

## 7 새로운 식물호르몬

### 브라시노 스테로이드 (Brassino Steroide)

강 충 길 농약연구소 농약생물과(農博)

#### 1. 발견의 역사

1970년 미농무성의 미첼 등은 유채의 화분(*Brassica napus* L.)에서 추출한 브라신(brassin)이라는 물질이 핀토콩(brassin)이라는 물질이 핀토콩(pinto bean)의 제2절간장을 크게 신장시키는 강력한 성장 촉진효과를 발견하게 되었다. 1971년 이러한 현상이 세포신장과 세포분열에 의하여 유기되는 현상임을 워리와 미첼에 의하여 알게 되었고, 유채 화분 40kg에서 브라시노라이드(brassinolide)라고 칭하는 물질 4mg을 추출하는데 성

공하였다. 1979년 그로브 등에 의하여 브라시노라이드의 구조가 [(22R, 23R, 24S)-2 $\alpha$ , 3 $\alpha$ , 22, 23-tetrahydroxy-24-methyl-B-homo-7-oxa-5 $\alpha$ -cholestan-6-one)으로 밝혀지게 되었다.

#### 제6의 식물호르몬

기존 식물호르몬에는 다섯가지가 있는데(옥신, 지베렐린, 사이토키닌, 에치렌, 앱사이식산), 브라시노 스테로이드는 제6의 식물호르몬으로 불리워지고 있다.

브라시노스테로이드에는 그림1에서와 같이 23종류가 알려져 있

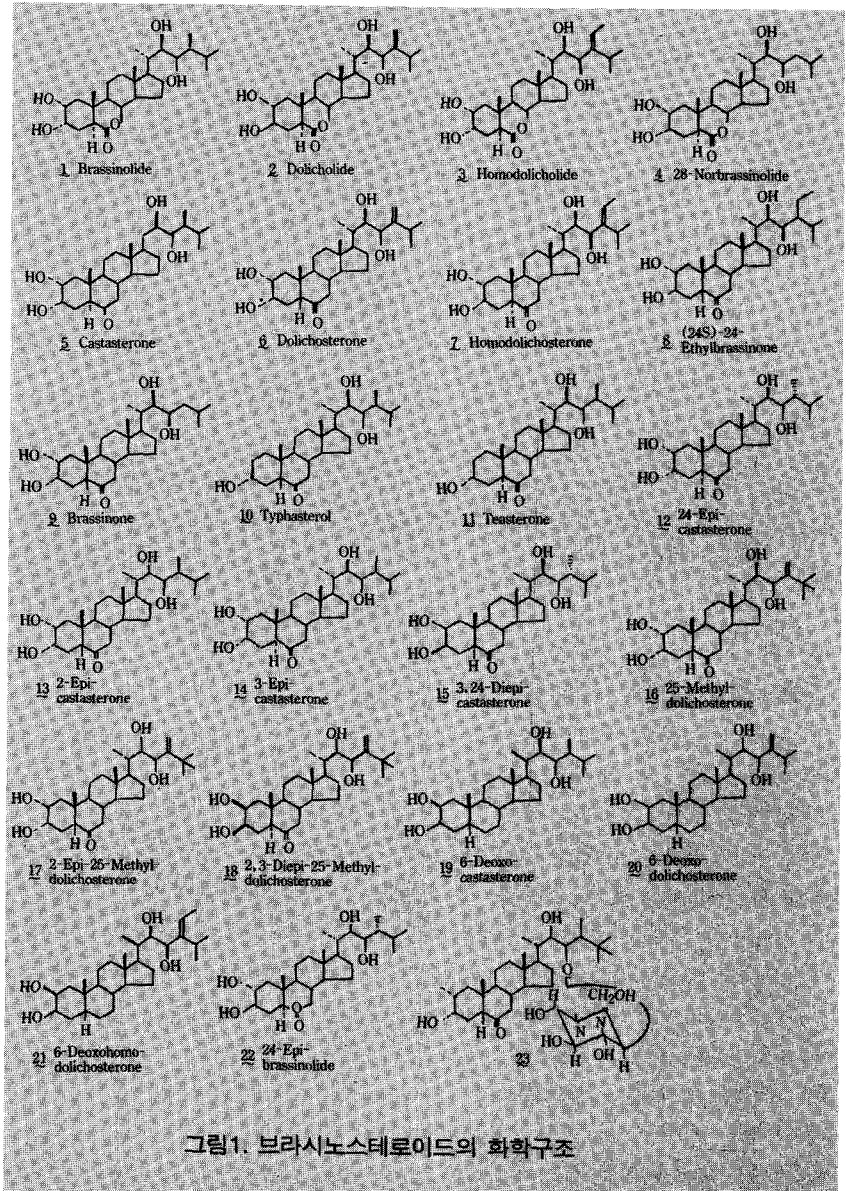


그림 1. 브라시노스테로이드의 화학구조

다. 이들 중에서 브라시노라이드(brassinolide), 에피브라시노라이드(22R, 23R-epibrassinolide) 및 호모브라시노라이드(22S, 23S-homobrassinolide)가 활성이 강한 것으로 알려져 있다.

1981년 톱슨 등은 브라시노라이드의 발견이야말로 지베레린의 발견이후 식물생리 및 생화학 분야에 있어서 가장 중요한 발견이라고 극찬을 한 바 있으며, 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있다.

이번호에서는 브라시노스테로이드에 대한 최근의 연구흐름을 파악하고 아울러 농업적 이용에 관하여 살펴보고자 한다.

## 2. 무를 이용한 생물검정

소량의 샘플을 이용하여 새로운 생리활성물질의 화학구조와 생리활성 및 생리작용을 연구할 경우 어떤 종류의 식물을 이용하여 세포, 조직, 기관, 절편 또는 무상(無傷)식물을 사용할 것인가를 결정하는 것은 대단히 어려운 일이다. 여기서는 옥신의 생물검정법인 라파너스 테스트(Raphanus Test)법을 통하여 브라시노스테로이드의 생물검정효과를 소개한다.

### 가. 라파너스 테스트의 A법

옥신을 무 유식물(幼植物)에 살포하거나 뿌리를 통하여 흡수시키면 자엽엽병(子葉葉柄) 윗쪽의 조직(柵狀組織)이 아랫쪽의 조직(海綿狀組織)보다도 크게 신장하기 때문에 자엽과 자엽병이 밑으로 굴곡한다. 브라시노스테로이드 처리에서도 유사한 굴곡반응을 보인다.

### 나. 라파너스 테스트의 B법

옥신을 무 유식물에 처리하면 하배축(下胚軸)의 중심주(柱)에 두줄로 근원체가 형성되나 브라시노스테로이드 처리에서는 근원체 형성이 보이지 않는다.

### 다. 라파너스 테스트의 C법

옥신 용액에 파종·배양한 무는 저농도에서는 뿌리와 하배축의 신장이 촉진되지만, 고농도에서는 하배축 기부가 팽화·비대해져 어골상(魚骨狀)의 발근상태로 된다. 반면 브라시노스테로이드 처리시 하배축 및 뿌리의 신장은 촉진되지만 하배축의 팽화·비대 및 하배축 기부의 어골상 발근은 유기되지 않는다.

이와같이 브라시노스테로이드의

생리활성은 옥신의 생리활성과는 큰 차이가 있다.

### 라. 무 하배축 신장촉진 작용

깨끗이 씻은 천사(川砂)에 무를 파종하여 20~25°C 초자온실에서 육묘시켰다. 발아 2일째부터 11일째까지의 근부를 호모브라시노스테로이드 0.1ppm에 침지하여 24시간 동안 배양후 하배축과 엽병의 신장촉진 효과를 검토하였다. 그 결과 그림 2에서와 같이 발아후 2~5일생이 가장 크고, 5~10일생은 저하였다. 이처럼 브라시노스테로이드의 촉진효과는 발아후 어린 식물일수록 증가하였다.

브라시노라이드는 하배축의 신장을 암조건보다도 명조건하에서 크게 촉진하여 광에 의한 신장저해 작용을 억제시켰다.

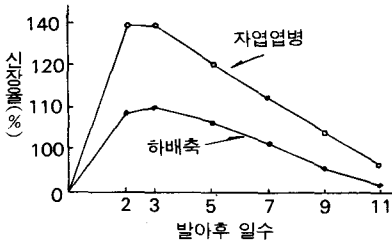


그림 2. 무의 발아후 일수별 호모브라시노라이드(0.1ppm)에 대한 감수성 비교

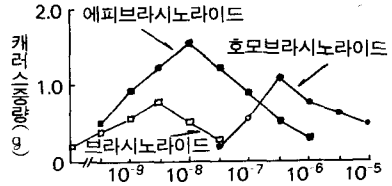


그림 3. 담배 캐리스 중량에 미치는 브라시노스테로이드와 NAA(1ppm)의 혼용 처리효과

### 3. 배양세포 증식작용

브라시노스테로이드를 옥신과 조합처리하는 것이 일반적으로 많이 사용하고 있는 〈사이토키닌 + 옥신〉 조합처리보다도 많은 종류의 식물 캐리스의 증식을 촉진했다.

한천위에 배양된 담배 캐리스에 1ppm의 NAA와 0.003~0.3ppm의 여러가지 브라시노스테로이드를 처리한 결과 그림 3에서와 같이 에피브라시노라이드 및 호모브라시노라이드 처리가 브라시노라이드 처리 보다도 증식효과가 우수하였다. Bellincampi 등은 브라시노스테로이드가 캐리스 세포에 대하여 무언가 조정 요인으로 작용하고 있는 것으로 추찰하였고, Bach 등은 호르몬에 의존하지 않고 증식하는 종양세포의 증식을

브라시노스테로이드가 저해한다고 보고했다.

## 4. 생육 및 수량 촉진작용

### 가. 종자 및 유묘에 대한 효과

담배종자를 24시간 호모브라시노라이드 수용액에 침지한 후 버미큐라이트에 파종하여 12일간 육묘시킨 결과 그림 4에서와 같이 초장 및 생체중이 무처리구의 100%에 비하여 170~200% 정도로 증가했다.

토마토 유묘의 근부를 24시간 호모브라시노라이드 용액에 24시간 침지시킨 후 12일간 수경액에 육묘시킨 결과 그림 5와 같이 기형화나 뿌리의 형태적인 이상 없이 엽색도 양호하면서 초장·엽면적 및 경엽중량은 무처리를 100%로

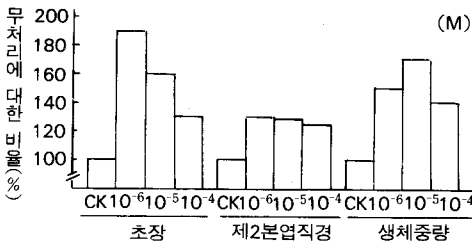


그림4. 호모브라시노라이드의 담배 종자 침지처리에 의한 생육촉진효과 (CK : 무처리)

봤을 때 150~170%에 달하였다.

수년전 저장하여 활력이 저하된 벼종자를 파종할 경우 생장이 저하되고 발아율도 크게 감소된다. 브라시노스테로이드는 이러한 종자의 생리활성을 향상시켜 초기생장을 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 3년 혹은 5년동안 보존했던 벼종자를 에피브라시노라이드 수용액에 7일간 생육시킨 후 근장(根長)을 조사한 결과 그림 6과 같이 그 촉진효과가 현저하였다.

저온하에서 담수직파된 벼는 출아율 및 입묘율이 저하된다. 그러나 브라시노스테로이드 수용액에 2일간 침지된 벼(코시히카리)를 물 0.3~3cm 깊이의 샐레에 13일간(18~26°C) 육묘시킨 결과 표 1과같이 생장은 10<sup>-7</sup>~10<sup>-9</sup>M 처리에서 양호하였고 뿌리의 신장, 본수 및 지상부 생육도 촉진되었다.

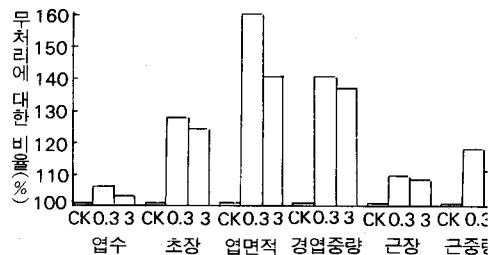


그림5. 토마토 유묘에 대한 호모브라시노라이드의 생육촉진 효과

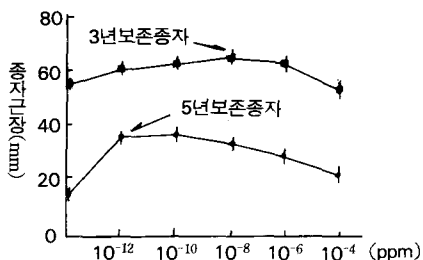


그림6. 3년 및 5년간 보존한 벼종자의 종자근신장에 미치는 에피브라시노라이드의 촉진작용

### 나. 작물 수량 촉진작용

수도, 밀, 보리, 무 및 유채 등은 브라시노스테로이드를 생식생

장기에 처리함으로써 증수되는 것으로 보고되고 있다. 밀의 경우 5월 상~중순, 개화기에 0.01~0.001ppm의 브라시노스테로이드 수용액 처리에 의해 수중(穗重)이 20% 정도 증가했다. 증수 요인은 그림 7에서와같이 중위소수(中位小穗)와 상위소수(上位小穗)의 제 3 번째의 영과(穎果)가 착생하여 임실(稔実)했기 때문에 종자수와 중량이 증가되어 증수되는 것으로 밝혀졌다. 수도의 경우에도 촉진 효과가 보고되고 있는데, 브라시노스테로이드는 화분의 발아율과

표1. 벼유묘 성장에 미치는 수심별 브라시노라이드의 처리효과

수심 (cm)	브라시노라이드 농도 (M)	엽형	초장 (mm)	제2엽초장 (mm)	자엽초장 (mm)	평균근장 (mm)	근 분수
0.3	0	2.4	44	24	6	30	10
	10 <sup>-10</sup>	2.7	58	25	6	50	10
	10 <sup>-9</sup>	2.8	62	27	6	52	16
	10 <sup>-8</sup>	2.8	58	28	6	43	15
	10 <sup>-7</sup>	2.8	58	28	6	25	10
1.5	0	2.4	44	30	14	14	10
	10 <sup>-10</sup>	2.6	50	34	20	38	12
	10 <sup>-9</sup>	2.7	58	32	20	36	13
	10 <sup>-8</sup>	2.7	60	35	20	32	10
	10 <sup>-7</sup>	2.7	52	34	20	20	10
3.0	0	2.2	40	30	18	4	4
	10 <sup>-10</sup>	3.2	50	32	14	37	9
	10 <sup>-9</sup>	3.2	53	40	18	32	8
	10 <sup>-8</sup>	2.2	56	40	21	32	8
	10 <sup>-7</sup>	2.0	48	34	20	20	6

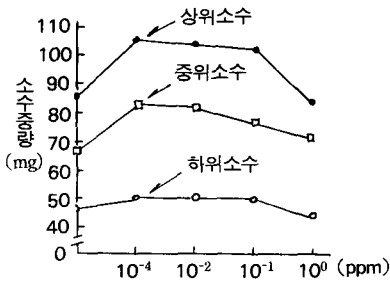


그림7. 밀 小穗重量에 대한 에피브라시노라이드의 촉진효과

신장을 촉진하고, 광합성 능력을 증가시키며, 동화산물의 자실로의 이행을 촉진하는 것 등이 확실하게 밝혀졌고, 이런 종합적인 요인이 증수에 기여하는 것으로 생각된다.

### 5. 불량환경에 대한 내성

식물은 생육하면서 여러가지 환경 스트레스를 받는다. 예를 들면 저온, 고온 건조 및 염류장해 또는 벼의 침수, 화학물질 등의 스트레스를 받게 된다. 이러한 스트레스 해소에 브라시노스테로이드가 효과적이라는 많은 보고가 있다.

통상적인 관리·육묘를 하는 벼를 개화기에 1주간만 20℃의 저온 조건인 인공기상실내에 둔 후 다시 야외에서 생육시킨 결과 벼의 수량은 그림 8과 같이 상당히 감소되었다. 그러나 저온에 접촉되기

전에 0.01ppm의 에피브라시노라이드를 처리하면 저온에 의한 감수가 방지되었고, 저온에 처하지 않을 경우에도 10% 정도 증수되었다. 많은 보고에서도 밝혀졌듯이 브라시노스테로이드는 저온에 의한 벼의 임실(稔實)저하 방지효과가 우수하고, 환경 스트레스에서도 식물의 생육 및 발육과정을 정상적으로 보호해주는 작용을 가진 것으로 알려지고 있다.

일정 농도 이상 염류가 집적된 토양에서는 농작물이 정상적으로 생육하기가 어렵다. 이러한 염류장해에 대하여 브라시노스테로이드를 처리할 경우 식물은 내성(耐性)을 발휘하는 것으로 알려져 있

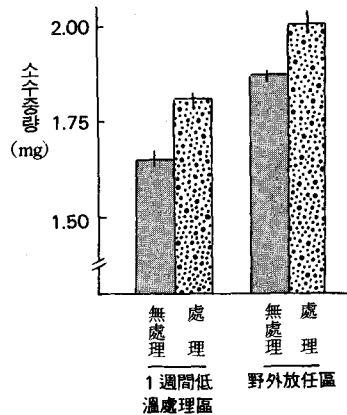


그림8. 에피브라시노라이드의 벼개화 초기처리에 의한 증수효과

표2. NaCl에 의한 벼의 생육억제와 호모브라시노라이드의 예방효과

구 분	호모 브라시노라이드 농도(ppm)						
	0	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>
근 장 (mm)	40	53	51	49	53	52	57
근분수	1.0	4.8	5.0	4.4	5.0	4.8	4.4
엽 기	1.9	2.4	2.5	2.7	2.7	2.6	2.4

NaCl 500ppm

다. 0.001~0.01ppm의 호모브라시노라이드 수용액에 2일간 침지된 벼종자를 500ppm의 소금물에 파종했을 때 표 2에서와 같이 생장저해가 현저하게 경감되었다.

제조제에 의한 벼의 생장저해도 브라시노스테로이드의 전처리에 의하여 경감되는 것으로 보고되고 있다. 살균제, 건묘육성제 및 왜화제를 적정농도 보다 고농도로 살포하면 약해가 발생하는데 이런 경우에도 브라시노스테로이드 처리에 의해 식물의 생장저해를 어느 정도 경감시킬 수 있다.

또한 브라시노스테로이드는 식물의 생리활성을 향상시킴으로써 각종 병원균에 대한 저항성을 높이는 것으로 알려져 있는데, 브라시노스테로이드 자체가 직접적인 항균력을 가지고 있지는 않지만 병원균에 대한 식물의 내성이 증가되는 것으로 보고되고 있다.

## 6. 실용화 연구의 문제점

브라시노스테로이드에 대한 연구의 문제점으로는 우선 이 물질이 처리된 후 1~2일내에 급속히 대사변환(代謝變換)되는 것으로 여겨져, 화합물의 작용지속성과 포장작물의 성장조절효과의 안정성이 문제가 되고 있는 것 같다. 또한 일본의 화전(和田)등이 지적한 바와같이 벼 품종간에도 그 반응 정도에 차이가 있다고 하여 금후 이런 큰 차이가 왜 발현되는지에 관한 연구가 더욱 세밀히 진행되어야 할 것이며, 시험수행시 어느 품종 및 작물을 선택하여 시험을 수행할 것인지에 대한 신중한 고려가 있어야 할 것으로 판단된다.

아직은 브라시노스테로이드가 실용화를 위하여 개발도중에 있고, 많은 작물에 대해 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있지만 농업적으로 직접 이용할 날도 그렇게 멀지는 않을 것으로 여겨지며 하루 빨리 실용화되기를 기대한다.

더구나 일반 성장조정제에 비하여 약 1만분의 1내외의 극히 낮은 농도에서 그 효과가 발현되기 때문에 안전농산물 생산에도 일조를 할 것으로 기대된다.