우스 인접퇴비는 생리장해 원인

영남대학교 농축산대학

교수 정 희 돈

작물을 시설내에서 재배한다는 것은 재배환경을 외부와 인위적으로 차단한 상태에서 집약관리를 하는 것으로 뜻하지 않은 생리장해가 발생하기 쉽다. 일반적으로 생리장해의 발현증상은 자칫하면 병·해충의 증상으로 오인하여 경제적 손실을 입기쉬운데 겨울철 시설원예에서 발생하기 쉬운 생리장해의 원인과 대책에 대하여 알아본다.

재배환경조성을 위한 외부와의 차단방법에는 여러가지 종류가 있겠으나 본 난에서는 주로 폴리에틸렌 필름을 덮은 소위 비닐하우스(이하 하우스)에서 겨울의 저온기에 작물을 재배할 때 일어나기 쉬운 몇가지 생리적 문제에 대하여 알아보기로 한다.

시설내에서 일어나는 생리적 장해현상은 이미 많은 곳에서 다루어져 왔다. 그런데 그 원인을 살펴보면 어느 한가지 조건이 한

가지의 장해만을 유발하는 것이 아니라 한가지의 조건이 여러가지 장해를 동시에 발생시키는 것을 볼 수 있다. 그래서 항상 복합적으로 생리적 이상을 초래케 한다.

그 조건을 크게 나누어 보면, 지나친 저온 또는 고온에 의한 것, 가스발생, 각종 영양분의 시용 또는 흡수에 있어서의 불균형 등으로부터 발생하는 것이 대부분이다.

생리적장해란 병, 충해의 원인에 의해서가 아니라 말 그대로 환경에 의해서 일어나는 식물체 내의 이상변화이다. 즉 자연조건과 단절된 공간에서 재배하기 때문에 완벽한 시설이 아니고서는 최적조건을 주기 보다는 이상조건(異常條件)이 되기 쉽다. 그래서 비정상적인 영양생장(營養生長) 또는 생식생장(生殖生長)을 유발하고, 조직과 세포내에서도 나타나는 경우가 많다. 예를 들어 같은 농도의 비료, 농약, 또는 생장조절제를 처리하였더라도 시설내이기 때문에 장해가 발생하기 쉬운데 생리장해를 원인으로 살펴보기로 한다.

가스장해

시설내에서 발생하는 가스는 발생원(發生源)에 따라 가스의 종류도 다르고 또 작물에 따라 피해를 주는 양상과 정도가 매우 다르다.

발생원을 보면 ① 난방기로서 스토브나 온풍기(溫風機)를 사용할 때 완전연소가 일어난다 하여도 일산화탄소(CO)나 아황산가스(SO₂)의 발생이 필연적으로 일어나는데 만일 연소가 불완전하면 더욱 심하고, 기계의 점화

나 불을 끌때는 자연 불완전연소에 의한 가스발생이 많다.

연탄가스, 不可視장해 심각

연탄의 일산화탄소피해는 매우 심각하다. 이에 관한 정확한 조사가 매우 어려워 우리나라의 시설조건에서 얻은 명백한 자료는 아직 없지만 연료의 연소에서 발생한 가스피해가 육안으로 구별할 수 있을 정도는 아니지만 실제로 시설내에서 아주 적은 농도의 가스에 의해서 세포가 생리적으로 피해를 입어 광합성이 억제되고 수량 및 품질이 저하되는 소위 불가시장해(不可視障害)가 매우 크다는 것은 잘 알려져 있다.

먼저 SO₂와 NO₂ 가스에 의한 피해를 보면(표1) 이 두 가스를 일정한 농도로 혼합하여 토마토와 무우에 4시간 노출시켰을 때 장해정도는 작물에 따라 차이가 있으나 NO₂ 15pphm, SO₂10pphm에서 가장 많은 피해를 입었다.

SO₂가스, 해면조직까지 파괴

일반적으로 SO₂가스는 0.1~0.3ppm(천만분의 1의 농도)에서 탄소동화작용이 억제된다고 한다. 또 SO₂가스는 잎세포의 책상조직(柵狀組織)과 해면조직(海綿組

〈표 1〉 아질산과 아황산혼합가스에 4 시간동안 노출시킨후 잎 표면에 나타난 피해율

아질산가스(pphm)	아황산가스(pphm)	피해율(%)	
		무우	토마토
5	5	1	0
5	10	0	0
5	20	0	0
5	25	0	1
10	5	1	0
10	10	27	1
15	10	24	17

* pphm(parts per hundred million)

織), 그리고 잎 뒷면의 표피세포를 파괴시키는데 이것은 오존가스가 책상조직에만 피해를 주는 것과는 다르다.

우리나라의 하우스는 대부분 환기시설이 거의 없고, 있어도 최소한의 환기창을 만들어 두고 있으며 이것도 온도유지 때문에 좀처럼 열지 않으므로 그 피해의 위험이 항상 존재한다.

② 질소질비료의 시비에 의한 암모니아(NH₄ 혹은 NH₃) 또는 아질산(NO₂)가스의 피해가 때로는 치명적일 수가 있다.

암모니아가스는 유안이나 요소를 사용한 후 일주일 이내에 발생하고 아질(초)산가스는 한 달 정도 지나서 발생한다. NO₂가스는 질소비료를 사용한 토양이 알

카리성일 경우 질산화균의 작용이 억제되었을 때 많이 생성되므로 주의를 요한다.

유기질비료에 의한 피해 많아

무기질비료외에 유기질비료에 의하여 장애를 일으키는 경우가 대단히 많다.

최근 조미료생산후 나온 부산물로 만든 유기질비료가 많은데 이를 밀폐된 하우스나 터널에 시비하고 환기를 철저히 하지 않으면 질소가스의 피해를 입을 수가 있다. 유기질비료에는 유기태의 질소함량이 40~60%정도 들어 있다. 그래서 이 비료들이 분해를 하면 상당량의 가스가 발생하고 이 가스는 겨울철 야간에 기압이 낮으면 분이 단힌 하우스

〈표 2〉 가스로 인한 과채류의 작물별 피해정도

작물의 종류	가스 농도		아질산가스(NO_2) (ppm)		암모니아가스(NH_3) (ppm)	
			5~10	12~19	10~17	20
토마토			7.8%	31.2%	25.9%	34.0%
가지			18.3	65.0	0.8	17.0
고추(피만)			4.0	30.0	2.5	23.9
딸기			2.8	18.7	14.0	27.0
마스크멜론			5.6	9.2	-	3.3
오이			15.4	19.2	1.8	-

※|작물을 정하여둔 농도에 2시간동안 가스실에 넣어둔 후 잎에 나타난 피해 정도(%)를 표시한 것.

의 땅가까이에 낮게 깔려서 확산되기 때문에 순식간에 전 하우스의 작물에 피해를 줄 수도 있으므로 각별한 주의를 요한다.

여러 포장에서 목격된 바에 의하면 출입구나 환기창이 있는 쪽일수록 피해가 적고 먼 곳일수록 많았다.

하우스 근처의 퇴비도 위험

또 한가지 주의할 것은 하우스의 가까이 특히 서북쪽에 두엄이나 퇴비를 쌓아두지 말아야 한다. 겨울철에 이것이 썩으면서 나온 가스가 야간에 하우스내부가 다소 고온이고 외기온이 차가울때 기압차에 의해서 하우스의 조그마한 틈만 있어도 그사이로 상당량의 질소가스가 빨리 들어가게

된다. 본인은 멜론의 경우 식물 전체가 푸른상태로 즉시 말라죽는 것을 실제로 경험하여 보았다. NO_2 가스는 기름연료가 탈때도 발생하는데 작물마다 10~200 ppm(0.001~0.02%)에서 장해를 입는다.

질소가스는 작물에 따라 반응이 매우 달라 아질산가스는 가지는 12~19ppm의 농도에서 65%, 토마토는 31%의 피해를 입는데 암모니아가스는 그 범위의 농도에서 가지는 17%, 토마토는 34%의 피해율을 나타내었다(표2)

고농도 질소가스, 푸른채 枯死

질소가스의 피해는 몇가지 형태로 나타나는데 농도가 어느정도 낮을 때는 잎끝이 누렇게 마



〈그림 1〉 암모니아가스 장애를 입은 피만고추의 잎과 과실

르든가 잎표면의 엽맥사이에 황갈색의 괴사(壞死)반점이 생기며 심하면 잎, 줄기 및 과실에도 나타난다(그림1). 그러나 농도가 높으면 식물전체가 푸른상태로 말라죽는다.

저온장애

온도는 주로 하우스내의 기온만 생각하는데 사실은 땅온도(地溫)가 더욱 중요하다. 적당한 지온은 뿌리생장과 뿌리털(根毛)의 발달을 좋게하여 양·수분의 흡수를 원활하게 하므로서 지상부생

육을 지배한다. 일반적으로 최저지온은 기온(하우스내의 온도)5~8℃이상 높은 것을 요구한다.

地溫이 실내온도보다 더욱 중요

최저기온은 표3에서 보는 바와 같이 토마토는 8℃, 딸기는 무려 10℃이상의 높은 지온을 요구한다. 그리고 모든 과채류의 최저지온이 13℃인 것만 보아도 알수 있다.

저온은 육묘기나 어린식물일 때는 잎은 물론이고 꽃눈형성이나 성장점에 피해를 주고, 어느 정도 성장한 후에는 잎에 저온장

〈표 3〉 몇가지 주요채소작물의 생육에 필요한 온도범위(°C)

채 소 작 물	낮 기 온		밤 기 온		지 온		
	최고한계	적 온	적 온	최저한계	최고한계	적 온	최저한계
토 마 토	35	25~20	13~ 8	5	25	18~15	13
가 지	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
피 만 고 추	35	30~25	20~15	12	25	20~18	13
오 이	35	28~23	15~10	8	25	20~18	13
수 박	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
온 실 멜 론	35	30~25	23~18	15	25	18~15	13
딸 기	30	23~18	10~ 5	3	25	18~15	13

해가 나타난다.

토마토는 육묘기에 저온을 만나게 되면 자방(子房)내의 심실에 이상생장을 초래하여 기형과가 생긴다. 토마토는 육묘기때 이미 제3화방까지 꽃눈이 분화되므로 이때 저온이 조우(遭遇)하게 되면 저단화방에서 많은 기형과실이 발생한다.

토마토재배에 있어서 경제적 재배한계온도는 지온이 10°C, 기온은 5°C 전후이고 최저지온이 6°C 이상이 되면 큰 피해를 입지 않는 것으로 알려져 있다.

고추는 저온지속시 結實 못해

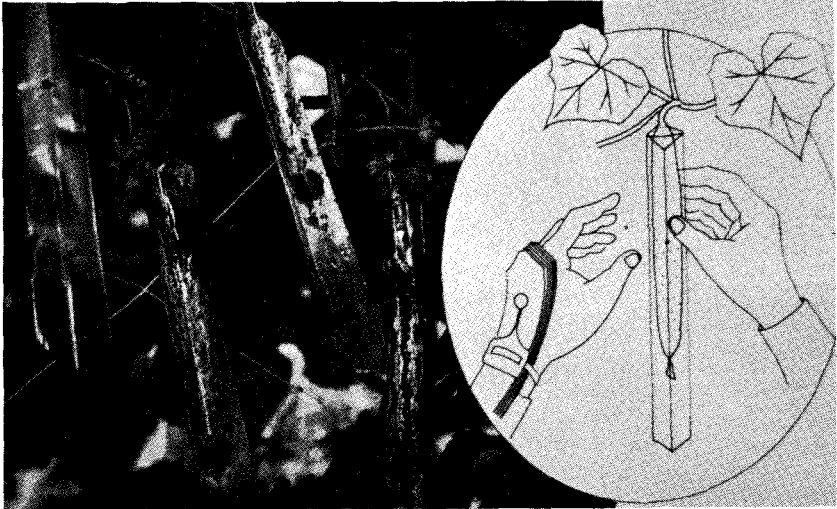
고추는 육묘기에 저온이 계속 되었을 경우 꽃눈이 전부 떨어지고 영양생장만 계속한다.

고추나 토마토는 0°C에 가까운 온도에 상당기간 두어도 처음에

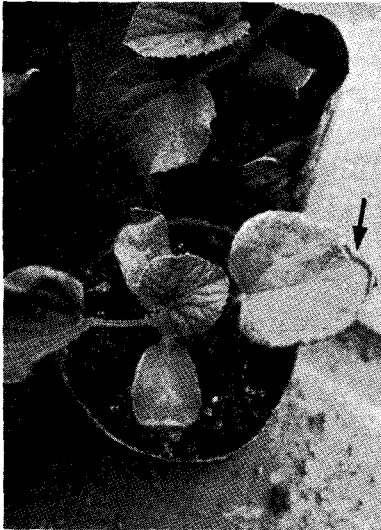
잎이 약간 아래로 처지는 정도의 증상을 보이거나 정상온도에 옮겨 두면 즉시 회복하여 이상이 없는 것같이 보이거나 이것이 장기간 또는 자주 반복되면 낙화, 낙과 또는 기형과의 발생원인이 된다.

투명프라스틱으로 曲果 방지

오이는 저온에 약한 작물로 4~5°C의 저온에 피해가 나타나며 잎 끝이 수침상(水浸狀)으로 되었다가 말린다(그림2). 과실착과기에 저온이 되면 끝이 가늘고 비대가 중지되어 버리든가 굽은 과실(曲果)이 많이 발생하는데 최근 일본에서 소개되고 있는 투명프라스틱 파이프를 과실에 끼워서 물리적으로 굽는 것을 방지하는 방법이 있는데, 이는 이용해볼만 한 것으로 보인다(그림3) 이것은 과실이 굽는 것을 막기도



〈그림 3〉 오이의 과실이 굽는 것을 방지하기 위하여 연한 투명 플라스틱 파이프를 끼우는 장면(右)과 플라스틱을 끼워 재배하는 오이(左)



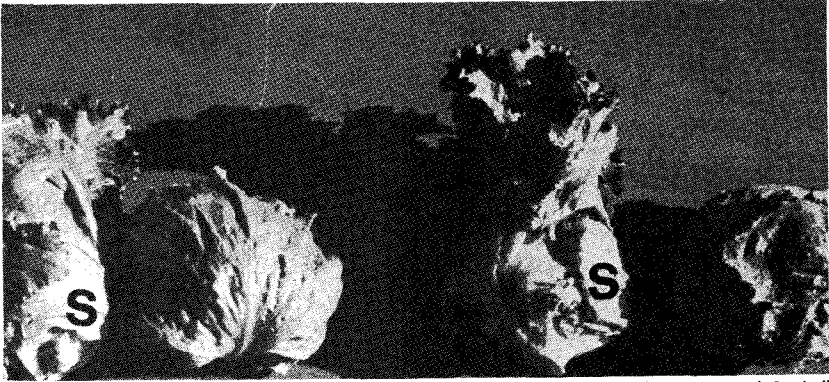
〈그림 2〉 오이육묘시 저온피해를 받은 잎(화살표)

하지만 각종 오염도 피할 수 있어 더욱 흥미로운 착상이라 할 수 있다.

딸기는 개화시에 5°C 이하가 되면 피해(낙화 및 기형과 발생)가 심한데 토양이 건조하면 피해가 더욱 심하다.

결구상치, 나선형으로 변형

결구상치는 저온에 매우 강하여 0°C 이하가 되어 결실이 얼어도 낮에 기온만 회복하면 곧 원상태로 회복하나 저온이 계속되는 상태에서 결구가 되면 속이 텅빈 나선형의 구가 많이 생긴다(그림4).



〈그림 4〉 결구상치(그레이트 레이크스)를 하우스에서 재배할 경우 저온기에 결구한 것은 나선형을 나타내고 있다(S표시)



〈그림 5〉 고온에서 육묘한 순댓이형(芯止) 토마토묘를 양액재배시설을 한 온실에서 재배하고 있으나 화방이 보이지 않는다.

고온장해

기온이 생리적 적온을 넘어서

면 호흡이 급격히 늘어나서 식물체내의 탄수화물소비를 현저히 증가시키게 되어 연약한 식물이

된다. 이런 현상은 가지과 작물에서 꽃눈형성에 매우 나쁜 영향을 주게 된다. 토마토는 화분의 발달기에 고온이 되면 화분의 수정능력이 감소되어 낙과의 원인이 된다.

또 토마토를 지나친 고온으로 육묘하면 화방의 발육이 불량해지는데, 그림5는 순댓이형 토마토를 고온에서 육묘한 결과 화방의 출현이 없든가 있어도 아주 약한 현상을 보였다.

고온·다습은 웃자람 초래

경남 남지의 고추재배하우스는 거의가 3/4식을 변형한 형태인데 매우 낮고 환기창도 거의 없다. 그래서 3~4월의 한낮의 온도

가 40℃를 훨씬 넘게 된다. 거기다 관수를 자주 하게되어 수분이 포화상태로 되어있어 고추의 과실의 자람은 좋을지 모르나 웃자람을 심하게 하고 낙화된 것이 골에 즐비한 것을 그곳에 갈 때 마다 목격할 수 있었다.

고온에서는 같은 농도의 농약을 살포했을 때도 가끔 피해를 보는 경우가 있고 호르몬처리의 경우도 같다.

생장조절제의 장애

저온기의 하우스재배는 화분을 옮겨주는 매개(媒介)곤충이 없으므로 인공수분을 하여야 착과되는 작물이 있다.



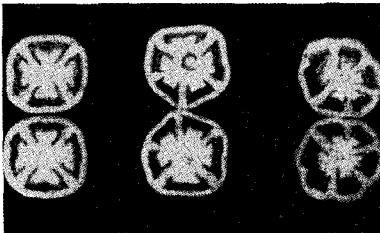
<그림 6> 참외에 호르몬제를 처리하는 모습. 여기서 호르몬제라고 함은 각종 생장조절제를 단용 또는 혼합하여 사용하는 약제를 말함.

그러나 토마토, 참외, 딸기와 같은 작물은 동시에 많은 개화가 되고 과실수도 많아서 일일이 수분을 하기 어렵다.

그래서 시설재배의 경우 대부분 생장조절제를 사용하여 단위결과(單爲結果)을 유도한다(그림 6).

수분어려워 생장조절제로 단위결과

참외는 농도가 높으면 속이 빨리 성숙하여 소위 “농”하여 과육이 빨리 연화(軟化)되어 상품가치를 저하시킨다.



〈그림 7〉 토마도톤을 고온기에 높은 농도로 처리한 결과 전부 속이 빈 과실로 되었다.

토마토는 고온기에 높은 농도로 살포하면 과피(껍질부분)만 비대하고 과육의 비대가 일어나지 못하고 공동과가 된다.(그림 7). 공동과는 약제처리부위가 과경부(果梗部)일 때도 발생한다.

딸기는 아직 공식적으로 추천된 약제(호르몬)는 없으나 많은 축성재배농가에서 여러가지의 약

제를 사용하고 있는데 높은 농도로 인하여 기형과 발생과 본래의 과실크기보다 지나치게 비대하여 속이 빈 과실이 생긴다.

가스발생제는 母柱에 위험성

또 에스렐같은 가스발생제를 처리하여 성숙을 촉진시키는 데 바람직스럽지 못한 것은 높은 농도로 처리하기 때문에 모주(母柱)까지 못쓰게 하고있는 경우가 많다. 그래서 상인들이 하우스째로 선매(先買)하여 과실을 수확하면 완전히 딸기발을 망친다는 말도 들은바 있다.

생장조절제를 처리할 때는 고온기에는 추천농도보다 낮게, 그리고 저온기에는 다소 높게 처리하여야하며 반드시 환기를 해야 한다.

영양·기타장애

유리온실, 하우스 또는 간척지에서 연작(連作)할 때는 염류집적에 의한 피해가 심한데 그 증상은 아무 이상없이 뿌리의 생장이 안되고 지상부는 줄기와 잎이 왜화상태로 있다.

이러한 증상을 보여 의심이 나면 흙을 채취하여 가까운 농업시험장에 의뢰하면 즉시 전기전도

도(電氣傳導度)를 측정하여 판단을 받을 수 있다.

줄기등이 왜화상태면

電氣傳導度 측정해야

저온, 건조, 다습조건에서는 석회와 가리의 흡수가 지장을 받는다.

가리나 고토가 흡수불량 또는 부족하면 잎이 황백화(黃白化)한다(그림8).

석회부족하면 배꼽썩이병 발생

그리고 토마토에 석회가 부족하면 이미 너무 잘 알려진 배꼽썩이병이 발생하는데 이때는 석회를 토양에 시용하는 것보다 염화칼슘(CaCl_2) 0.4~0.5%액을 잎

에 수회 뿌려주면 쉽게 회복된다.

지면관계로 대략적인 주요원인 별로 살펴보았으나 실제 재배자의 입장에서 보면 보다 상세하고 정곡을 찌르는 말이 요구될 것이다.

그러나 문제는 자기가 재배하고자 하는 작물의 성질을 파악하고 그 지역에서 자기가 시도하고자 하는 재배방법이 타당한 것인가를 생각해야 한다.

중부이북지역에서 무가온(無加溫)으로 마스크멜론을 재배한다는 것은 대단한 무리이며 책에도 없는 생리적 장애가 얼마든지 일어날 수 있기 때문이다.



〈그림 8〉 가리와 고토가 부족한 사질토에 재배한 오이잎에 나타난 결핍증상. 가리는 잎주위부분이 회게 되고 마그네슘(고토)은 잎표면에 황백화현상이 일어난다.