

식물생장조절제 해설

(콩나물재배의 응용)



박원목교수
고려대학교 생명공학원
대한두채협회 기술 고문

- 1965년 고려대학교 농과대학 농학교(농학학사)
- 1969년 고려대학교 대학원 원예학과 (농학석사)
- 1975년 미국 이리노이대학교 대학원 생물학과 종자발아생리학전공 (이학석사)
- 1977년 미국 아이오와주립대학교 대학원 식물병리학전공 (식물병리학박사)
- 현재 고려대학교 생명공학원 교수
- 현재 농촌진흥청 작물시험장 겸임연구관

콩나물의 용도에 따라서 그 모양이 차이가 있다. 즉 콩나물 무침에는 가늘고 긴 모양이 바람직하며, 해장국이나 매운탕용으로는 굵은 모양을 선호한다. 또한 콩나물의 잔뿌리가 많이 나면 일반 소비자가 좋아하지 않을 것이다. 즉 콩나물을 용도에 맞게 키운다는 것은 상품화하는데 매우 중요하다. 이와 같이 콩나물의 형태를 변화시키는 방법은 각 개인의 재배 경험에 의하여 터득한 기술로 전하여 내려와 그 방법이 다양하다. 즉 콩나물 키울 때 무거운 것을 올려놓으면 굽어진다든지, 물 주기를 자주 하면 잔뿌리가 덜 생긴다든지, 석유 곤로를 태우면 굽어지고 잔뿌리가 덜 생긴다는 등 많은 방법이 전하여 내려오고 있다. 이 방법들은 효과적일 수도 있다. 그러나 이들은 이들 방법이 작용할 수 있는 환경에서만 효과적이기 때문에 환경을 맞추어 주지 않으면 효과가 적던지 혹은 전혀 다른 결과를 초래하여 실패하는 경우도 적지 않았다. 일반 재배방법으로는 콩나물의 모양과 성장을 우리 뜻대로 한다는 것은 쉽지가 않다. 따라서 이러한 문제는 식물생장조절제의 적절한 사용으로 해결방법을 찾게 되었고, 식물생장조절제의 종류와 기능을 이해함으로써 각자가 재배목적에 알맞게 성장조절제를 제조하여 사용하는 것도 시도할 수 있다. 식물생장조절제는 매우 낮은 농도에서 작용한다. 따라서 콩나물 재배에 사용될 정도의 낮은 농도에서는 인체에 영향이 없다고 생각된다.

식물생장조절제 종류와 기능

식물들이 생장에 영향을 미치는 여러 가지 물질들을 만들어서 식물의 크기, 형태, 개화, 낙엽, 발아 및 여러 가지 생리학적 작용을 조절하고, 각각의 기관을 분화시켜 기관별로 특정한 형태와 기능을 유지한다. 이러한 물질들을 식물생장조절물질(plant hormones)이라고 부른다. 각각의 생장조절제의 기능은 매우 다양하다. 중요한 식물생장조절제는 옥신(auxins), 지베렐린(gibberellins), 싸이토키닌(cytokinins), 엽사이식산(abscisic acid, ABA)와 에틸린(ethylene)이다.

1. 옥신(auxins)

옥신은 세포신장과 줄기의 신장을 조장한다. 그러나 적정 농도 이상에서는 생장억제 효과가 있다. 즉 옥신 처리농도를 증가시켜 약 1ppm(1/1,000,000) 까지는 줄기신장이 속하게 되지만 이보다 처리농도를 높이면 신장이 저하된다. 또한 정아우세성도 옥신의 영향이다. 정아우세성이란 식물 줄기의 제일 정상의 눈이 잘 자라며, 정상의 눈에 의하여 그 아래에 있는 눈들의 발육이 억제되는 현상이다. 만일 잘 자라는 가지의 끝을 제거하여 주면 잘려진 가지 밑에서 많은 작은 가지가 발생하게 되는데 이것이 바로 정아우세성을 증명하여 주는 것이다. 과수의 조기 낙과와 낙엽도 옥신의 과다 증상이다. 뿌리의 신장과 발생도 옥신이 관계한다. 옥신을 극미량(약 천만분의 일) 처리시에는 뿌리가 곧게 잘 자라지만 이보다 높은 농도에서는(십만분의 일에서 백만분의 일) 곧은 뿌리의 자람이 억제되고 옆에서 잔뿌리의 발생이 촉진된다. 콩나물 재배시 잔뿌리의 발생은 옥신의 영향이다. 이외에 꽃가루받이 후 열매가 비대하여 지는 것도 옥신의 효과이다. 많은 식물에서 꽃가루받이를 하지 않고 옥신만을 처리하여도 열매가 발육하는 것을 볼 수 있다. 즉 도마도, 오이 및 감귤류에서 이와 같은 현상을 볼 수 있다. 이런 경우는 씨 없는 열매가 된다. 옥신은 미량에서는 여러 가지의 작용을 하지만 적정농도보다 높으면 생장을 억제하며, 이보다 더 높을 때에는 식물을 죽이기도 한다. 본인의 실험에서도 무종자를 아무처리도 하지 않고 물로만 키웠을 때 줄기 길이가 59mm이고 굵기는 1.2mm 그리고 뿌리의 길이는 54mm이고 잔뿌리는 15개가 발생되었다. 그러나 5ppm의 낮은 농도의 옥신을 처리하여

무종자를 아무처리도 하지 않고 물로만 키웠을 때 줄기 길이가 59mm이고 굵기는 1.2mm 그리고 뿌리의 길이는 54mm이고 잔뿌리는 15개가 발생되었다. 그러나 5ppm의 낮은 농도의 옥신을 처리하여본 결과 줄기 길이는 매우 억제되어 5mm이었고, 굵기는 증가되어 2.1mm이었다. 반면에 뿌리의 길어도 억제되어 4mm이었고, 특히 잔뿌리의 발생이 매우 촉진되어 50개 이상이나 발생하였다.

표 1. 각종 식물생장조절제가 무우 어린싹의 생장에 미치는 영향

조절제	농도	줄 기		뿌 리	
		길이(mm)	굵기(mm)	길이(mm)	잔뿌리수
IAA (옥신)	5ppm	5	2.1	4	50개이상
	10ppm	5	2.2	5	50개이상
	20ppm	4	2.2	4	50개이상
Ethephon (에티펜)	5ppm	43	1.7	33	11
	10ppm	19	2.3	20	6
	20ppm	18	2.6	18	10
GA (지베레린)	5ppm	65	1.2	73	9
	10ppm	75	1.2	82	12
	20ppm	80	1.2	70	10
무처리	0ppm (물)	59	1.2	54	15

*6일간 재배한 어린싹의 성장임

휴면중인 야생귀리 및 사과의
종자는 물을 주어도 발아를
하지 않으나 지베레린을
처리하면 발아가 속히 된다.

본 결과 줄기 길이는 매우 억제되어 5mm이었고, 굵기는 증가되어 2.1mm이었다. 반면에 뿌리의 길이도 억제되어 4mm이었고, 특히 잔뿌리의 발생이 매우 촉진되어 50개 이상이나 발생하였다. 이보다 높은 농도의 옥신처리 에서도 비슷한 결과를 보였다.(표 1). 본 시험 결과를 토대로 보건데 콩나물 재배시 옥신을 5ppm 정도를 처리하는 것은 바람직하지 않다고 생각된다. 일부 시판되는 콩나물 성장조절제에 옥신이 함유되어 있기는 하지만 그 양이 매우 낮다.

2. 지베레린(gibberellins)

지베레린은 고등식물과 일부의 곰팡이에서도 만든다. 지베레린은 옥신과는 달리 적정 농도보다도 높아도 그 효과가 지속되며, 식물에게 억제 영향이 없는 것이 특징이다. 지베레린은 식물의 신장을 촉진시킨다. 필자가 미국에서 콩 성장 시험시 지베레린을 계속 처리한 콩 줄기의 크기가 계속 자라 나중에는 사다리를 이용하여 키를 잴 경험 이 있다. 또한 지베레린은 휴면 종자의 발아에 효과가 크다. 즉 휴면 중인 야생귀리 및 사과의 종자는 물을 주어도 발아를 하지 않으나 지베레린을 처리하면 발아가 속히 된다. 기타의 효과로는 장일식물의 개화를 촉진시킨다. 지베레린을 무우 어린싹에 처리한 결과 길이생장은 매우 속하였으나 굵기와 잔뿌리 발생 억제하는 효과는 없었다. (표 1). 앞으로 콩나물재배에 지베레린을 사용한다면 성장 촉진효과가 크리라고 생각된다.

3. 사이토키닌(cytokinins)

사이토키닌은 식물생장과 조직분화에 대단히 중요한 역할을 한다. 사이토키닌은 세포분열을 촉진시키며, 옥신과 상관하여 식물

의 분화에 영향을 미친다. 즉 조직배양에서 옥신이 많으면 뿌리가 발달하고, 싸이토키닌이 많으면 줄기가 된다. 식물조직에서 싸이토키닌이 많은 곳으로 양분이 이동하며, 또한 싸이토키닌이 식물의 노화를 저지하는 역할을 한다. 식물의 노화는 엽록소의 파괴로 푸른색이 누런색으로 변하며, 단백질이 분해되어 조직이 시들게 되는 현상이다. 싸토카이닌을 처리하면 엽록소를 보호하여 파괴 및 단백질의 분해를 저지시켜 노화를 방제한다. 절화에 처리하면 꽃의 수명을 연장 할 수 있다. 특히 콩나물의 잔뿌리 발생 억제와 줄기가 통통하게 하는 역할을 한다. 싸이토키닌은 여러 종류가 있다. 시판되는 6-benzyl adenine은 가격도 저렴하고 인체에도 무해하므로 콩나물생장촉진제의 주원료로 사용되고 있다. 6-benzyl adenine은 물에 녹지 않으나 알콜(alcohol)에는 녹는다. 콩나물에 사용시에는 인체에 해가 없는 에틸알콜을 사용하여야 한다. 6-benzyl adenine 0.1g을 따뜻한 (40도 정도) 에틸알콜 50ml에 넣고 서서히 저으면서 녹인다. 완전히 녹으면 따뜻한 물 950 ml을 넣고 잘 섞는다. 이때 물 온도가 너무 낮으면 6-benzyl adenine이 재결정하여 밑에 가라앉으며 녹지 않으므로 조심하여야 한다. 만약에 이런 현상이 일어나면 물 온도를 높이며 잘 저어 주면 녹일 수 있다. 이렇게 만든 용액의 농도는 100ppm이 된다. 콩나물에 처리시는 10ppm이 적합한 농도이므로 100ppm용액을 물 10배로 희석을 하여 사용하면 된다. 즉 0.1g을 가지고 10ppm의 용액을 10,000ml 즉 10리터를 만들 수 있다. 이것을 콩 침지시 2시간 콩에 처리하면 된다. 이와 같은 방법으로 준저리 콩 200g를 가지고 콩나물을 시험 재배하였다. 6일간 재배한 결과 10ppm의 6-benzyl adenine을 처리한 콩나물은 줄기가 통통하며 잔뿌리가 발생하지 않았고 수확도 730g 이었으나, 무처리 대조구에서는 줄기가 길며 가늘고 수확도 670g 이었다. (표 2). 6-benzyl adenine 농도가 10ppm보다 높으면 콩나물생장에 지장을 주어 콩나물이 크지는 못하고 굵어지기만

싸토카이닌을 처리하면 엽록소를 보호하여 파괴 및 단백질의 분해를 저지시켜 노화를 방제한다.
절화에 처리하면 꽃의 수명을 연장 할 수 있다.
특히 콩나물의 잔뿌리 발생 억제와 줄기가 통통하게 하는 역할을 한다.
싸이토키닌은 여러 종류가 있다

표 2. 6-benzyl adenine이 콩나물 수량에 미치는 영향

처리	수확량
무처리	670 g
10ppm 6-benzyl adenine	730 g

*준저리 콩 200 g으로 6일간 재배

표 3. 6-benzyl adenine 농도별 처리가 각종 유식물의 생장에 미치는 영향

식물	처리	길이	굵기
콩	0ppm(무처리)	112.0 mm	1.7 mm
	20ppm	36.3 mm	3.1 mm
오이	0ppm(무처리)	137.5 mm	1.3 mm
	10ppm	23.1 mm	2.6 mm
	20ppm	16.8	2.9 mm
	배추	0ppm(무처리)	49.5 mm
10ppm		28.7 mm	1.1 mm
	20ppm	18.8 mm	1.3 mm
	무우	0ppm(무처리)	45.8 mm
10ppm		14.6 mm	2.2 mm
	20ppm	10.6 mm	2.2 mm

*상기 실험은 발아 후 7일 경과된 어린 식물의 줄기 생장을 측정된 것임

에틸렌은 열매의 성숙을 촉진시키며, 낙화, 낙과 및 낙엽, 조직의 노화촉진 등에도 관여한다. 이를 이용하여 덜 익어 푸른 열매를 창고에 넣고 카바이드를 사용하여 에틸렌가스를 발생시키면 하루만에 잘 익은 과실같이 된다.

한다. 콩, 오이, 배추와 무의 종자에 싸이토키닌을 10ppm과 20ppm을 처리하여 키워본 결과 모든 식물에서 무처리보다 줄기 길이 생장은 억제 되었으나 굵기는 증가되는 경향이 있었다. (표 3). 참고로 6-benzyl adenine의 가격은 시약상마다 동일하지 않지만 대략 1g에 40,000원, 5g에 160,000원, 25g에 600,00원 이다.(Fluka 시약상 가격표 기준).

4. 이충산(abscisic acid)

일반적으로 식물생장억제제로서 알려져 있다. 이 물질이 많을 경우에는 식물의 생장이 늦어지며, 종자의 발아가 억제된다. 또한 가을에 낙엽 지는 것도 이충산의 영향이다. 아직 콩나물재배에 본 물질의 관여를 시험한 적이 없다.

5. 에틸렌(ethylene)

에틸렌은 기체상태이며 식물이 성숙단계에 다량 생성된다. 흔히 카바이드에 물을 부으면 에틸렌가스가 발생되며, 석유를 불완전하게 태우면 역시 에틸렌가스가 생성된다. 식물체에서 에틸렌을 생산시키는 약제로는 에테폰(ethephon)이 사용된다. 에틸렌은 열매의 성숙을 촉진시키며, 낙화, 낙과 및 낙엽, 조직의 노화촉진등에도 관여한다. 이를 이용하여 덜 익어 푸른 열매를 창고에 넣고 카바이드를 사용하여 에틸렌가스를 발생시키면 하루만에 잘 익은 과실같이 된다. 즉 덜 익어 푸른 수입 바나나에 에틸렌가스를 처리하면 노란색의 잘 익어 보이는 바나나로 되는 것이 좋은 예이다. 또한 고추등의 착색제도 에틸렌발생 약제이다. 꽃이 시들을 때에도 많이 생성된다. 또한 에틸렌은 식물의 줄기와 뿌리의 생장에 많은 영향을 준다. 식물에 따라서는 에틸렌이 높으면 줄기와 뿌리의 생장이 좋아지나, 다른 식물에서는 억제 효과가 있다. 무우종자에 에테폰을 처리한 결과 농도가 높을수록 길이생장을 억제 한 반면에 굵기는 증가되었다. 그러나 잔뿌리의 발생억제효과는 없었다.(표 1). 지난날 콩나물을 통통하게 키우며, 잔뿌리의 발생을 억제하기 위하여 콩나물움에 석유곤로를 켜놓은 원인은 아마도 석유곤로에서 불완전 연소가 일어날 때 에틸렌의 발생을 위하였던 것으로 생각된다. ●