잡곡-피복작물 작부체계에서 잡초 발생과 작물 생장

강명훈¹, 전승호¹, 이세훈¹, 윤성탁³, 황재복⁴, 김석현¹, 심상인^{1,2*}

Effects of Winter Cover Crop-Minor Cereal Cropping System on Weed Occurrences and Crop Growth

Myung Hoon Kang¹, Seung Ho Jeon¹, Se Hun Lee¹, Seong Tak Yoon³
Jae Bok Hwang⁴, Seok Hyun Kim¹ and Sang In Shim^{1,2*}

ABSTRACT The study was conducted to evaluate the weed suppressing effects of two winter cover crops, Chinese milk vetch (CMV) and rye, in minor cereal fields in 2009. The suppressing activities of cover crops were due to the allelopathy of cover crops during weed emerging periods and competitive activity during vegetative growth of weeds. Weed suppression by cover crops were changed from 26.5 g m⁻², 0.1 g m⁻² and 0.2 g m⁻² in control, rye field and CMV field, respectively, on June 22 to 428.6 g m⁻², 1 g m⁻² and 403.9 g m⁻² in control, rye field and CMV field, respectively, on July 22. The weed dry weights were further changed to 656.3 g m⁻², 607.8 g m⁻² and 511.8 g m⁻² in control, rye field and CMV field, respectively, on August 22. The suppressing effect of cover crops also observed in minor cereals. Plant height and dry weight of sorghum was reduced to 68.7% and 33.6% of handweeding, respectively, on August 5. The reduction was recovered to 82.7% and 55.6% of control, respectively, on August 26. In addition, heading date of minor cereals was delayed by 7 days with rye.

Key words: Chinese milk vetch; cover crop; minor cereal; rye; weed.

¹ 경상대학교 농학과, 660-701 경남 진주시 가좌동 900번지(Dept. of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea).

² 경상대학교 농업생명과학연구원, 660-701 경남 진주시 가좌동 900번지(Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea).

³ 단국대학교 생명자원과학대학(College of Bio-resources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea).

⁴ 국립식량과학원 기능성작물부, 627-803 경남 밀양시 내이동 1085번지(Dept. of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 627-803, Korea).

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

(Received August 26, 2010; Examined September 6, 2010; Accepted September 13, 2010)

서 언

잡곡은 단백질과 전분이 풍부하여 영양적인 측면에서 우수하고 활용가치가 높다. 또한 수용성 식이섬유, 이소프레노이드 등의 생리활성물질이 풍부해 웰빙·건강식품으로 각광받고 있으며, 산업신소재로서 이용성이 확인되어 새로운 녹색성장 동력으로 주목하고 잡곡산업 육성을 위한 연구개발 및 정책지원을 적극 추진되고 있다(국립식량과학원 2009a). 이러한 경향과 더불어 우리나라의 잡곡 생산은 70년대까지만 해도 재배면적이 7만ha에 달하였으나 80년대부터 재배면적이 급격히 감소되어 2000년대에 이르러서는 약 25,000ha 내외로 재배되고 있다. 2008년 국내 잡곡 재배면적은 약 25,000ha, 생산량은 약 25,000 톤으로 이는 전제 식량작물 재배면적의 2.3%, 생산량의 1.9%로 식량으로서의 비중이 매우 적다. 사료용을 포함한 국내 잡곡 시장규모는 연간 120,000 톤 수준이나, 국내생산량은 30,000 톤 정도로 자급율이 92.5%정도인 쌀에 비하여 상당히 낮은 수준이다(국립식량과학원 2009b).

작물은 재배기간 중 여러 가지 환경요인에 의해서 생육이 크게 영향을 받는데, 특히 토양은 작물의 생육과 밀접하게 관계하며 토양조건을 잘 조성해 주는 것은 작물이 잘 생육할 수 있도록 하여 다수확이 가능하게 하는 하나의 방법이다. 이러한 방법 중 피복은 작물 재배기간 중 지온을 상승시키고 토양의 수분 보존 및 각종 양분의 용탈 방지와 물리성 악화방지 뿐만 아니라 잡초발생 억제 등의 효과로 생력재배, 품질향상 및 수량 증대 등의 목적으로 이용되고 있다(채 등 2007).

피복 작물을 도입한 작부체계에서 화본과인 호밀과 보리 같은 피복작물은 잡초 발생과 생육을 억제하고 콩(*Glycine max*), 목화(*Gossypium hirsutum*), 옥수수(*Zea mays*) 등을 포함하여 몇몇 작물의 수량을 증가시킨다고 알려져 있다(Liebl 등 1992; Johnson 등 1993; Moore 등 1994; Richard 등 1995; Ateh와 Doll 1996; Nagabhushana 등 2001; Reddy 2001; Kobayashi 등 2004; Dhima 등 2006). Petersen과 Rover(2005)는 사탕무 재배에 있어서 피복작물을 도

입한 작부체계는 관행농법에 비하여 수확량의 감소 없이 우수한 잡초 방제 효과를 보인다고 보고하였다. Khanh 등(2005)은 allelopathy 효과가 있는 작물을 피복작물, 녹비작물, 윤작 등으로 이용할 경우 토양 내 질소고정 외 잡초방제 효과, 토양 물리성 개선, 수량 증가 등의 효과가 있는 것으로 보고하였다.

이러한 잡초와 작물은 상호작용에 있어 작물의 발아, 유묘생장기 등 생육초기에 몇 주 만이라도 잡초와 경쟁이 없다면, 잡초로 손실되는 수확물의 5% 이상을 보호할 수 있다(Hall 등 1992; Van 등 1993; Knezevic 등 1994). 잡초 관리의 주목적은 작물과 잡초간의 결합으로 인해 일어나는 여러 가지 문제점을 해소하기 위한 것이며, 이를 위해 사용하는 제초제는 상대적으로 적은 비용으로 효과적인 방제가 되는 것으로 입증되어 있다. 하지만 오늘날의 소비자들은 제초제 등 화학약품 투여량을 줄이고 보다 안전 하고 높은 품질의 농산물을 원하고 있다. 따라서 화학적 방제 이외의 다른 방법으로 잡초를 관리하는 방법에 대한 모색이 시도되었지만 제초제를 사용하지 않고는 충분한 잡초 방제 효과를 얻기가 어렵다는 것이 여러 연구자들에 의해 보고되어지고 있다(Whitworth 1995; Kropff와 Walter 2000).

본 연구에서는 국내 잡곡 생산의 걸림돌 중 하나인 잡초 문제 해결을 위하여 피복작물을 도입한 작부체계 개선을 목적으로 수행하였다. 두과와 화본과 피복작물을 도입한 작부체계 별로 잡곡의 생산력과 피복작물로 인한 잡초 방제효과 및 녹비효과를 비교 분석하여 효과적인 피복작물-잡곡 작부체계 수립에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2009년 경상남도 진주에 소재한 경상대학교 농장에서 수행하였다. 시험 포장은 5년간 콩 재배를 위해 이용된 포장으로 alachlor를 평균 년 1회 처리한 포장이다. 공시 잡곡 종으로 수수(*Sorghum bicolor*), 기장(*Panicum miliaceum*), 조(*Setaria italica*)를 이용하였고, 피복작물은 호밀(*Secale cereale*)과

자운영(*Astragalus sinicus*)를 사용하였다. 호밀과 자운영은 2008년 9월 25일에 10a당 5kg을 파종하였다. 시험구는 자운영구, 호밀구, 무처리구, 손제초구 4개의 처리구를 난괴법 3반복으로 배치하였다. 잡곡은 6월 7일에 자운영과 호밀의 지상부를 예취하고 토양에 피복한 다음 6월 9일에 잡곡 종자를 직파하였다.

조는 재식 밀도 60×10cm로 1주 2본으로 파종하였고, 수수는 60×10cm 1립씩 파종하고 기장은 50cm 휴폭으로 줄뿌림 하였다. 시비는 퇴비 1,000kg 10a⁻¹, 질소 12kg 10a⁻¹, 인산, 칼리 8kg 10a⁻¹를 전면 기비로 사용하였다. 잡곡의 생육조사는 8월 5일과 26일에 실시하였으며, 초장과 지상부 건물중을 조사하였다. 잡초 발생 조사는 6월 22일, 7월 22일과 8월 22일에 50×50cm의 방형구를 이용하여 초종과 발생본수를 조사하였다. 또한 잡곡의 잡초경합을 알아보기 위하여 SPAD 502(Minolta, Japan)를 이용하여 최상위 2번째 엽에서 엽록소 함량을 측정하였다.

결과 및 고찰

잡초발생의 변화

잡곡 재배 포장에서 피복작물 재배에 따른 잡초 발생 양상은 그림 1과 같다. 조, 수수, 기장 모두 무처리구에서는 생육초기 m²당 150 개체수 이상의 많은 수의 잡초가 발생하고 시간이 경과함에 따라 쇠퇴를, 피, 명아주 등이 초기에 우점하다가 점차 바랭이의 우점도가 매우 높아져 발생 총 개체수는 줄어드는 것을 볼 수 있다. 피복작물로 덮여있는 곳에서는 호밀과 자운영의 영향으로 잡초의 발아가 한동안 억제되어 잡초가 출현하는 시기가 늦어졌고, 잡초 발생이 늘어났 이후에는 무처리구와 같이 소수의 종이 우점하면서 잡초의 총 개체수가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 특히 호밀에서는 자운영에 비해 개체수의 변화가 크게 나타나지 않았다.

각 처리구별 변화하는 잡초의 건물중을 나타낸 결과는 그림 2와 같다. 무처리에서는 시간의 경과함에 따라 생육 초기부터 건물중이 지속적으로 늘어났으나 조, 수수, 기장 포장에서 피복작물 처리구가 호밀

Fig. 1. Weed number in minor cereals fields following cover crop cultivation. The same letters within a minor cereal are not significantly different at 0.05 level of probability as determined by DMRT.

과 자운영의 영향으로 건물중이 늘어나는 시기가 늦춰졌다. 특히 잡초에 대한 allelopathy 효과는 자운영보다 호밀에서 뚜렷하게 나타났으며, 이는 강력한 allelochemical이 있는 호밀이 잡초의 포자 출현을 억제하는 효과가 탁월하다는 보고와 유사하였다(Barnes 등 1987; Putnam과 Defrank 1983; Shilling 등 1985; Yenish 등 1995). 또한 Yenish 등(1995)의 보고에서 호밀에서 나온 allelochemicals의 반감기가 168일 임을 고려할 때 본 연구에서는 그 반감기의 약 24% 수준인 40일 정도에서 잡초방제 효과가 급격하게 사라지기 시작했지만, 자운영보다는 그 효과가 오래 지속된다는 것을 알 수 있다.

각 처리구에서 발생한 잡초들을 살펴보면 무처리구와 자운영 피복구에서는 잡초종의 큰 차이를 보이지 않았으나, 앞의 결과와 유사하게 호밀 피복구에서

Fig. 2. Weed number in minor cereals fields following cover crop cultivation. The same letters within a minor cereal are not significantly different at 0.05 level of probability as determined by DMRT.

는 뚜렷이 나타났다. 무처리구와 자운영 피복구에서 발생했던 명아주가 호밀 피복구에서 보이지 않는 것은 Putnam과 DeFrank(1983)와 Shilling 등(1985)의 결과에서 알 수 있는 것처럼 자운영보다 호밀에서 발아와 생육이 강하게 억제되었기 때문인 것으로 보여진다(표 1).

잡곡생육의 변화

피복작물 처리에 따른 잡곡들의 출수기는 표 2와 같다. 무처리구와 자운영피복구에서 잡곡의 출수기 차이가 나타나지 않았으나 호밀 피복구의 잡곡은 출수기가 7일 정도 지연되었다. 이는 호밀의 영향으로 생각되며 이로 인하여 수확기가 늦어지며 수량 또한 영향이 있을 것으로 예상된다.

각 처리구별로 잡곡의 생육을 보면, 8월 5일 조사에서 수수, 기장, 조 모두에서 손제초구의 초장과 건물중이 높게 나타났고, 호밀 피복구에서 생육이 가장 좋지 않았다. 조의 경우 손제초구에 비하여 호밀 피복구의 초장은 약 67% 수준이었으며, 건물중의 경우 30% 이하로 크게 적었다. 이뿐만 아니라 무처리구보다 초장이 작았으며, 건물중도 50% 수준으로 생육이 저조했다. 기장의 경우 조와 비슷한 결과를 보였다. 수수에서는 손제초구, 무처리구, 자운영 처리구에서

Table 1. Major weed species occurred in cover crop-minor cereals cropping system.

Minor cereals	Control	Rye	Chinese milk vetch
Foxtail millet	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)
	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)
	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)
	Figleaf Goosefoot (<i>Chenopodium ficifolium</i>)	Asian copperleaf (<i>Acalypha australis</i>)	Asian copperleaf (<i>Acalypha australis</i>)
	Ricefield flatsedge (<i>Cyperus iria</i>)		False daisy (<i>Eclipta prostrata</i>)
			Gallant soldier (<i>Galinsoga parviflora</i>)

Table 1. Continued.

Minor cereals	Control	Rye	Chinese milk vetch
Proso millet	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)
	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)
	Gallant soldier (<i>Galinsoga parviflora</i>)	Asian copperleaf (<i>Acalypha australis</i>)	Redroot amaranth (<i>Amaranthus retroflexus</i>)
	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)		Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)
	Redroot amaranth (<i>Amaranthus retroflexus</i>)		Gallant soldier (<i>Galinsoga parviflora</i>)
Sorghum	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Finger grass (<i>Digitaria sanguinalis</i>)
	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i>)	Barnyardgrass (<i>Echinochloa crus-galli</i>)
	Ricefield flatsedge (<i>Cyperus iria</i>)	Asian copperleaf (<i>Acalypha australis</i>)	Asian copperleaf (<i>Acalypha australis</i>)
	Gallant soldier (<i>Galinsoga parviflora</i>)		Redroot amaranth (<i>Amaranthus retroflexus</i>)
	Figleaf Goosefoot (<i>Chenopodium ficifolium</i>)		
	Redroot amaranth (<i>Amaranthus retroflexus</i>)		

초장은 비슷했으나, 호밀 처리구에서는 손제초구와 비교시 69% 수준으로 건물중 차이를 보였으나 다른 잡곡에 비해 그 정도는 적었다(표 3).

잡곡 출수기 이후인 8월 26일의 잡곡 생육을 피복 작물 처리 별로 알아보면 조의 초장은 무처리와 자운

영 피복구에서 비슷하였으나 호밀 피복구는 손제초구 대비 65% 정도의 생장을 보였고, 지상부 건물중은 호밀, 자운영, 무처리구 모두 손제초구의 46~53% 수준정도였다. 기장에서 초장은 손제초와 자운영 피복구, 무처리구와 호밀 피복구가 비슷하였으며,

Table 2. Heading date of minor cereals following cover crops.

Minor cereals	Control	Cover crops	
		CMV ¹⁾	Rye
Foxtail millet	1 August	1 August	9 August
Proso millet	4 August	4 August	12 August
Sorghum	1 August	1 August	8 August

¹⁾Chinese milk vetch.

Table 3. Growth of minor cereals planted following cover crops on 5 August.

Minor cereals	Treatment	Plant height (cm)	Shoot weight (g)
Foxtail millet	Hand weeding	151.7± 6.0	30.0±6.2
	Control	133.0± 5.0	16.0±2.0
	Rye	101.7±11.6	9.0±1.7
	CMV ¹⁾	141.7± 7.0	22.3±2.3
Proso millet	Hand weeding	165.3± 0.6	22.3±2.1
	Control	125.7± 3.2	11.7±1.2
	Rye	115.3±15.3	6.7±2.5
	CMV	158.7± 7.5	33.3±6.4
Sorghum	Hand weeding	188.7± 2.5	32.7±2.1
	Control	183.0± 1.0	23.7±4.0
	Rye	129.7± 7.5	11.0±1.0
	CMV	181.3± 7.0	15.7±0.6

¹⁾Chinese milk vetch.

호밀 피복구가 손제초구에 비하여 62% 정도의 생장을 보였다. 건물중은 무처리구에서 가장 적은 m²당 13g로 손제초구의 48%를 수준이었으며, 호밀 피복구, 자운영 피복구 순으로 나타났다. 수수의 경우 무처리와 피복작물 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았으나, 호밀 피복구에서 다소 작았고, 건물중은 손제초가 가장 높았으며 나머지 처리구의 경우 손제초에 비해 56~66% 수준이었다(표 4).

잡곡생육은 손제초구에 비해 피복작물 처리구에서

전반적으로 저조했고 특히 호밀의 경우 그 피해정도가 심각한 수준이었다. 그러나 출수 후 잡곡의 생육이 진행된 이후에는 회복되었는데, 8월 5일에 비하여 8월 26일의 조, 기장 건물중이 35% 정도에서 46~53% 정도까지 잡곡 생장이 많이 회복된 결과를 보였다. 특히 수수의 경우 Johnson과 Defelice(1993)의 옥수수 실험과 같이 손제초구에 비하여 초기의 초장의 차이는 후기에는 거의 사라졌으며 건물중도 56% 정도까지 회복하였다. 따라서 allelopathy를 나타내는

Table 4. Growth of minor cereals planted following cover crops on 26 August.

Minor cereals	Treatment	Plant height (cm)	Shoot weight (g)
Foxtail millet	Hand weeding	165.3± 3.1	44.0±8.2
	Control	134.3± 1.5	22.7±0.6
	Rye	107.7±10.1	20.3±4.5
	CMV ¹⁾	133.3± 6.1	23.3±5.7
Proso millet	Hand weeding	195.3±13.7	28.0±9.6
	Control	123.7± 3.2	13.3±3.5
	Rye	121.3± 3.8	14.3±3.2
	CMV	196.7±11.7	19.8±4.7
Sorghum	Hand weeding	224.0±26.5	74.3±3.1
	Control	200.3± 8.4	44.7±3.5
	Rye	185.3± 3.1	41.3±4.5
	CMV	223.7± 5.5	48.7±9.5

¹⁾Chinese milk vetch.

Fig. 3. Influences of cover crop residues on leaf chlorophyll content in minor cereals.

피복작물의 효과는 잡초에만 나타나는 것이 아니라 감수성이 큰 작물에도 나타나며 그 효과는 생육후기 보다 생육초기에 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

피복작물 처리에 따른 잡곡의 반응을 보기 위하여 잡곡의 엽록소 함량을 측정하였다. 엽록소 함량은 일반적으로 엽내 질소 함량과 정의 상관관계가 있어 작물의 영양 상태를 확인하는 좋은 지표이다(Evans와 Terashima 1987). 각각의 처리구에서 잡곡의 엽록소 함량은 그림 3과 같다. 기장과 수수는 각 처리구내 엽록소 함량의 변화가 거의 없었으나, 조에서는 호밀, 자운영 처리구, 손제초구에 비하여 무처리구의 엽록소 함량이 낮은 것으로 나타났다. 이는 조가 다른 잡곡에 비해 잡초와의 경합력이 낮아 다른 잡곡보다 피해를 많이 받을 수 있다는 것을 의미한다.

잡곡 수량에 대한 피복작물의 영향은 그림 4와 같다. 전체적으로 손제초구의 수량이 월등히 높았으며 나머지 처리구들은 비슷한 수량을 나타냈다. 무처리구는 잡곡과 잡초 간에 양분, 수분 및 공간의 경합이 발생하여 수량 저하가 나타났으며, 피복작물 처리구에서는 생육초기에는 피복작물의 영향이 있었고, 생육 중기 이후로는 잡초와의 경합이 심해져 무처리구보다 수량이 낮아진 것으로 나타났다. 따라서 잡곡 재배시 피복작물 도입은 잡곡과의 allelopathy와 경합이 적고 잡초에 대한 억제 효과가 크게 나타나도록 피복작물을 선택하고 관리하여야 할 것으로 사료된다.

Fig. 4. Influences of cover crop residues on panicle weight of minor cereals.

요 약

피복작물을 이용한 잡초 방제효과와 녹비효과를 비교 분석하여 효과적인 피복작물-잡곡 작부체계를 알아보기 위한 호밀과 자운영을 이용하여 포장시험을 수행한 결과는 다음과 같다. 피복작물의 잡초 방제 효과는 잡초의 발아억제와 생육저해로 잡곡 초기생장에 있어 잡초발생시기를 늦추었다. 그러나 잡초 방제기간이 자운영은 30일 내외, 호밀은 40일 내외로 자운영보다 호밀의 잡초방제 효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 무처리구와 자운영 피복구는 잡곡의 출수기 차이는 나타나지 않았으나, 호밀의 피복구에서는 7일 정도 지연되었다. 피복작물에 대한 기장의 초장은 30%, 건물중은 70% 이상의 피해를 받았고, 조의 초장은 25%, 건물중은 60% 이상의 피해를 보였다. 그러나 시간이 경과함에 따라 조, 기장, 수수 모두 많은 회복을 보였으며, 특히 수수에서는 초장은 거의 회복되었으며, 건물중도 56% 까지 회복하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다과제(“피복작물을 이용한 잡곡류 재배지에서 잡초억제 효과연구”)의 지원에 의해 수행되었습니다.

인용문헌

- 국립식량과학원. 2009a. 한국잡곡산업 발전방안 워크숍. 농촌진흥청.
- 국립식량과학원. 2009b. 잡곡의 문화와 정보. 농촌진흥청.
- 채제천, 박순직, 강병화, 김석현. 2007. 재배학원론. 향문사, 서울. pp. 122-362.
- Ateh M. C., and J. D. Doll. 1996. Spring-planted winter rye (*Secale cereale*) as a living mulch to control weeds in soybean (*Glycine max*). Weed Tech. 10:347-353.
- Barnes J. P., A. R. Putnam, B. A. Burke and A. J. Aasen. 1987. Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage. Phytochemistry 26:1385-1390.
- Dhima K. V., and I. B. Vasilakogloub. 2006. Allelopathic potential of winter cereal cover crop mulches on grass weed suppression and sugarbeet development. Crop Sci. 46:1682-1691.
- Evans J. R., and I. Terashima. 1987. Effects of nitrogen nutrition on electron transport components and photosynthesis in spinach. Aust. J. Plant Physiol. 14:281-292.
- Hall M. R., C. J. Swanton and G. W. Anderson, 1992. The critical period of weed control in grain corn. Weed Sci. 40:441-447.
- Johnson G. A., and M. S. Defelice. 1993. Cover crop management and weed control in corn (*Zea mays*). Weed Technol. 7:425-430.
- Khanh D. T., M. I. Chung, T. D. Xuan and S. Tawata. 2005. The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. J. Agron. Crop Sci. 191:172-184.
- Knezevic S. Z., S. F. Weise and C. J. Swanton. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). Weed Sci. 42: 568-573.
- Kobayashi H., S. Miura and A. Oyanagi. 2004. Effects of winter barley as a cover crop on the weed vegetation in a no-tillage soybean. Weed Biol. Manage. 4:195-205.
- Kropff M. J., and H. Walter. 2000. EWRS and the challenges for weed research at the start of a new millennium. Weed Res. 40:7-10.
- Liebl R., F. W. Simmons, L. M. Wax and E. W. Stoller. 1992. Effect of rye (*Secale cereale*) mulch on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine max*). Weed Tech. 6:838-846.
- Moore M. J., T. J. Gillespie and C. J. Swanton. 1994. Effect of cover crop mulches on weed emergence, weed biomass, and soybean (*Glycine max*) development. Weed Tech. 8:512-518.
- Nagabhushana G. G., A. D. Worsham and J. P. Yenish. 2001. Allelopathic cover crops to reduce herbicide use in sustainable agricultural systems. Allelopathy J. 8:133-146.
- Petersen J., and A. Rover. 2005. Comparison of sugar beet cropping systems with dead and living mulch using a glyphosate-resistant hybrid. J. Agron. Crop Sci. 191:55-63.
- Putnam A. R., and J. DeFrank. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Prot. 2:173-181.
- Reddy K. N. 2001. Effects of cereal and legume cover crop residues on weeds, yield, and net return in soybean (*Glycine max*). Weed Tech. 15:660-668.
- Richard G., J. Boiffin and Y. Duval. 1995. Direct drilling of sugar-beet (*Beta vulgaris*) into a cover crop effects on soil physical conditions and crop establishment. Soil Till. Res. 34:169-185.
- Shilling D. G., R. A. Liebl and A. D. Worsham. 1985. Rye and wheat mulch : The suppression of certain broadleaved weeds and the isolation and identification of phytotoxins. p. 243-271.

- In* A. C. Thompson (ed.) The chemistry of allelopathy : Biochemical interactions among plants. Am. Chem. Soc., Washington, DC.
- Van Acker R. C., C. J. Swanton and S. F. Weise. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Weed Sci. 41:194-200.
- Whiworth J. H. 1995. The ability of some cover crops to suppress common weeds of strawberry fields. J. Sustain. Agric. 7:137-145.
- Yenish J. P., A. D. Worsham and W. S. Chilton. 1995. Disappearance of DIBOA-glucoside, DIBOA, and BOA from rye (*Secale cereal* L.) cover crop residue. Weed Sci. 43:18-20.