

4 사이토카이닌

식물생장촉진제 인공비

개발중에 있는 물질인제

비에이(BA)인제

강 중 길 농약연구소 농약생물과(農博)

1. 발견의 역사

식물의 생장은 개개 세포의 신장(伸長) 뿐만 아니라 세포의 수가 증대되는 세포분열이 이루어져야 가능하다. 세포의 신장은 옥신과 지베레린에 의해 촉진되지만 1940년 이전에는 세포분열을 촉진시키는 조건을 알아낸다는 것이 아주 어려운 일이었다.

1941년 Van Overbeek 등이 배양액 중에 코코넛 과즙(coconut water 혹은 coconut milk)을 첨가

해본 결과 세포분열이 촉진됨을 보고 이 과즙내에 세포분열을 촉진하는 물질이 함유되어 있음을 알게 되었다. 이것을 계기로 steward와 Shantz는 1952년 이 과즙을 순수 정제하여 두가지 물질을 분리해냈다. 바로 diphenyl urea와 myo-inositol이었는데 이들 물질의 효과는 과즙의 효과와는 상이하였다. 이는 과즙내에 옥신 지베레린등 다른 물질도 많이 함유되어 있었기 때문으로 판단되었다.

1964년 결정화에 성공

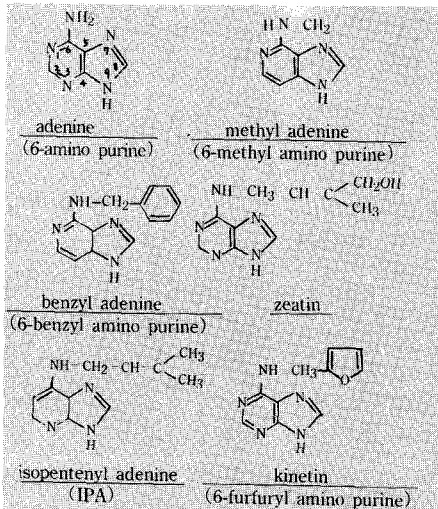
사이토카이닌의 발견은 조직배양에서 이루어졌다. 위스콘신 대학의 Folke Skoog 등은 담배조직을 이용하여 배지내에 옥신을 첨가하여 실험하였으나 세포분열은 일어나지 않았다. 1955년 Jablonski와 Skoog는 세포분열 유기물질 분리를 위하여 고온과 고압하에서 정어리의 정액 DNA를 가열하여 그로부터 DNA의 분해산물을 추출하였는데 이 물질이 담배조직의 세포분열을 야기시켜 이를 카이네틴(kinetin)이라고 불렀다. 이 물질은 6-furfurylaminopurine으로 밝혀졌다.

조직배양에 있어서 배지에 옥신만을 첨가하여 배양하면 세포신장만 일어날뿐 세포가 분열하지 않지만, 카이네틴이 첨가되면 이상 세포분열만 일으켜 세포 덩어리가 된다. 이와같은 세포의 집단을 캘러스(Callus)라고 부른다.

세포생장을 유도하기 위해서는 옥신과 kinetin이 필요하다는 것을 알게 되었다. 세포분열을 유기하는 모든 물질을 통틀어 카이닌(kinins)이라고 불렀다. 그러나 이미 동물학자들이 카이닌이라고 부르

고 있었기 때문에 동·식물학자간의 혼동을 피하고자 식물의 세포분열을 유기하는 물질을 사이토카이닌(cytokinin, cytokinesis=cell division)이라고 부르게 되었다.

식물체로부터 최초로 추출, 정제하여 결정화시킨 것은 1964년 Letham 등이 미성숙 옥수수 60kg에서 약 1mg의 사이토카이닌을 추출한 것이며 이것을 제아틴(zeatin)이라고 명명했다. 사이토카이닌 활성을 보이는 화합물은 전부 퓨린(purine) 화합물이다. 때문에 사이토카이닌은 퓨린의 6위 탄소에 아미노기를 가진 화합물이며 아미노기에 치환기를 가지고 있는 것이 특징이다. 한편 di-



사이토카이닌의 종류 및 화학구조

phenyl urea 가운데에서도 사이토카이닌의 활성이 강한 화합물도 나타나고 있다.

2. 사이토카이닌의 생리작용

가. 휴면타파

상추 종자가 발아하려면 수분, 공기, 온도 이외에 햇빛(光)이 있어야 한다. 가장 효과적인 광파장은 660나노미터(nm)의 적색부분이다. 이때 광대신에 카이네틴 처리를 하면 암소(暗所)에서도 상추 종자가 발아하므로 발아에 필요한 적색광을 사이토카이닌 처리로 대신할 수 있다. 또 사이토카이닌을 처리하면 감자 괴경의 휴면을 타파할 수 있다. 휴면의 원인은 ABA등이 존재하기 때문인데 사이토카이닌을 처리하면 ABA의 함량이 감소되는 것으로 알려져 있다.

나. 세포분열

사이토카이닌의 가장 중요한 효과중의 하나가 세포분열이다. 물론 세포분열에는 옥신도 필요하다. 담배, 콩 등의 캘러스에 옥신과 사이토카이닌을 동시에 처리하면 현저한 세포분열이 일어난다.

옥신이 10, 사이토카이닌이 1 정도의 비율일 때 그 작용성이 특히 현저하다. 이때 옥신햄량이 증가하면 발근이 촉진되고, 사이토카이닌의 함량이 증가하면 눈과 잎의 형성이 시작된다. 사이토카이닌은 DNA와 m-RNA의 합성을 증가시키며, 옥신은 세포분열의 ribosomal RNA 성분을 증가시키는 것으로 생각된다.

다. 세포비대

잎이 피어나는데 사이토카이닌이 관여한다. 사이토카이닌의 생합성이 일어나는 뿌리의 선단부위를 자르면 잎이 피지 않으나 사이토카이닌을 처리함으로써 뿌리의 선단이 없어도 잎은 피어난다.

옥신과 지베렐린이 세포의 종적 신장을 촉진하는데 반하여 사이토카이닌은 세포의 횡적 비대를 촉진한다. 이것은 사이토카이닌 처리시 식물체의 형태적 변화가 일어남을 의미하며, 과실에 처리하면 과실 모양이 달라질 수 있음을 뜻한다.

라. 잎의 노화지연

절단한 식물체의 잎을 물에 담그어 두면 RNA와 단백질이 소실

되어 황화되지만 카이네틴을 처리하면 황화가 지연되기 때문에 노화가 크게 억제된다. 서로 마주보고 있는 콩의 제1엽중의 하나에 benzyl adenine(BA)을 처리하면 처리하지 않은 잎의 노화가 촉진된다. 이는 처리하지 않은 잎의 유기물 및 무기물이 처리한 잎으로 이동하기 때문이다. ^{14}C 아미노산 용액에 성숙한 잎의 엽병부분을 담그고, 잎에 부분적으로 사이토카이닌을 처리하면 처리부위에만 아미노산이 집적함을 볼 수 있는데 이는 사이토카이닌이 식물체의 다른 부분의 아미노산과 무기물을 이동시켜 처리된 조직에 축적하는 것으로 알려져 있다. 사이토카이닌은 ribonuclease(RNase)의 활성을 감소시켜 RNA의 분해를 막음으로써 결국 분해과정이 저지되어 노화가 억제되는 것으로 보고 있다.

마. 엽록소 형성 촉진

고등식물을 암실내에서 생육시키면 엽록소가 없는 황색 자엽을 가진 식물체가 된다. 여기에 광(光)을 조사하면 수시간이 지난 뒤에 엽록소 합성이 시작되지만, 암실내에서 자엽에 사이토카이닌

을 처리하면 일정시간의 경과없이도 광조사와 동시에 엽록소 형성이 촉진된다. 또한 광합성능(光合成能)을 촉진시켜 작물의 증수에도 일조를 하는 것으로 알려져 있다.

바. 측아신장 촉진

식물의 키가 커지고, 특히 맨위에 있는 눈의 세력이 좋은 것을 '정아우세'라고 한다. 이는 옥신의 작용 때문이다. 사이토카이닌을 처리하면 측아신장을 크게 촉진할 수 있다. 가령 과수원에서 적당한 측아발생을 유도할 목적으로 이용함으로써 이상적인 수형을 유지할 수 있다. 사이토카이닌은 옥신작용의 정아우세에 대하여 길항작용을 하지만 사이토카이닌은 불이동성 호르몬이므로 그 효과를 보려면 측아에 처리해야 한다.

사. 과실과 종자의 발육촉진

자방은 수정후에 과실이 된다. 과실발육의 초기단계에서 자방의 생장은 활발한 세포분열에 의해 이루어진다. 그 이후는 세포의 신장으로 이루어진다. 자방의 생장은 사이토카이닌 처리로 조절할 수 있다. 이는 과실이 최대 세포

분열을 할 때 사이토카이닌의 농도가 아주 높아지고, 또한 절단된 식물체의 조직은 사이토카이닌이 없을 경우 세포분열이 일어나지 않기 때문이다. 사이토카이닌은 과실과 종자의 발육에 중요한 역할을 하는 것으로 여겨진다. 다행히 이러한 작용성을 이용하여 최근에 몇몇 성장조정제가 개발 보급되고 있음은 껍이나 고무적인 일이다.

3. 사이토카이닌의 사용방법

가. 인돌비 액제

단백질과 지방의 함량이 많은 콩과작물은 주식혼용(主食混用) 또는 가공식품으로 이용되어 왔다. 콩은 콩나물로 오래전부터 식용되어 왔다. 콩나물은 어느 정도 흡수시킨 콩을 20°~25℃의 암소에서 하루 4~5회씩의 관수로 일주일 가량 재배하여 생산하는 채소식품이다. 김치류와 더불어 비타민의 공급원으로 중요한 부식원

이 되고 있다.

콩나물은 고려시대 이전부터 식용한 우리의 고유식품이다. 옛부터 대두황권(大豆黃卷)이라 불리면서 대중식품으로 널리 이용되어 왔다. 가정에서도 재배하기 쉽고 값이 싸다. 또한 tryptophan과 lysine 등 아미노산이 풍부하게 함유되어 있어 주식인 쌀에 부족한 이들 필수아미노산을 보충할 수 있다. 뿐만 아니라 다량의 비타민 C를 공급해준다. 콩나물의 생산업체수는 표1에서 보는바와 같이 전국에 약 2,200~2,500개나 된다. 콩나물콩의 연간소요는 60,000~65,000M/T이고, 국민 1인당 소비량은 12~13kg 정도로 추산하고 있다.

콩나물 성장촉진제 인돌비

콩나물은 콩의 간단한 발아과정이라고 단정할 수도 있겠지만 실제로는 콩에 아무런 처리를 하지 않고 그대로 재배하면 대개의 경우 콩나물의 뿌리가 매우 길어지고, 하배축(下胚軸)이 가늘어지

표1. 콩나물 재배현황

원 료 콩	콩나물 생산량	국민1인당 소비량
60,000~65,000M/T	480,000~520,000M/T	12~13kg

며 잔뿌리가 아주 많아져 품질이 떨어지게 된다. 또 가정에서 잔뿌리 다듬기에 많은 시간과 노력이 들게 된다. 특히, 콩나물을 가공하여 통조림으로 생산하는 기업에서는 가공이 거의 불가능하게 되며, 상품의 품질저하를 초래하는 등 여러가지 문제점이 생기게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자 개발된 식물생장조정제가 인돌비액제이다.

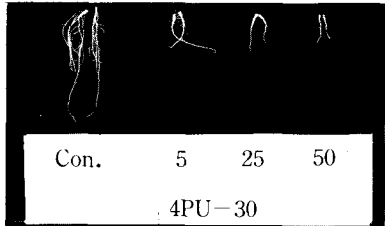
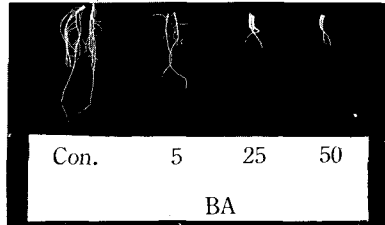
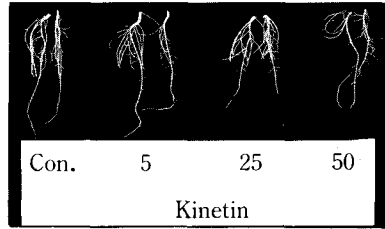
인돌비액제는 1982년 우리나라에 등록된 식물생장조정제다. 옥신의 일종인 IAA가 0.3%, 사이토키닌의 일종인 BA가 0.2% 함유된 콩나물 성장촉진제이다.

처리 2시간전후엔 관수삼가

사용방법은 콩을 물에 불린뒤 싹이 0.5cm정도 나왔을 때 인돌비 100ml를 물 12l에 희석하여 콩 1가마(75kg)당 희석액 6l를 골고루 살포한다. 다시 24시간 후에 나머지 6l를 살포한다. 콩을 불리는 과정이나 물을 주는 방법은 재래식 콩나물 재배방법과 같다. 인돌비 처리 후에는 콩나물을 젖은 가마니로 덮어주는 것이 좋다. 처리후 약제가 물에 씻겨 내려갈 우려가 있으므로 약제처리 2시간 전

후에 관수를 해서는 안된다.

약액에 침전물이 생겼을 경우에는 약병을 따뜻한 물에 넣어 침전물을 용해시켜 사용한다. 유효성분중 옥신의 일종인 IAA는 태양



콩나물 잔뿌리 발생에 미치는 사이토키닌의 효과

(사진 각각 왼쪽으로부터 무처리 및 5, 25, 50ppm 처리시의 효과이다. 인돌비의 한 성분인 BA처리시 잔뿌리의 발생이 크게 억제됐으며 흙뻗의 개발명인 4PU-30의 효과도 우수하다.)

광선이나 고온 등에 쉽게 분해되거나 불안정하므로 유통중이거나 사용후 남은 약은 직사광선을 피해 반드시 섭씨 5°C이하의 냉장고에 보관해야 한다. 약효보증기간이 지난 약제는 사용해서는 안된다. 인돌비 액제를 처리하면 콩나물의 하배축이 굵어지는데 이는 사이토카이닌의 일종인 BA의 세포의 횡적 비대에 의한 것이다. 잔뿌리 발생이 거의 없어지는 것 또한 BA의 처리 효과이다.

나. 홀멧 액제(개발중)

이 약제의 유효성분은 forchlorfenuron이다. 일본 동경대학 약학부의 岡本, 首藤 등에 의해 개발된 강한 사이토카이닌성 활성을 가진 신규 화합물로 세포분열을 촉진하고 세포수를 증가시킨다.

표2. 홀멧액제의 물리화학적 성질

구분	물리화학적성질
일반명	Forchlorfenuron
분자식 (분자량)	C ₁₂ H ₁₀ ClN ₃ O(247.68)
외관	백색 결정상의 분말
용점	171°C
용해성	물에 난용 메타놀, 에타놀, 아세톤에 쉽게 용해
안정성	실온 보관시 3년이상 안정 열, 빛에 대해 안정

홀멧의 물리화학적 성질은 표2와 같이 분자식은 C₁₂H₁₀ClN₃O이고 분자량은 247.68이다. 실온보관시에도 안정된 물질이다. 유효성분 함량은 0.1%로 일본에서는 이미 사용되고 있고 국내에서는 개발중에 있는 약제이다.

포도 및 양다래의 과립이나 과실을 비대시키고, 메론의 착과를 촉진시키는 효과를 가지고 있다. 국내에서도 곧 개발되어 농가에 보급될 것으로 전망된다.

다. 비에이(BA) 액제(개발중)

사이토카이닌 중에서 가장 널리 사용되는 대표적인 약제이다. 세포분열, 기관의 분화 및 형성을 촉진하며 정아우세에 길항적으로 작용하여 측아의 생장을 촉진하고 광발아종자의 발아촉진등 다양한 생리작용이 알려져 있다. 세계적으로 많이 사용되고 있으나 국내에서는 아직 개발 중에 있다.

유효성분은 Benzylaminopurine(BA) 3.0% 함유된 액제로 분자량은 225.3이다.

포도의 무종자화, 사과와 측아 발생촉진 및 수도의 노화방지용으로 사용되고 있다.

<다음호에 계속>