

Allelopathy와 천연제초제

1

Allelopathy의 잡초방제학적 이용

박 광 호 (農博)

작물시험장 논잡초연구실

Allelopathy란 ?

Allelopathy란 두개의 그리스 어원 즉, Allelo와 path로 이루어 졌다. Allelo는 상대(相對) 혹은 대립(對立)이란 뜻이고 path는 느낌(Feeling) 혹은 고통(Suffering)이란 뜻이다. 따라서 Allelopathy란 상대억제작용(相對抑制作用)이라고 해석할 수 있는데 일본에서는 보편적으로 타감작용(他感作用)으로 사용되고 있다.

Allelopathy의 학문적인 뜻은 여러 학자들에 의해 그동안 정의되어

왔지만 1984년 Rice란 학자가 종합하여 “미생물을 포함하여 하등 및 고등식물체 내에 일어나는 상호억제 및 촉진의 화학적 상호작용”이라고 정의했다. 이에 앞서 1937년 Molisch는 ‘미생물을 포함한 모든 식물간의 생화학적 상호작용’이라고 정의했고, 1974년 Rice는 ‘식물이 주어진 환경 속에서 자라면서 생성하는 화합물이 다른 식물에 직·간접적으로 억제작용을 하는 것’으로 정의하기도 했다. 한편, 물, 양분, 햇빛등에 의해 직접적으로 생장억제를 받는 경험

(Competition)과는 달리 Allelopathy는 주어진 환경속에서 생성되는 화합물질에 의한 억제작용이기 때문에 뚜렷하게 구별된다.

잡초방제에 있어서 Allelopathy의 역할

최근까지 Allelopathy를 직접적으로 잡초방제에 이용하려는 연구는 그다지 많지 않다. 하지만 선진국을 포함하여 농촌노동력이 부족한 중진국에서는 농업생산의 생력화를 위해 점차 잡초방제를 제초제에 의존해오고 있다. 더욱이 특정 제초제의 연용으로 인한 잡초천이 및 저항성 개체 출현등은 합성제초제의 사용약량을 보다 높게 요구할 것으로 예상되며 이에 따른 환경문제가 대두될 것으로 우려된다. 따라서 제반환경여건에 안전한 저독성 농약의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

종래까지는 Allelopathy를 다만 식물생태 화학적인 측면으로만 연구하여 왔지만 최근에는 Allelochemicals(상대억제작용물질) 및 식물이 생합성하는 2차대사물질을 이용, 생물학적 및 천연제초제로 개발하려는 연구를 매우 활발히

진행하고 있다.

특히 미국등지에서는 해바라기 지상부를 이용, 발작물의 잡초방제를 위한 제초제 대응으로 사용한 연구보고가 있다. 심지어 벼품종(야생벼 포함) 가운데에는 벼 자체가 성장하면서 주변의 특정잡초를 90% 내외까지 방제한다는 연구보고도 있다. 최근 일본농업신문에는 몇몇 벼 품종을 이용, 잡초방제 실용화 단계에 있다는 보도도 된 바 있다. 특히 제초활성이 강한 재료는 천연제초제로서 연구개발할 가치가 높으며 선도화합물(Lead compound)로서 개발할 가치도 매우 높다. 따라서 정밀화학공업의 눈부신 발전이 점차 가속화된다면 재래적으로 농촌에서 이용했던 고등식물에 의한 잡초방제 재료들에 대한 연구가 매우 활발히 추진되리라 여겨진다.

상대억제작용성 잡초

상대억제작용성(Allelopathic activity)으로서 최초로 알려진 것은 BC 300년경 이집트콩이 잡초억제를 시킨다는 문헌상의 보고로부터 시작된다. AD 1세기경에는 보리, 호로과 식물, 호도나무 및 소

나무등이 알려져 있다. 그 이후 조류(Cyanophyta 門)로부터 개화 식물(Anthophyta 門)까지 24개의 門(Phylum)이 Allelopathy가 있다는 것이 알려져 있고 최근에는 잡초뿐만 아니라 작물에도 많은 연구결과가 알려졌다. 즉, 독새풀 국화 송백 존슨그라스 영경귀 등 대풀 향부자 이탈리아라이그라스 소리쟁이 티머디 명아주 오이 밀 보리 호밀 토마토 사과 복숭아 해바라기등은 대표적인 예다. 그외 다른 잡초 및 작물에 대해서도 많

이 밝혀져 있으며 앞으로도 천연물 연구방법이 점차 발달되면 잡초방제 분야 뿐만 아니라 경제작물의 연작장해 및 천연 의약품 혹은 생활약품까지 이용할 수 있는 잠재가능성은 매우 무한할 것으로 기대된다.

Allelochemicals의 생합성 및 작용기작

대부분 Allelochemicals(상대역제작용물질)는 식물체가 생합성하

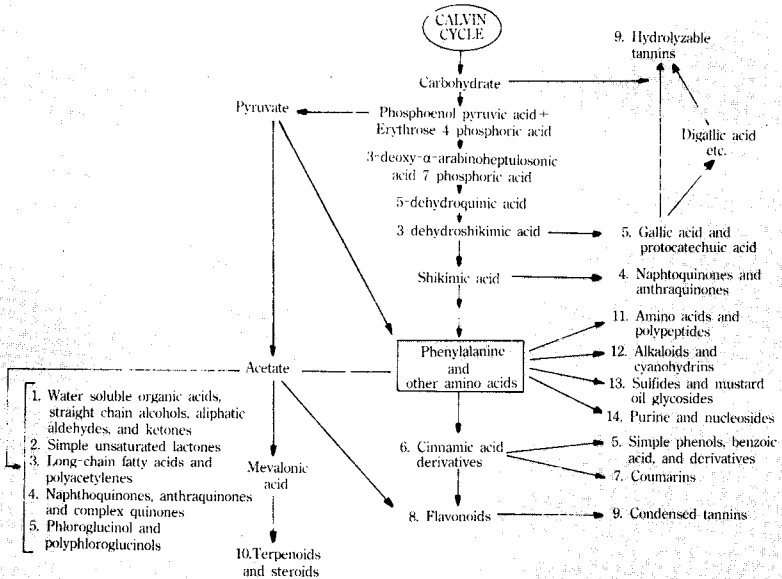


그림 1. 고등식물이 생합성하는 2차대사물질의 생합성경로

는 2차 대사물질이다. 1차 대사물질과는 달리 2차 대사물질은 고등식물의 기관내에서 기본대사작용에 아무런 역할을 하지 않는다. 이와같은 2차 대사물질들은 그림1과 같은 복잡한 생합성 경로를 거쳐서 만들어지게 된다. 생합성된 상대억제작용물질은 식물의 잎 줄기 뿌리 피경 꽃 과실 종자등 여러부위에 걸쳐 존재할 가능성이 높다. 이들 상대억제작용물질이 함유된 식물조직은 자연상태 하에서 휘발, 근분비물, 분해등의 과정을 통하여 생성분해되어 다른 식물 및 토양속의 미생물등에 영향을 끼치게 된다. 지금까지 주로 알려진 상대억제작용물질은 독성 가스 유기산 및 알데히드 방향산 불포화락톤 코마린 퀴논 플라보노이드 탄닌 알칼로이드 터페노이드 및 스테로이드 그리고 아직 밝혀지지 않은 화합물들로 크게 구별하고 있다.

이들 억제작용물질의 작용기작으로서는, 첫째로 양분흡수를 저해한다. 대표적인 예로 살리실릭산(Salicylic acid) 및 페놀화합물은 K^+ 의 흡수를 억제하는 것으로 알려졌다. 둘째로 세포분열을 억제한다. 대부분의 Allelochemicals는

뿌리의 세포분열 과정중 유사분열(Mitosis)을 억제시키는 것으로 나타났다. 셋째로 식물의 신장생장을 억제한다. 식물의 신장생장을 주로 조절하는 물질은 IAA와 GA인데 IAA의 경우 식물체 내에 활성 및 불활성 형태로 작용하게 된다. 따라서 IAA의 산화효소작용에 의해 IAA는 불활성 형태로 되며 식물의 신장생장을 저해한다. 여러 종류의 Allelochemicals는 IAA산화효소의 활성작용으로 IAA를 불활성화시켜 신장생장을 억제시키는 것으로 알려져 있다.

넷째로 식물광합성을 저해한다. 많은 합성제초제들은 주로 잡초의 유효기에 광합성 과정을 차단시킨다. 광합성 저해제들은 주로 전자전달억제, 짝풀림억제(Uncoupling), 에너지 전달억제, 전자흡수 등의 기작에 의해 일어나며 Scopoletin이나 Coumarin화합물들은 주로 해바라기, 담배, 명아주등에 광합성 억제를 하는 것으로 알려졌다. 한편 몇몇 페놀화합물은 엽록소 함량을 감소시켜 광합성을 억제시키는 보고도 있다. 다섯째로 호흡억제작용이다. 일반적으로 제초제와 마찬가지로 Allelochemicals도 호흡작용을 촉진시키거

나 억제시킨다. 하지만 두가지 작용기작 모두 호흡과정중 에너지를 생성하는 데는 해로운 역할을 한다. 호흡을 촉진할 경우에도 O₂의 흡수증가로 산화적 인산화작용이 흐트러져 ATP생성이 억제된다. 특히 Juglone은 산화적 인산화 과정을 흐트러 놓는다. 여섯째로 단백질 합성 저해 작용이다. Ferulic acid와 Coumarin의 경우 종자나 배(Embryo)의 단백질중 Phenylalanine 아미노산 합성을 억제시켰다.

일곱째로 Allelochemicals는 식물조직의 원형질막 투과성을 방해시킨다. 특히 페놀화합물은 뿌리조직으로부터 K⁺의 흡수를 촉진시킨다. 위조병을 일으키는 대부분의 식물병원균은 Fusaric acid 및 α -picolinic acid를 생성하는데 이들 화합물은 원형질막을 흐트러 놓는다. 여덟째로 효소활성 저해 작용이다. 대부분의 식물효소들은 Allelochemicals에 의해 활성저해를 받는다. Chlorogenic acid, Caffeic acid, Catechol등은 감자의 Phosphorylase를 억제시키며 탄닌은 peroxidase, catalase, cellulase, polygalacturonase, amylase 등의 활성을 억제시킨다.

Allelopathy를 이용한 잡초방제

상대억제작용은 농업 특히 원예 작물 및 산림에 문제가 되어왔지만 잡초방제를 위한 수단으로 이용하려는 연구가 최근 많이 보고되고 있고 선진각국에서 활발한 연구단계에 있다. 잡초방제를 위한 접근 방법으로서 우선 상대억제작용성 작물을 선발해서 작부체계에서 직접이용하는 것이다. 심지어 표1에서 보는 바와같이 벼에서도 몇몇 품종들은 강한 상대억제작용을 보여 80% 이상의 잡초억제를 특정 잡초에 보이기도 했다. 반면에 대조품종들은 전혀 상대억제작용이 없어 잡초발아 및 생장억제가 없는 것으로 나타났다. 다음으로 유용한 상대억제작용성 식물로부터 천연물을 추출, 분리, 정제과정을 거치면서 각 단계별 체조활성검정을 통한 천연제초제 개발이다. 이에대한 상세한 논술은 제2보에서 언급하겠다.

특히 상대억제작용을 농업에 잡초방제를 위해 시도한 예는 많다. 엄밀히 말해 잡초관리(Weed management)란 표현이 더욱더 학술적으로 알맞은 표현이다. 재배수

표1. 상대억제작용성 벼품종에 의한 잡초방제효과

잡 초 명	벼 품 종	육 성 국 기	반경 (CM)	잡초방 제율(%)
Broadleaf signalgrass	Daudzai	파 키 스 탄	25.0	90
	IR32919522	필 리 핀	25.0	90
	UNMD MGVR	인 도 네 시 아	25.0	80
	RIKU 132	일 본	12.5	60
	대조품종	미 국	0.0	0
<i>Ducksalad</i>	AC1423	인 도	17.8	85
	Tono Brea 439	도미니카공화국	16.5	85
	Tsai Yuan Chon	대 만	15.2	90
	Donduni kunluz	아 프 카 니 스 탄	15.2	85
	대조품종	미 국	0.0	0
<i>Purple ammannia</i>	IR104456	필 리 핀	17.5	77
	Cuba 65 V58	미 국	17.5	72
	Cuba 6558A	미 국	17.5	70
	IR75693	필 리 핀	14.0	80
	대조품종	미 국	0.0	0

수 가운데 몇몇 품종들도 잡초관리에 이용해왔다는 보고도 오래전부터 있다. 특히 수수의 지상부는 과수원등지에서 잡초관리를 위해 피복작물로서 유용하게 이용할 가치가 있다는 보고도 있다. 또한 귀리의 지상부도 발잡초를 거의 완전하게 발생억제를 시킨다는 보고등은 매우 주목할만한 사실이다. 일반적으로 고등식물은 1차대사작용에 직접적으로 관여하지 않은 수십만 종류의 2차 대사물질들

생합성한다. 이들 2차 대사물질들은 아직까지 식물체내의 생리·생화학적인 기능에 대해서 거의 밝혀지지 않고 있다. 이들 2차 대사물질들은 다만 잡초방제를 위한 천연제초제로서의 개발 뿐만 아니라 살충, 살균제 및 생장조정제로서도 이용가능성이 높으며 특히 의약품개발에서는 엄청난 부가가치도 높으며 앞으로 식품 가공저장부문등에까지 그 이용성 확대가 되리라 예상된다.