

식물재료를 이용한 친환경 충해 관리용 자재생산연구

박현근* / 산들누리농원 대표

곽기웅 / 황성군농업기술센터 소득경영담당

연구 필요성

식량 생산량은 품종, 화학비료, 농약 개발과 이용으로 많이 증가하였다. 실제 식량 생산성을 높이기 위해 살충제, 살균제 및 제초제 등 사용량이 지속해서 늘고, 이에 따라 농약 잔류 독성, 곤충·유용 토양미생물의 사멸 등 토양 황폐화와 농업 환경 파괴로 지속 가능한 식량 생산을 유지하기 어려운 실정이다.

환경친화적인 식량 생산기술 개발은 생산력 증대와 더불어 하나밖에 없는 지구를 보존하기 위해서 끊임없이 이루어져야 한다. 그러나 화학자재의 오남용에 따른 부작용으로 약제 저항성 외래 해충의 등장, 잠재 해충의 해충화, 수질·대기 및 토양 오염이 이미 우리에게 직간접적으로 영향을 미치고 있다.

친환경 엽채류 생산에서 주요 해충인 나방류와 진딧물은 적절히 관리되지 않을 경우 농가소득에 막대한 영향을 미칠 수 있다. 친환경농가의 경우 안정성 및 잔류 문제로 해충 방제를 위한 화학농약 사용이 불가능하다. 하지만 시중에 판매되는 친환경 자재는 농약보다 가격이 비싸 영농비용에 큰 부담으로 작용하고 있는 것이 현실이다.

* 박현근: 농업 39년, 유기농업 25년 차인 친환경 농업마이스터로 유기농업 발전과 계승을 위한 강의와 현장실습교육장 지도교수로 농업인, 후계인력(농고생, 농대생), 귀농인 교육을 진행하며, 다양한 분야의 농업인과 소통을 하고 있다.

앞으로의 농업은 환경을 보전하고 인체에 대한 안전성을 확보함과 동시에 생산량을 증대시키는 방향으로 발전해야 한다. 천연식물을 이용한 살충제, 살균제, 영양제 개발은 여기에 기여할 수 있다.

식물추출 화합물은 다양한 생물 활성 물질을 함유하고 있고 곤충을 직접 죽이기도 하며, 기피제 및 섭식 저해작용을 하는 살충효과가 있다. 병원균 침입과 외부공격에 대해 방어작용을 하는 병해 방제 효과가 있고, 성장과 관련한 작물 뿌리 활착, 광합성 촉진, 생장자극 등에 영향을 줄 수 있는 영양제 효과도 있다(전라남도농업기술원, 2014).

최근 화학농약의 문제점이 알려지면서 유기농산물에 대한 관심과 소비가 지속해서 증가하고 있다. 그러나 효과가 우수하며 저렴한 가격의 친환경농자재 개발 및 보급이 부족하여 농민이 많은 어려움을 겪고 있다. 농민 스스로 천연식물을 활용하여 친환경자재를 개발·생산하면 친환경 농산물의 품질 개선과 농가 경쟁력이 더욱 개선될 것이다.

연구 목적과 범위

1. 연구 목적

유기농 엽채류 생산 문제, 특히 주요 해충인 나방류와 진딧물 방제용 친환경 자재를 천연식물 자원인 고삼과 창이자 등을 이용하여 개발함으로써 국민 건강 증진 및 농가 경쟁력 증대를 이루고자 한다.

2. 연구 범위

가. 엽채류 주요해충인 나방류와 진딧물의 친환경 방제를 위해 천연식물 원료(고삼, 창이자, 고련피)를 확보한다.

나. 나방류 방제용 천연식물인 고삼, 진딧물 방제용 천연식물인 도꼬마리를 유기용매 조건에서 추출하며, 살충물질 최적 추출조건을 조사한다.

다. 고삼과 창이자 추출물의 방제능력을 개선하기 위해 유화제 및 발효 주정을 첨가하여 살충력을 조사한다.

3. 연구 수행

가. 실험기간 및 장소

2017년 4월부터 11월까지 약 8개월 동안 강원도 횡성군 안흥면에 있는 유기농 농장에서 실험을 하였다.

나. 연구 재료¹⁾

1) 고삼

고삼은 주로 한국, 중국, 일본, 시베리아 등지에서 분포되는 콩과의 다년초 식물로 천연 살충 성분인 마트린(matrine)을 함유하고 있다. 마트린은 살충 및 기피효과가 탁월하며 오래전부터 민간에서 줄기나 잎을 달여서 살충제로 사용하였고, 한방에서도 맛은 쓰지만 인삼과 같은 효과가 있어 고삼(苦蔘)이라 하게 되었다. 최근 국내 식물 추출물 친환경 자재에 고삼뿌리나 씨를 이용한 제품이 증가하고 있다.



[그림 1] 고삼 꽃(왼쪽) 및 잎(오른쪽)

1) 연구재료의 특성은 전남농업기술원(2014)을 참고하였다.

2) 창이자(도꼬마리 열매)

도꼬마리는 국화과의 한해살이풀로 전국 각처의 들이나 길가에서 자란다. 줄기는 높이가 1~1.5m로 곧게 서고 전체에 거친 털이 많다. 맛은 달고 성질은 따뜻하며, 전체에 독성이 있는데 특히 열매(창이자)에 가장 많다. 도꼬마리의 이런 독성을 친환경 농업에서 천연 농약으로 이용할 수 있다. 전초를 생즙을 내거나 전초 또는 열매를 달이거나 알코올에 우려내어 활용한다.



[그림 2] 도꼬마리 열매(왼쪽) 및 잎(오른쪽)

3) 고련피(멀구슬나무)

동남아시아의 열대 혹은 아열대 지역에 서식하는 낙엽활엽교목으로 우리나라에서는 남부지역에서 자생한다. 님오일(Neem-oil)의 주요 살충성분인 아자디락틴(Azadirachtin)을 함유하고 있으며, 200여 종 곤충의 섭취방해, 성장교란 등 효과를 나타낸다. 줄기껍질, 뿌리껍질, 생잎 순으로 살충효과가 있으며, 뿌리와 줄기 껍질을 고련피라고 한다. 압력농축, 에탄올, 중탕, 핵산을 사용하여 추출물을 획득하여 활용한다.



[그림 3] 멀구슬나무(왼쪽) 및 고련피(오른쪽)

다. 연구 방법

1) 작물 재배

고삼 및 창이자 추출물의 해충(나방류, 진딧물 등) 살충력을 조사하기 위해 엽채류를 재배했다. 1차 엽채류(상추, 케일, 치커리 등) 재배는 2017년 4월 초에 완효성 퇴비, 미생물, 조개껍질 등을 시비 후, 로터리 작업을 하고 비닐피복했다. 정식은 5월 초에 실시했고, 월 3~4회 작물의 상태를 관찰해 유기액비 등을 살포했다.

2차 엽채류(배추, 무 등) 재배는 2017년 8월 말에 1차 재배와 같은 방법으로 진행하였다. 정식은 9월 초에 실시했다. 각각의 천연 추출물을 200배 희석하여 사용하였고, 5회에 걸쳐서 작물에 발생하는 담배거세미나방과 진딧물에 대한 살충력을 조사했다.



[그림 4] 건조된 고삼 원료



[그림 5] 고삼 추출물

2) 고삼 추출물을 이용한 담배거세미나방 방제

두께 약 5mm 정도로 절편된 고삼 5kg에 발효주정 10L를 넣고 24시간 동안 추출기를 이용하여 65°C로 열수 추출했다. 추출 시간은 24시간 1회, 36시간 1회, 72시간 1회로 진행했으며, 추출 후 색상은 진갈색을 나타냈다.

추출복합물을 24시간은 200배, 36시간은 300배, 72시간은 500배로 희석물을 달리하여 각각 담배거세미나방 유충 및 기타 해충에 살포하고 살충력을 조사하였다. 각 처리구별 유충은 약 10마리를 투입했고 살충력은 살포 3일 후 확인하였다.



[그림 6] 담배거세미나방 유충 방제 실험

3) 창이자 추출물을 이용한 진딧물 방제

지름 약 1~2cm 정도의 창이자(중국산)를 유기용매인 발효주정 95% 알코올을 이용하여 살충물질을 추출하였다. 최적의 추출조건을 확인하기 위해서 창이자 5kg을 10L의 주정 95% 알코올에 추출시간 24시간 1회, 36시간 1회, 72시간 1회로 진행하였으며, 추출 후 색상은 적갈색이었다. 또한 추출 경과일수에 따라서 추출액을 일부 채취하여 200배, 300배, 500배로 희석 후 진딧물에 살포하여 약 3일 후 살충력을 조사하였다. 추출물의 진딧물에 대한 살충력은 스프레이를 이용하여 처리구당 약 50마리의 진딧물을 접종하여 처리 3일 후 살충력을 조사하였다.

4) 고련피 추출물을 이용한 고삼 및 창이자 추출물 상승효과 조사

직경 약 2~3cm 정도의 고련피(중국산) 5kg을 유기용매인 발효주정 95% 알코올 10L를 이용하여 72시간 추출하였다.

고련피 추출물을 고삼 및 창이자 추출물과 각각 농도별로 혼용하여 살포하고 살충력에 미치는 영향을 조사하였다. 이 경우 유화제인 TL50을 10% 첨가하여 실험을 수행하였다. 추출액은 적갈색을 나타내었다.



[그림 7] 건조된 창이자(중국산)



[그림 8] 창이자 추출



[그림 9] 진딧물 방제 실험

연구 결과

1. 고삼 추출물을 이용한 담배거세미나방 방제

먼저 국산과 수입산(중국) 고삼으로 구분하고, 95% 주정 알코올로 추출시간을 달리하여 살충력에 미치는 영향을 조사하였다. 추출시간은 국산과 수입산 모두 65°C에서 72시간이 가장 적당하였으며, 이 경우 200배 희석액은 80%, 300배 50%, 500배 30%로 살충력을 확인하였다.

<표 1> 고삼 추출물의 담배거세미나방 유충 살충력(추출시간)

구분	추출시간(h)	3일 후 살충률(%)		
		200배 희석	300배 희석	500배 희석
국산	24	50	30	10
	36	60	40	20
	72	80	50	30
수입산(중국)	24	50	30	10
	36	60	40	20
	72	80	50	30
무처리구	-	0	0	0

다음으로 추출횟수를 달리하여 살충력에 미치는 영향을 조사하였다. 추출횟수는 국산과 수입산 모두 72시간 1회 추출과 2회 추출의 살충력이 동일하였다. 따라서 추후실험은 가격이 국산보다 절반가량 저렴한 수입 고삼을 72시간 추출하여 실험하였다.

<표 3>은 고삼 추출물의 살충력을 개선하기 위해 유화제를 첨가하여 실험한 결과이다. 유화제는 시중에서 구매가 가능한 TL30과 TL50을 사용하였으며, 첨가량은 1~10%로 다양하게 첨가하였다.

두 유화제 모두 살충력 개선 효과가 나타났으며, TL50이 TL30보다 살충효과가 더 우수

하다고 판단된다. 첨가량은 200배 희석과 300배 희석에서 5%, 10%가 최적인 것으로 나타났다으며 500배 희석은 10% 더 높게 나타났다.

<표 2> 고삼 추출물의 담배거세미나방 유충 살충력(추출횟수)

구분	72시간 추출(횟수)	3일 후 살충률(%)		
		200배 희석	300배 희석	500배 희석
국산	1	80	50	30
	2	80	50	30
수입산(중국)	1	80	50	30
	2	80	50	30
무처리구	-	0	0	0

<표 3> 유화제 첨가 시 고삼 추출물의 담배거세미나방 유충 살충력

구분	첨가량(%)	3일 후 살충률(%)		
		200배 희석	300배 희석	500배 희석
TL30	1	40	40	20
	3	60	40	20
	5	60	50	30
	10	60	50	40
TL50	1	40	40	20
	3	60	50	20
	5	80	70	20
	10	80	70	30
무처리구	-	0	0	0

<표 4>는 고삼 추출복합물(95% 주정 알코올 추출물+10% TL50)을 사용하여 상추와 케일을 약 3개월 간 재배하면서 3~5회 살포한 포장과 방제하지 않은 포장의 작물 수확률을 비교한 것이다. 방제하지 않은 포장은 담배거세미나방의 피해를 받아 상추와 케일 모두 수확이 거의 이루어지지 않았지만 고삼 추출복합물을 처리한 포장은 정상적으로 수확이 이루어졌다.

<표 4> 고삼 추출복합물을 이용한 엽채류 포장 방제효과

작물	수확률(%)		수확지수(%)
	무처리구	처리구	처리구/무처리구
상추	10	90	900
케일	5	90	1,800

[그림 10]은 무 잎을 갉아먹는 담배거세미나방 유충이고, [그림 11]은 고삼 추출복합물을 살포하여 잎에서 떨어진 채 몸을 뒤트는 유충의 모습이다. 해충 표피에서 1차적인 살충 효과가 확인되었으며, 또한 섭식작용도 저해됨을 확인하였다.

방제하지 않은 케일 포장은 담배거세미나방 피해로 수확이 거의 불가능하였다[그림 12]. 반면 고삼 추출복합물 방제를 작기에 적정하게 3~5회 살포한 구역은 수확이 가능하였다 [그림 13]. 고삼 추출복합물을 작물에 살포시 약해 발생 여부를 조사한 결과, 200배 이상의



[그림 10] 무 잎을 갉아먹는 유충



[그림 11] 약제에 반응하는 유충



[그림 12] 무방제 케일 포장



[그림 13] 방제 케일 포장

희석액에서는 발생하지 않았다.

2. 창이자 추출물을 이용한 진딧물 방제

창이자(중국산)를 95% 발효 주정 알코올로 추출하되, 추출시간을 달리해 살충력에 미치는 영향을 조사했다. 추출 시간은 약 72시간이 가장 적정했으며, 이 경우 200배 희석액에서는 약 90%의 살충력을 보였다, 300배 희석액에서는 약 70%, 500배 희석액은 50%의 살충력을 확인했다.

<표 5> 창이자 추출물의 진딧물 살충력

구분	추출시간(h)	3일 후 살충률(%)		
		200배 희석	300배 희석	500배 희석
창이자(중국) ¹	24	70	30	20
	36	80	50	30
	72	90	70	50
무처리구	-	0	0	0

주: 국산 창이자의 원료확보가 불가능해 부득이 수입 창이자를 사용함

<표 6>은 창이자 추출물의 살충력을 개선하기 위해 유화제를 첨가하여 실험한 결과이다. 고삼 추출물에 유화제를 첨가한 실험과 마찬가지로 유화제는 TL30과 TL50을 사용하였으며, 첨가량은 1~10%로 다양하게 첨가했다.

두 유화제 모두 살충력 개선 효과가 나타났으며, TL30과 TL50이 거의 동일한 개선 효과를 나타냈다. 첨가량은 10%에서 최적인 것으로 나타났으며, 200배 희석에서 첨가량과 상관없이 살충력이 90%로 나타났다.

<표 6> 유화제 첨가 시 창이자 추출물의 진딧물 살충력

구분	첨가량(%)	3일 후 살충률(%)		
		200배 희석	300배 희석	500배 희석
TL30	1	90	50	20
	3	90	60	40
	5	90	80	70
	10	90	90	70
TL50	1	90	70	30
	3	90	80	40
	5	90	80	70
	10	90	80	70
무처리구	-	0	0	0

<표 7>은 창이자 추출복합물(95% 발효주정 알코올 추출물+10% TL50)을 사용하여 무와 배추를 약 3개월 정도 재배하면서 3~5회 살포한 포장과 방제하지 않은 포장의 작물 수확률을 비교한 것이다. 방제하지 않은 포장은 무와 배추 모두 수확이 거의 이루어지지 않았지만 창이자 추출복합물을 처리한 포장은 정상적으로 수확이 이루어졌다.

또한 진딧물 외에도 배추 벼룩잎벌레가 발생하였으나 추출복합물로 일정 수준 방제가 가능성이 확인되었다. 창이자 추출물의 약해 발생 여부를 조사한 결과, 200배 이상의 희석액에서는 작물에 약해가 발생하지 않았다.

<표 7> 창이자 추출복합물을 이용한 엽채류 포장 방제효과

작물	수확률(%)		수확지수(%)
	무처리구	처리구	처리구/무처리구
무	40	90	225
배추	30	90	300

3. 고련피 추출물을 이용한 고삼 및 창이자 추출물 상승효과 조사

<표 8>은 고삼 추출물과 고련피 추출물을 혼합할 경우 담배거세미나방 유충에 대한 살충력을 상승시킬 수 있는지 실험한 결과이다. 모든 처리에 유화제(TL50)를 10% 첨가하여 수행하였다.

고삼 추출물만 사용한 것보다 고련피 추출물을 혼용한 경우 살충력이 개선되는 효과가 나타났다. 혼합비율은 고삼과 고련피 75:25, 50:50이 동일하게 살충력이 가장 좋았으며, 200배, 300배 희석 농도에서도 약 90%의 살충력을 확인하였다. 고련피 추출물 100%만 활용하였을 때는 살충력이 비교적 낮게 나타났다.

<표 8> 고삼 추출물과 고련피 추출물 혼합비율에 따른 담배거세미나방 살충력

구분	고삼(%)	고련피(%)	3일 후 살충률(%)		
			200배 희석	300배 희석	500배 희석
고삼 고련피 혼합처리구	100	0	80	70	30
	75	25	90	90	60
	50	50	90	90	60
	25	75	80	60	40
	0	100	60	40	0
무처리구	0	0	0	0	0

<표 9>는 창이자 추출물과 고련피 추출물을 혼합할 경우 진딧물에 대한 살충력을 상승시킬 수 있는지 실험한 결과이다. 모든 처리에 유화제(TL50)를 10% 첨가하여 수행하였다.

창이자 추출물만 사용한 것보다 고련피 추출물을 혼용한 경우 살충력이 개선되는 효과가 나타났다. 혼합비율은 창이자와 고련피 75:25, 50:50이 동일하게 살충력이 가장 좋았으며, 200배 희석 농도에서도 약 90%의 살충력을 확인하였다.

<표 9> 창이자 추출물과 고련피 추출물 혼합비율에 따른 진딧물 살충력

구분	창이자(%)	고련피(%)	3일 후 살충률(%)		
			200배 희석	300배 희석	500배 희석
창이자	100	0	50	40	30
	75	25	90	80	50
고련피	50	50	90	80	50
혼합처리구	25	75	70	70	50
	0	100	50	30	0
무처리구	0	0	0	0	0

4. 활용방안

본 연구에서 개발된 친환경자재를 이용하여 엽채류 주요 해충인 담배거세미나방과 진딧물 문제를 해결하고 고품질 유기농산물 생산 및 농가 경쟁력 확보에 활용하고자 한다.

가. 기술적인 측면

- 1) 유기농산물의 안정적인 해충방제를 위한 친환경자재 개발 기술 확보
- 2) 친환경 엽채류의 주요 해충인 담배거세미나방과 진딧물 방제 현장적용 기술 확보
- 3) 엽채류 외 과채류, 수도작 등 다양한 친환경 농산물 활용가능 기술 확보

나. 경제·산업적인 측면

- 1) 친환경 엽채류 피해 감소 및 상품성 개선으로 농가소득 개선
- 2) 화학살충제 살포 경감으로 농작물 친환경 생산기술 확보
- 3) 친환경자재 자체 생산으로 농가 영농비용 부담 감소 및 소득 증대효과

결론

본 연구는 엽채류 주요해충을 식물재료로 친환경 방제하고, 효과적인 자재생산 기술을 개발했다. 그 결과를 요약 및 정리하면 다음과 같다.

첫째, 국산 및 수입산(중국) 고삼을 95% 발효주정 알코올 추출물을 이용하여 담배거세미나방 유충 살충력을 실험한 결과, 국산과 수입산의 살충력 차이는 없었으며 최적 추출 시간은 약 72시간, 이 경우 200배 희석액에서 80% 살충력을 확인하였다. 또한 고삼 추출물의 살충력은 유화제 TL50을 10% 첨가하면 가장 개선되었다. 약 3개월의 엽채류 재배기간동안 담배거세미나방 방제를 위해 개발된 고삼 추출물을 3~5회 살포할 경우 정상적으로 엽채류를 수확할 수 있었다.

둘째, 창이자를 95% 발효주정 알코올 추출하는 최적 시간은 72시간이며, 이 경우 200배 희석액에서 90%의 살충력을 확인했다. 창이자 추출물의 살충력은 유화제 TL50을 10% 첨가하면 가장 향상되었다. 약 3개월의 엽채류 재배기간동안 진딧물 방제를 위해서 개발된 창이자 추출물을 3~5회 살포할 경우 정상적으로 엽채류를 수확할 수 있었다.

셋째, 고삼 추출물과 고련피 추출물을 혼합할 경우 담배거세미나방 유충에 대한 살충력이 향상되었고, 혼합비율이 고삼과 고련피 75:25, 50:50일 때 살충력이 가장 우수했다. 이 경우 200배 희석 농도에서 약 90%의 살충력을 확인했다. 창이자 추출물과 고련피 추출물을 혼합할 경우 진딧물에 대한 살충력이 향상되었으며, 혼합비율은 창이자와 고련피 75:25, 50:50인 경우 살충력이 가장 우수했다. 이 경우 200배 희석 농도에서 약 90%의 살충력을 확인했다.

[참고문헌]

1. 전라남도농업기술원. 2014. 『유기재배농가에서 식물로 병해충 방제하기』.