

## 크림손클로버, 헤어리베치, 호밀 추출물이 몇 가지 작물의 종자 발아와 유근 생장에 미치는 allelopathy 효과

이지현<sup>1</sup>, 이병모<sup>2</sup>, 전승호<sup>1</sup>, 정종일<sup>1</sup>, 김민철<sup>1</sup>, 심상인<sup>1,3\*</sup>

## Allelopathic Effects of Crimson Clover, Hariy Vetch and Rye on Germination and Radicle Elongation of Several Crops

Ji-Hyun Lee<sup>1</sup>, Byung-Mo Lee<sup>2</sup>, Seung Ho Jeon<sup>1</sup>, Jong-II Chung<sup>1</sup>  
Min-Chul Kim<sup>1</sup> and Sang-In Shim<sup>1,3\*</sup>

**ABSTRACT** Crimson clover (*Trifolium incarnatum*), hairy vetch (*Vicia villosa*) and rye (*Secale cereale*) are common leguminous cover crops. Because they contain water-soluble allelopathic substances that show a variable level in tissue depending on growth stage of the plants, the weed inhibition effects are dependent on the growth stage of cover crops. This study investigated the allelopathic effects of crimson clover, hairy vetch and rye on soybean, radish, oilseed rape and lettuce seeds germination and seedling growth. We used extract that were prepared from the shoots of crimson clover, hairy vetch and rye at different growth stages, vegetative growth stage, flowering stage, and fruiting stage. Applications of aqueous extracts from three growth stage of cover crops strongly affected to oilseed rape and lettuce seeds germination but the treatment resulted in a slight inhibition of the germination in soybean and radish. Radical length was more sensitive to aqueous extracts than seed germination rate. Especially, three cover crops extracts at vegetative growth stage highly inhibited seedling root growth of oilseed rape and lettuce by over 80% and 90% respectively. Furthermore, the GR<sub>50</sub> values were lowest in the treatment of extracts from vegetative growth stage and the level of phenolics was decreased by the order of vegetative growth stage, flowering stage and fruiting stage.

**Key words:** allelopathy; crimson clover; rye; hairy vetch; phenolic compound.

<sup>1</sup> 경상대학교 농학과, 660-701 경남 진주시 가좌동 900(Department of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea).

<sup>2</sup> 국립농업과학원 유기농업과, 441-707 경기 수원시 권선구 서둔동 249(Organic Agriculture Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea).

<sup>3</sup> 경상대학교 농업생명과학연구원, 660-701 경남 진주시 가좌동 900(Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea).

\* 연락처자(Corresponding author) : Phone) +82-55-751-5423, Fax) +82-55-751-5420, E-mail) sishim@gsnu.ac.kr

(Received August 27, 2010: Examined September 15, 2010: Accepted October 19, 2010)

## 서 언

‘Allelopathy’라는 용어는 Molisch에 의해 처음 사용되었으며(Molisch 1937), Rice(1984)는 allelopathy를 한 생물이 화학물질을 생성하여 주위 환경으로 방출함으로써 다른 식물에게 직·간접적으로 영향을 미치는 것이라고 하였다. 그 후 10년을 지나면서 allelopathy는 생명체들 사이의 더 넓은 화학적인 상호작용을 의미하는 용어로 사용되었으며 1996년 International Allelopathy Society는 allelopathy를 ‘농업과 생물계의 생육과 발달에 영향을 주는 식물, 조류, 세균과 곰팡이에 의해 생성되는 2차 대사산물과 관련이 있는 어떤 과정’으로 정의하였다(Roger 2006). 최근에는 allelopathy가 식물 연구와 관련하여 한 식물체에 의해 생성되어 다른 식물체의 생장을 저해하는 물질이라는 처음의 정의로 다시 되돌아가기 시작하였다(Willis 2007). 식물에서 allelochemical은 잎, 나무껍질, 뿌리, 뿌리 분비액, 꽃, 열매에 존재하며, 잎과 다른 지상부의 침출물, 뿌리 분비액, 나무껍질 등에서 분비된 allelochemical은 근권으로 들어간다(Tiffany 등 2004). 농업에서는 식물의 allelopathy를 이용하여 생물농약개발(Rice 1984; Cutler 1988; Putnam 1988; Putnam 1990; 김 등 2003)과 잡초의 생물적 방제(Miller 1983; Rice 1984; Teasdale 등 1991; Vasey 1994)를 위한 연구가 되어지고 있다.

본 연구에서는 동계피복 작물인 크림손클로버, 헤어리베치, 호밀의 추출물을 생육 단계별로 예취하여 allelochemical을 분석하고, allelopathy 효과를 검증하기 위해 몇 가지 작물 종자의 발아와 유근 생장에 미치는 영향을 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 피복작물 추출물 준비

크림손클로버는 10a당 3kg, 헤어리베치는 6kg, 호밀은 10kg의 파종량을 기준으로 하여 2008년 10월 2일에 7×7m 면적에 파종하였다. 월동 후 호밀, 헤어리베치, 크림손클로버를 각각 영양생장기, 개화기, 결실

기에 예취해 50℃ 조건의 건조기에서 48시간 동안 건조시켰다. 건조시료를 분쇄기로 잘게 부순 다음 0.5mm 체로 친 후 시료 20g당 증류수 200mL을 넣고, 60℃ 항온수조에서 48시간 동안 추출한 후, 원심 분리하여 상정액을 실험에 사용하였다.

### 추출물 처리에 따른 발아율 및 유근 길이 조사

종자는 콩, 무, 유채, 상추 종자를 사용하였으며, 지름이 9cm인 패트리디쉬에 Advantec No. 2 여과지 두 장을 깔고, 각각의 종자를 50립씩 3반복으로 치상한 후 5%, 10%, 20%의 피복작물 추출물을 콩은 12mL씩, 나머지 종자들은 5mL씩 처리하여 항온기 온도 20℃, 12시간 광 조건에 두었다. 발아율 검사는 국제종자발아검사규정(International Seed Testing Association 1999)에 준하여 조사했으며, 유근 길이는 종자발아검사규정의 중간 조사일에 실시하였다.

### 피복작물 추출물 성분 분석

피복작물 추출물의 총 페놀화합물은 10%로 희석한 추출물 1mL에 에탄올 1mL과 증류수 5mL을 넣은 후 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.5mL과 5% sodium carbonate 1mL을 넣어 발색시키고, 1 시간

**Table 1.** Composition of the mobile phase employed in the gradient HPLC system.

Time (min)	Composition of mobile phase (%)	
	Water in 0.05 % phosphoric acid	Acetonitrile in 0.05 % phosphoric acid
0	85	15
5	85	15
8	83	17
10	83	17
15	80	20
20	80	20
25	78	22
30	78	22
35	76	24
40	76	24
45	74	26
50	70	30
55	58	15
60	58	15

후 UV spectrophotometer를 이용하여 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 ferulic acid를 표준 물질로 이용하였다. HPLC를 이용한 allelochemical 분석은 10%로 희석한 추출물을 0.45µm membrane filter로 여과 후 사용하였으며, 분석기기는 펌프와 autosampler가 장착 된 Waters e2695 HPLC(Waters), 검출기는 Waters 2487 UV detector(Waters)를 사용하였다. 분석 컬럼은 Sunfire C<sub>18</sub>(5.0µm, 4.6×250 mm, Waters)을 사용하였고, 시료 주입은 10µL, 유속은 1.0mL min<sup>-1</sup>, 컬럼 온도는 30°C, 파장은 280nm로 설정하여 분석하였다. 이동상은 0.05% 인산이 포함된 HPLC용 물과 HPLC용 acetonitrile 사용하였으며, 이동상의 gradient 조건은 표 1과 같다. 표준 검량선 작성은 2-benzoxazolinone(BOA), 4-hydroxybenzoic acid, caffeic acid, coumarin, ferulic acid, *p*- coumaric acid, vanillic acid를 70% ethanol에 용해시켜 0~500µmol 범위의 표준용액을 조제하여 작성하였으며, 크로마토그램의 분석은 Waters empower 2를 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 콩, 무, 유채, 상추의 종자 발아

콩과 무에서는 각 피복작물 추출물의 처리구에서

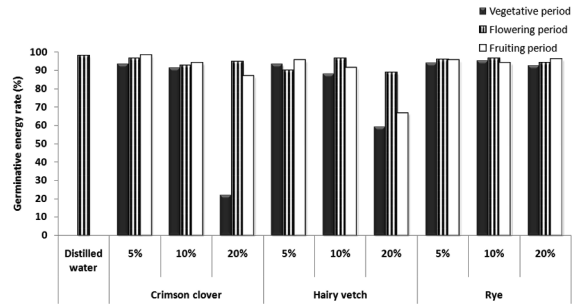


Fig. 1. Comparisons of extracts of cover crops cut at different growth stages on germinative energy rate of lettuce seed.

발아율에 별다른 차이를 나타내지 않은 점을 보아(표 2, 3) 추출물 20% 농도까지는 콩과 무 종자 발아율에 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다. 반면, 유채에서는 크림슨클로버의 개화기 20% 추출물, 헤어리베치의 영양생장기, 개화기, 결실기 20% 추출물, 호밀의 영양생장기 20% 추출물들에서 20% 이상의 발아 억제 효과가 나타나(표 4), 유근 생장 뿐 아니라 발아단계에서도 추출물의 영향을 받는 것으로 보여진다. 상추의 최종 발아율은 각 추출물의 처리구에서 별다른 차이가 없었다(표 5). 하지만 처리 2일 째 발아세를 조사한 결과 증류수 처리에서는 98%의 발아율을 보인 반면, 크림슨클로버와 헤어리베치의 영양생장기의 20% 추출물 처리에서 각각 발아율이 22%, 59%로 낮게

Table 2. Effects of extracts of cover crops cut at different growth stages on germination rate of soybean seed.

Extract	Conc.	Germination rate (%)		
		Sampling time		
		Vegetative stage	Flowering stage	Fruiting stage
Distilled water	0%	98.7 ± 1.2		
Crimson clover	5%	98.7 ± 1.2	98.7 ± 1.2	98.7 ± 2.3
	10%	97.3 ± 3.1	98.7 ± 1.2	99.3 ± 1.2
	20%	99.3 ± 1.2	98.0 ± 2.0	98.0 ± 0
Hairy vetch	5%	98.7 ± 1.2	98.7 ± 1.2	98.0 ± 2.0
	10%	99.3 ± 1.2	100 ± 0	98.7 ± 2.3
	20%	99.3 ± 1.2	98.0 ± 0	99.3 ± 1.2
Rye	5%	98.0 ± 2.0	99.3 ± 1.2	100 ± 0
	10%	98.7 ± 2.3	98.7 ± 1.2	100 ± 0
	20%	97.3 ± 3.1	98.0 ± 0	98.7 ± 1.2

**Table 3.** Effects of extracts of cover crops cut at different growth stages on germination rate of radish seed.

Extract	Conc.	Germination rate (%)		
		Sampling time		
		Vegetative stage	Flowering stage	Fruiting stage
Distilled water	0%		99.3 ± 0	
Crimson clover	5%	100 ± 0	98.7 ± 1.2	98.0 ± 3.1
	10%	99.3 ± 2.3	99.3 ± 7.2	99.3 ± 3.1
	20%	98.7 ± 0	98.7 ± 0.6	98.7 ± 0
Hairy vetch	5%	98.7 ± 6.0	98.7 ± 2.0	100 ± 0
	10%	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0
	20%	100 ± 0	99.3 ± 0	96.7 ± 1.2
Rye	5%	98.7 ± 3.1	98.7 ± 2.3	98.7 ± 5.3
	10%	99.3 ± 0	100 ± 0	100 ± 0
	20%	99.3 ± 0	99.3 ± 0	98.0 ± 1.0

**Table 4.** Effects of extracts of cover crops cut at different growth stages on germination rate of rapeseed.

Extract	Conc.	Germination rate (%)		
		Sampling time		
		Vegetative stage	Flowering stage	Fruiting stage
Distilled water	0%		91.3 ± 2.5	
Crimson clover	5%	85.3 ± 4.0	85.3 ± 4.9	84.7 ± 3.5
	10%	84.0 ± 1.0	80.7 ± 2.5	85.3 ± 1.5
	20%	85.3 ± 2.3	77.3 ± 0.6	86.0 ± 1.0
Hairy vetch	5%	84.7 ± 2.5	86.0 ± 1.7	86.0 ± 3.0
	10%	85.3 ± 2.1	93.3 ± 1.2	89.3 ± 0.6
	20%	78.7 ± 4.7	71.3 ± 0.6	74.0 ± 3.5
Rye	5%	88.7 ± 5.5	88.0 ± 0	84.0 ± 1.0
	10%	86.7 ± 0.6	91.3 ± 0.6	91.3 ± 2.5
	20%	78.0 ± 1.0	86.7 ± 3.2	80.7 ± 0.6

나타나(그림 1), 이들 추출물이 상추의 발아속도를 억제하는 것을 알 수 있었다. 한편, 호밀 추출물 처리에서는 모두 90% 이상의 발아율을 보여 크림손클로버와 헤어리베치 추출물 처리구와는 대조적인 결과를 보였다.

#### 콩, 무, 유채, 상추의 유근 생장

공시 된 피복작물의 추출물은 콩, 무, 유채, 상추의 유근 생장을 억제하는 것으로 나타났다(그림 2, 3, 4, 5). 작물 중에서 콩의 억제율이 가장 적었으나, 추출

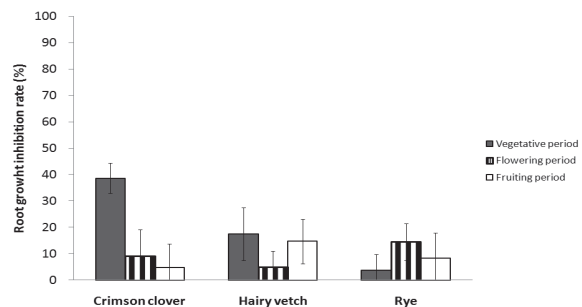
물 처리구 중 크림손클로버의 개화기 추출물에서 39% 억제율을 보여 가장 억제 정도가 심했다(그림 2). 무는 각 피복작물의 영양생장기 추출물에서 유근 생장 억제율이 컸으며, 특히 헤어리베치 추출물에서 60% 이상의 억제율을 보였다(그림 3). 유채와 상추도 각 피복작물의 영양생장기 추출물에서 유근 생장이 각각 80%와 90% 이상 억제되었으며(그림 4, 5), 특히 상추는 헤어리베치 추출물 처리구에서 모두 90%의 유근 생장 억제율을 보였다. 각 추출물에 의한 작물 종자의 유근 생장은 정도의 차이가 있었으나, 영양

**Table 5.** Effects of extracts of cover crops cut at different growth stages on germination rate of lettuce seed.

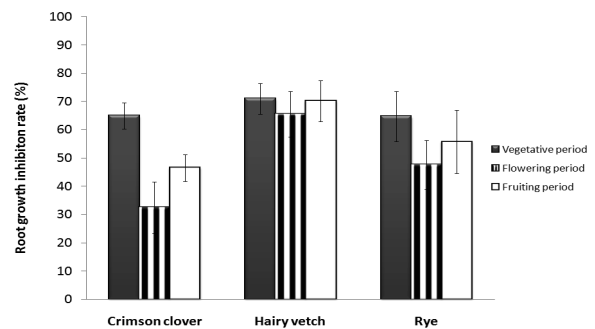
Extract	Conc.	Germination rate (%)			
		Sampling time			
		Vegetative stage	Flowering stage	Fruiting stage	
Distilled water	0%	98.0 ± 3.5			
	Crimson clover	5%	97.3 ± 1.2	98.0 ± 2.0	100 ± 0
		10%	96.7 ± 2.3	96.7 ± 1.2	98.0 ± 2.0
		20%	96.7 ± 5.8	100 ± 0	98.0 ± 2.0
Hairy vetch	5%	98.0 ± 2.0	96.0 ± 2.0	97.3 ± 3.1	
	10%	95.3 ± 4.2	99.3 ± 1.2	98.7 ± 1.2	
	20%	94.0 ± 2.0	98.0 ± 2.0	95.3 ± 3.1	
Rye	5%	96.0 ± 3.5	96.7 ± 3.1	98.0 ± 3.5	
	10%	98.7 ± 1.2	98.7 ± 1.2	98.0 ± 2.0	
	20%	96.0 ± 0	99.3 ± 1.2	98.7 ± 1.2	

생장기 추출물에서 크게 억제 되는 것을 알 수 있었다. 따라서 영양생장기 추출물 속에 allelochemical이 가장 많은 것을 추정할 수 있다. 이러한 점을 고려할 때 피복작물을 영양생장기에 예취하면 잡초의 유근 성장억제에 대한 효과도 볼 수 있을 것으로 예상되나, 무, 유채, 상추를 주작물로 재배 할 경우 주작물에 피해를 미칠 가능성이 있는 것으로 보여지며, 특히 무와 상추는 헤어리베치에 의한 피해가 예상되어진다. 콩, 무, 유채, 상추의 유근 성장 억제를 위한 각 피복작물 추출물의 GR<sub>50</sub> 값을 구한 결과, 공시 작물 중 유근 성장 억제율이 가장 낮았던 콩에서 GR<sub>50</sub> 값이 가장 높았다. 크림손클로버의 영양생장기와 헤어리베치의 개화기 추출물에서는 20g L<sup>-1</sup>이하의 값을 보였으며, 호밀 개화기 추출물에서는 54.0g L<sup>-1</sup>로 처리구 중 가장 높은 값을 보였다(표 6). 무는 크림손클로버의 영양생장기, 헤어리베치와 호밀의 결실기 추출물에서 각각 4.5g L<sup>-1</sup>, 4.1g L<sup>-1</sup>, 3.2g L<sup>-1</sup>로 가장 낮은 값을 보였고, 유채는 크림손클로버의 영양생장기, 헤어리베치의 결실기와 호밀의 개화기 추출물에서 가장 낮게 나타났다. 상추는 전체적인 GR<sub>50</sub> 값이 낮았으며, 특히 크림손클로버, 헤어리베치, 호밀 모두 영양생장기 추출물에서 가장 낮고, 헤어리베치 모든 추출물에서 가장 낮게 나타나 유근 성장 억제율과 같은 경향이였다(표 6). 추출 피복작물과 대상 종자에 따라 정도의 차이는 있

으나 대체로 영양생장기 추출물에서 GR<sub>50</sub> 값이 낮게 나타나 유근 성장 억제율과 비슷한 결과를 보였다.



**Fig. 2.** Inhibition of soybean hypocotyl treated with 10% extract of cover crops cut at different growth stages. Vertical bars indicate ± SD.



**Fig. 3.** Root growth inhibition rate of radish seedling treated with 10% extract of cover crops cut at different growth stages. Vertical bars indicate ± SD.

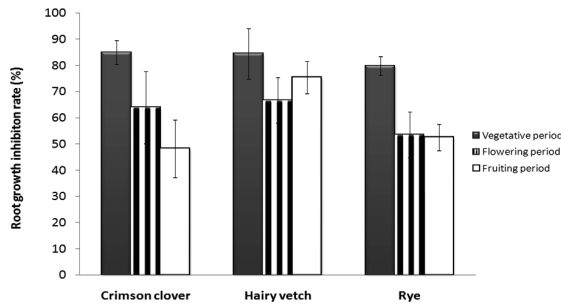


Fig. 4. Root growth inhibition rate of oilseed rape seedling treated with 10% extract of cover crops cut at different growth stages. Vertical bars indicate  $\pm$  SD.

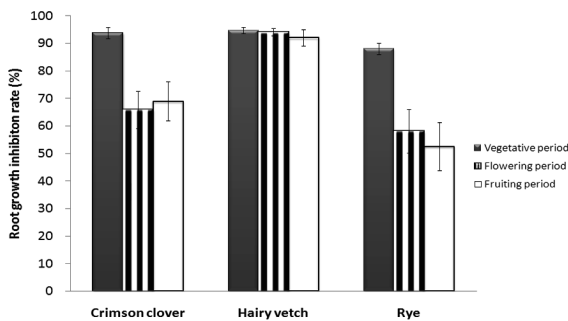


Fig. 5. Root growth inhibition rate of lettuce seedling treated with 10% extract of cover crops cut at different growth stages. Vertical bars indicate  $\pm$  SD.

#### 피복작물 추출물의 allelochemical 분석

피복작물 추출물의 총 페놀화합물 함량을 분석한

결과 영양생장기 때 페놀화합물 함량이 가장 높았고, 결실기가 됨에 따라 값이 감소되었다(그림 6). 이러한 결과는 월동 후 자운영 내 총 페놀화합물 함량이 4월 13일부터 5월 중순까지 지속적으로 감소된다고 보고한 심(2005)의 연구 결과와 유사하다. HPLC를 이용한 분석에서는 크림손클로버의 경우 채취한 모든 시기에서 *p*-hydroxybenzoic acid가 검출되었으나, 함량의 차이가 있었다. 영양생장기에는 함량이  $20.5\mu\text{mol L}^{-1}$ 였으나 결실기에는  $2.9\mu\text{mol L}^{-1}$ 로 감소되었다(표 7). Coumarin은 영양생장기에는 그 함량이  $50.1\mu\text{mol L}^{-1}$ 이었으나, 개화기와 결실기 추출물에서는 검출되지 않은 반면, vanillic acid는 영양생장기에는 검출되지 않았고, 개화기와 결실기에는 각각  $21.0\mu\text{mol L}^{-1}$ ,  $49.1\mu\text{mol L}^{-1}$ 이었다. 헤어리베치의 영양생장기 추출물에서는 ferulic acid, *p*-coumaric acid, *p*-hydroxybenzoic acid가 검출되었고, 개화기 추출물에서는 영양생장기에서 검출된 물질 외 caffeic acid, vanillic acid가 추가적으로 검출되었으며, 결실기 추출물에서는 이들 물질들과 함께 coumarin도 검출되었다. 결실기에만 검출된 coumarin을 제외한 나머지 물질들은 개화기 추출물에서 함량이 가장 높았으며, 특히 *p*-coumaric acid와 vanillic acid는 각각  $76.8\mu\text{mol L}^{-1}$ 과  $88.6\mu\text{mol L}^{-1}$ 로 가장 높은 값을 보였다(표 7). 이 등 (2001)은 phenolic acid 중 caffeic acid와 ferulic acid

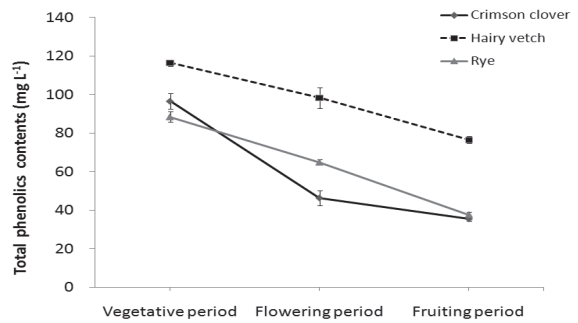
Table 6. Estimated concentrations of extract from cover crops cut at different growth stages required for root growth inhibition by 50% in soybean, radish, rapeseed and lettuce. (unit :  $\text{g L}^{-1}$ )

Tested crop	Extract source	Vegetative stage	Flowering stage	Fruiting stage
Soybean	Crimson clover	13.3	32.5	27.5
	Hairy vetch	23.5	19.8	27.5
	Rye	34.1	54.0	36.2
Radish	Crimson clover	4.5	16.6	13.2
	Hairy vetch	4.6	5.2	4.1
	Rye	6.9	11.0	3.2
Oilseed rape	Crimson clover	7.5	7.6	10.8
	Hairy vetch	7.3	6.4	4.6
	Rye	7.5	6.5	9.0
Lettuce	Crimson clover	3.3	5.3	5.3
	Hairy vetch	3.8	4.1	3.8
	Rye	3.9	5.0	5.3

**Table 7.** 2-Benzoxazolinone and phenolic acid contents in cover crop sampled at different growth stages.

Components	Crimson clover			Hairy vetch			Rye		
	Vegetative period	Flowering period	Fruiting period	Vegetative period	Flowering period	Fruiting period	Vegetative period	Flowering period	Fruiting period
..... $\mu\text{mol L}^{-1}$ .....									
2-Benzoxazolinone (BOA)	-	-	-	-	-	-	195.3±13.4	97.4±15.2	35.9± 6.3
Caffeic acid	-	-	-	-	10.2± 3.4	6.56±1.4	25.5± 5.1	16.7± 2.9	9.0± 2.3
Coumarin	50.1±6.1	-	-	-	-	17.0±1.3	-	-	-
Ferulic acid	-	-	-	30.1± 6.1	47.5± 5.3	38.0±6.2	66.7± 4.2	121.7±22.5	87.4±10.3
<i>p</i> -Coumaric acid	-	-	-	72.4±11.3	76.8±17.2	26.9±5.1	100.1±18.2	123.0±21.6	33.1± 5.9
<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid	20.5±2.5	5.8±1.3	2.9±0.6	15.9± 3.1	19.1± 3.1	4.66±0.9	2.1±0.12	3.2±0.45	1.00± 0.1
Salicylic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vanillic acid	-	21.0±3.4	49.1±6.4	-	88.6±20.0	22.2±2.2	21.2± 2.5	46.6± 3.5	26.1± 2.7
<b>Total</b>	<b>70.6</b>	<b>26.7</b>	<b>51.9</b>	<b>118.4</b>	<b>242.1</b>	<b>115.3</b>	<b>410.9</b>	<b>408.6</b>	<b>192.5</b>

는 3mM 이하 농도에서는 잔디 생장에 영향을 미치지 않았으며, *p*-coumaric acid, *p*-hydroxybenzoic acid, vanillic acid는 7mM 이상의 농도에서 발아를 억제한다고 보고하였다. 이렇듯 순수한 phenolic acid를 단독으로 처리하였을 경우에는 비교적 고농도에서 식물 발아와 생장에 영향을 미쳤으나, phenolic acids가 들어있는 추출물을 처리한 경우는 순수한 phenolic acid보다 낮은 농도에서도 식물 생장이 억제되었다. 이것은 추출물에는 여러 물질이 혼합되어 있어 상가 및 상승작용으로 phenolic acid를 단독으로 처리했을 때 보다 낮은 농도에서도 식물 생장에 영향을 미치는 것으로 보인다. 호밀 추출물에서는 호밀과 밀 같은 곡류의 allelochemical로 알려져 있는 (Friebe 2001) benzoxazinones 류의 BOA는 영양생장기 추출물에서 195.3 $\mu\text{mol L}^{-1}$ 로 가장 높은 함량이 검출되었으며, 개화기, 결실기 추출물에는 그 양이 점차 감소되었다(표 7). Caffeic acid도 영양생장기 때 가장 많은 양이 함유되어 있으며, ferulic acid, *p*-coumaric, *p*-hydroxybenzoic acid, vanillic acid는 개화기 추출물에서 가장 높은 농도로 존재하였다. Barnes와 Putnam(1987)에 의하면 BOA는 바랭이, 돌피, 기장, 토마토, 상추의 유묘 생장을 억제하고, 녹조류의 엽록소 생산을 감소시킨다는 보고가 있다. 양 등(1998)의 연구에서는 호밀 추출물에 salicylic acid



**Fig. 6.** Total phenolics contents in 10% extract of cover crops cut at different growth stages. The content was measured with aerial part of cover crops after drying at 50°C for 48 h. Vertical bars indicate  $\pm$  SD.

가 8.34 mg mL<sup>-1</sup>로 가장 많이 함유되어 있다는 결과가 있었으나, 본 연구는 호밀 추출물에서 salicylic acid가 검출되지 않았으며, 양 등(1998)의 연구에서 salicylic acid 다음으로 많이 함유되어 있었던 *p*-coumaric acid, ferulic acid, caffeic acid는 본 연구에서도 크림손클로버와 헤어리베치 추출물보다 호밀 추출물에서 많은 양이 검출되었다.

HPLC 분석 결과, 크림손클로버 추출물에서 검출된 *p*-hydroxybenzoic acid를 제외한 나머지 phenolic acid 함량들은 결실기로 갈수록 감소된 총 페놀화합물의 함량과 다른 경향을 보였다(그림 6). 오히려 헤

어리베치 추출물에서는 coumarin, 호밀 추출물에서는 BOA와 caffeic acid를 제외한 나머지 물질들이 개화기에서 가장 높은 함량을 나타냈다. 그러나 크립손클로버와 호밀 추출물에서 분석 물질들의 총 함량은 영양생장기 추출물에서 가장 높게 나타났다. 콩, 무, 유채, 상추의 유근 성장, 총 페놀화합물 함량의 결과, HPLC 분석을 종합적으로 고려해 볼 때, 피복작물의 영양생장기에 allelochemical 함량이 가장 많은 것으로 추측된다. 따라서 피복작물을 영양생장기에 예취하는 것이 allelopathy 효과를 높이는 방법으로 보인다. 더욱이 개화기 경에 피복재료가 되는 경엽부의 생체량이 가장 많으므로 이 시기에 예취는 그 효과가 증대될 수 있다. 본 연구는 피복작물의 지상부만을 채취하여 실험한 결과이므로 지하부에서 발생하는 allelochemical은 알 수 없다. 그러므로 보다 정확한 결과를 알기 위해서는 피복작물의 지하부에 의한 allelopathy에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 요 약

피복작물의 생육 단계에 따른 allelopathy 효과의 차이를 알아보기 위해, 각 피복작물의 영양생장기, 개화기, 결실기에 채취한 시료로부터 추출한 추출물을 이용해 콩, 무, 유채, 상추의 발아에 미치는 영향을 확인하였다. 콩과 무에서는 각 피복작물 추출물의 처리구에서 발아율에 별다른 차이를 나타내지 않았으나, 유채에서는 크립손클로버의 개화기 20% 추출물, 헤어리베치의 영양생장기, 개화기, 결실기 20% 추출물, 호밀의 영양생장기 20% 추출물들에서 20% 이상의 발아 억제가 나타났으며, 상추는 영양생장기의 크립손클로버와 헤어리베치의 20% 추출물 처리에서 발아세가 낮게 나타났다. 피복작물의 영양생장기 추출물에서 유근 성장 억제가 가장 높았으며 GR<sub>50</sub> 값도 낮게 나타났다. 피복작물 추출물의 총 페놀화합물 함량도 영양생장기 때 가장 높았고, 결실기로 생육이 진전되면서 감소되었다. HPLC 분석 결과 크립손클로버 추출물에서 검출된 *p*-hydroxybenzoic acid를 제외한 나머지 phenolic acid 함량들은 총 페놀화합물

의 함량과 다른 경향을 보였으며, 헤어리베치 추출물에서는 coumarin, 호밀 추출물에서는 BOA와 caffeic acid를 제외한 나머지 물질들이 개화기에서 가장 높은 함량을 나타냈다. 그러나 크립손클로버와 호밀 추출물에서 분석 물질들의 총 함량은 영양생장기 추출물에서 가장 높게 나타났다.

## 인 용 문 헌

- 김희연, 최해진, 유용만, 허수정, 임상현, 김진석, 김성문. 2003. 식물기원 제초활성물질. 한국잡초학회지 23(3):190-212.
- 심상인. 2005. 동계 피복 작물로서 자운영의 내한성 증진을 위한 기술 개발. 농림부 최종 연구보고서. pp. 12-59.
- 양계진, 김광호, 정일민. 1998. 호밀, 귀리 추출물로부터 제초활성물질 탐색 및 동정. 한국잡초학회지 18:348-355.
- 이지훈, 김인택, 이호준, 김용욱. 2001. 토끼풀(*Trifolium repens*) 추출액이 잔디(*Zoysia japonica*)의 발아와 생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지 24:125-130.
- Barnes, J. P., and A. R. Putnam. 1987. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L). J. Chem. Ecol. 13:889-906.
- Cutler, H. G. 1988. Biologically active natural products. Potential use in agriculture. Amer. Chem. Soc. Washington DC.
- Friebe, A. 2001. Role of benzoxazinones in cereals. J. Crop Production. 4:379-400.
- International Seed Testing Association. 1999. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 27 Supplement.
- Miller, D. A. 1983. Allelopathic effects of alfalfa. J. Chem. Ecology 9(8):1059-1072.
- Molisch, H. 1937. Der Einfluss einer Pflanze auf die Andere-Allelopathie. Fischer Jena. p. 20.
- Putnam, A. R. 1988. Allelochemicals from plant as



- herbicides. *Weed Technol.* 2:510-518.
- Putnam, A. R. 1990. Vegetable weed control with minimal herbicide inputs. *Hort Sci.* 25:165-169.
- Rice, E. L. 1984. *Allelopathy*. Academic press. pp. 1-4.
- Roger, M. J. R., M. J. Reigosa, P. Nuria and G. Luís. 2006. *Allelopathy : a physiological process with ecological implications*. Springer. p. 2.
- Teasdale, J. R. Besta and C. E., W. E. Potts. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Science* 39:195-199.
- Tiffany L W., S. W. Park and J. M Vivanco. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Plant Biology* 7: 472-479.
- Vasey, N. M. 1994. The impact of allelopathic winter rye and hairyvetch residues on avegetable cropping system. Ph. D. thesis. Uni. of Illinois, Urbana-Champaign, USA.
- Willis, R. J. 2007. *The history of allelopathy*. Springer. pp. 1-14.