춘파호밀 리빙멀치가 잡초억제 및 콩 생산성에 미치는 영향

서종호[†] · 권영업 · 이재은 · 정건호 · 성장훈 · 김충국 · 김옥한

농촌진흥청 국립식량과학원

Effects of Spring-sown Rye Living Mulch on Weed Suppression and Soybean Production

Jong-Ho Seo[†], Young-Up Kwon, Jae-Eun Lee, Gun-Ho Jung, Jang-Hoon Seong, Chung-Guk Kim, and Wook-Han Kim

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT Establishment of mechanized soybean production system without herbicide is required for organic soybean production in recent. Effects of mechanized soybean planting with partial tillage between growing rye living mulch, which was sown in April or early May, on weed suppression, soybean early growth and yield were investigated with different rye sowing dates and locations in 2007 and 2008, respectively. Effect of rye living mulch on weed suppression at 40~50 days after soybean planting was high as much as 70~90% regardless of rye sowing dates. In particular, a strong suppression effect on the occurrence and growth of *Echinochloa crus-galli* which occupied 60~80% of total weed biomass was observed. Rye living mulch sown on April 9, of which biomass was more than that sown on April 27, inhibited soybean early growth severely and reduced soybean grain yield in 2007. However, soybean grain yield was not reduced despite suppression of early growth of soybean plant by living mulch sown during from late April to early May compared with conventional planting. Rye sowing before late April was not proper considering tendency of weed occurrence in spring because of unfavorable changes in weed suppression, early growth and grain yield of soybean according to amount of living mulch.

Keywords : rye, living mulch, partial tillage, herbicide, weed suppression, soybean, production

친환경 농산물에 대한 수요증가와 더불어 친환경 콩의 증산에 대한 요구도가 증대되고 있다. 현재 국내에서 소비되

는 유기농 콩의 많은 부분은 수입에 의존하고 있지만 수요자는 국산 콩을 선호하기 때문에 친환경 콩을 국내에서 안정적으로 생산할 수 있는 체계를 갖추는 것이 중요하다. 콩을 친환경적으로 대량 생산하기 위해서는 농촌노동력의 부족에 따라 기계화 작업을 통해 대규모로 생산하는 것이 요구되고 있는데, 친환경 콩 생산에서는 제초제의 사용이 금지되어 있기 때문에 생력적 및 저비용으로 제초제를 대체할 수 있는 기술의 개발이 무엇보다 필요하다. 제초제 없이 콩을 생산할 수 있는 기술로는 인력제초 및 비닐피복에 의한 잡초제거 방식이 있지만 노동력 및 생산비용이 많이 소요되어 재배면적을 확대하는 데 어려움을 겪고 있다. 그에 비해 타감 효과가 높은 호밀을 봄에 파종하여 콩의 리빙멀치로 사용하는 방법은 호밀을 출수시키지 않고 제초제 없이 잡초를 억제할 수 있고(Ateh and Doll, 1996; Thelen *et al.*, 2004; 이 등 2008; 윤과 남, 2009), 호밀이 토양을 피복하여 7~8월의 호우기에 토양유실을 방지하는 공익적 효과도 추가적으로 기대할 수 있다. 특히 이러한 파종방법을 기계화하면 잡초방제는 비닐 피복보다 완벽하지는 못하지만 경제적 수준에서 잡초발생을 억제하며 대면적의 작업 및 대량생산이 가능할 수 있다.

일본에서는 친환경 콩 재배에서 잡초억제를 위한 리빙멀치 이용기술로서 보리와 콩의 동시파종 체계 및 기계를 개발하여 보급하고 있는데(小林 등, 2008), 국내에서는 호밀 및 보리 등의 맥류 리빙멀치를 이용한 친환경 콩 재배를 도입하기 위한 연구는 다소 있으나(이 등, 2008, 2010; 황 등, 2008; 윤과 남, 2009) 기계화 파종과 관련하여 시험이 시도된 예는 적다. 콩의 맥류 리빙멀치를 이용한 기계화 재배기술을 도입하기 위해서는 그와 관련한 이용체계의 확립 및 기계의 개발이 필요하고, 기계화 작업이 포함된 작업체계에

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6763 (E-mail) sseo@korea.kr

<Received 19 May 2011; Revised 1 June 2011; Accepted 12 June 2011>

서의 잡초억제와 콩 생육 및 수량에 대한 영향을 밝히는 것이 우선적으로 요구된다.

호밀을 콩의 리빙멀치로 이용할 때 콩과 같이 파종하는 것이 생력적인 면에서 가장 좋지만, 콩 적정파종기인 5월 하순~6월 중순에 같이 파종하면 호밀이 얼마 성장하지 못하고 고온과 장마로 고사하기 때문에 피복량이 적어져 리빙멀치의 본래 목적인 잡초억제 및 토양보호의 효과가 현저히 감소하게 된다(이 등, 2008 ; 서 등, 2010). 그와 달리 호밀 리빙멀치의 잡초억제 효과를 높이기 위하여 호밀을 3월 중에 일찍이 파종할 때는 낮은 토양 온도에 감응하여 출수되는 개체가 많아 피복효과가 떨어질 위험성이 높으며(서 등, 2010), 또한 피복되지 않은 부분에서 명아주와 같은 봄에 일찍 발아하는 잡초의 발생이 증가하게 되며(서 등, 2008), 또한 과도한 리빙멀치 량에 의해 콩의 초기생육이 현저히 지장을 받을 수 있다. 따라서 호밀을 콩보다 일찍이 파종할 때도 적정수준에서 리빙멀치 량을 확보하여 잡초량을 줄이고, 콩의 생육을 크게 방해하지 않는 4월~5월 중의 호밀 파종기 설정이 무엇보다 중요하다.

적정한 호밀 리빙멀치 량을 확보하면서 콩 생육초기에 잡초발생을 최소로 하기 위해서는 호밀을 일찍 파종(조파)하고 콩의 파종적기에 생육하는 호밀 리빙멀치 사이를 부분경운하여 발아한 잡초를 토양에 매몰시키면서 콩을 파종하는 방법을 생각할 수 있다. 따라서 본 시험에서는 대규모 단지에서 생력적으로 무제초제 콩 생산을 위한 리빙멀치 호밀의 기계화 이용체계를 확립하기 위하여 2007년은 4월 중에 호밀의 파종기를 달리하여, 2008년은 시험지역을 달리하여 무제초제 콩 재배 시 잡초발생 및 콩의 생육, 수량에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

호밀과 콩의 파종방법

본 시험은 2007년과 2008년 2년에 걸쳐 실시하였는데, 2007년은 국립식량과학원 수원 발작물 시험포장에서, 2008년은 국립식량과학원 수원 발작물 시험포장, 화성군 발안읍 및 용인군 모현면 소재 농가포장의 3곳에서 동시에 실시하였다. 호밀과 콩의 파종은 TDR 원판형 파종기(장자동화, 청주)를 이용하였는데, 호밀 파종 시에는 토양을 전면경운 및 정지하여 기존에 발생한 잡초를 모두 제거하고 TDR 원판형 파종기를 이용하여 조간 60 cm, 주간 5 cm 간격으로 호밀을 파종하였다. 호밀 파종량은 100 kg ha^{-1} 로 하였다. 호밀 파종 30~50일 후의 6월 초순 콩 파종 시에는 생육하는 호밀 리빙멀치 사이를 부분경운하면서 동시에 콩을 파종하였는데, 부분경운은 로타리 경운기 축 및 경운날을 자체적으로 개조하여 경운골 사이 60 cm, 경운폭 25 cm로 하였으며, 부분경운 시 호밀 파종 골 사이 60cm의 토양 위에 흙이 비산하여 생육 중인 어린 잡초가 토양에 매몰되도록 하였다. 또 부분경운기 뒤에 TDR원판형 파종기를 같이 연결하여 부분경운과 동시에 콩 파종이 이루어지도록 하였다(그림 1). 콩의 주간 간격은 15 cm였으며 1주 2본씩 파종하였다. 리빙멀치용 호밀 품종은 “옥전”이었으며 콩 품종은 기계화 적응품종인 “신기”였다. 리빙멀치용 호밀과 콩에 대한 시비는 호밀 파종을 위한 전면경운 작업 시 같이 하였는데, 호밀에 대해서는 요소 65 kg ha^{-1} (N 30 kg ha^{-1}), 콩에 대해서는 콩 복합비료 375 kg ha^{-1} (N-P₂O₅-K₂O=30-30-34 kg ha^{-1})를 사용하였다.

2007년 처리로 리빙멀치용 호밀의 파종시기는 4월 9일

(A)

(B)

Fig. 1. (A) : Soybean planting with partial tillage (25 cm) between growing rye living mulch, (B) : Early soybean growth between rye living mulch rows (left).

(콩 파종 53일 전) 및 4월 27일(콩 파종 35일 전)에 하였다. 대조구로는 관행재배를 두었는데, 관행재배는 콩 파종시 제초제(토양처리제) 무처리와 처리구로 구분하였다. 토양처리제 처리는 알라클로르 유제와 리뉴론 수화제를 혼합하여 적량 살포하였다. 콩 파종 일자는 6월 1일 이었다. 시험구배치는 기계화파종을 위해 단구제로 하였는데, 한 처리(plot)의 면적은 557m² (폭 6.4 m×길이 87 m)였으며, 4처리를 나란히 배열하였으며, 길이 87 m를 6등분하여 반복을 설정하였다.

2008년도 호밀 파종시기는 2007년 결과를 참고하여 4월 말~5월 초(콩 파종 30~40일 전)에 한번만 하였다. 관행재배는 무제초제구만 두었다. 화성 및 용인 농가포장의 호밀 파종기는 4월 29일이었고, 콩 파종일은 6월 12일이었다. 수원 발작물 시험포장의 호밀 파종기는 5월 13일, 콩 파종기는 6월 16일이었다. 시험구는 단구제로 하였는데 한 구(plot)의 면적이 화성은 1,920 m² (폭 16 m×길이 120 m), 용인은 1,280 m² (폭 16 m×길이 80 m), 수원은 300 m² (폭 6 m×길이 50 m)였으며 길이를 각각 6등분하여 반복을 설정하였다.

잡초발생, 콩 초기생육 및 수량조사

2007년 콩 파종일 및 파종 후 53일째(7월 23일) 리빙멀치 호밀의 지상부 건물중을 6반복으로 조사하였는데, 조사면적은 0.6 m² (0.6×1 m) 이었다. 잡초발생 조사는 콩 파종 후 53일째(7월 23일) 및 콩 성숙기(9월 28일)에 하였는데, 콩 파종 후 53일째에 잡초를 조사하였다. 잡초 샘플 채취 후 반복 당 잡초제초구와 잡초방임구로 나누었는데, 잡초방임구는 콩 수확기(10월 9일) 까지 잡초를 제거하지 않았다. 잡초 조사면적은 1.2 m² (0.6×2 m) 이었는데, 잡초를 뿌리째 뽑아 세척 후 초종별로 나누어 건조하여 건물중을 측정하였다. 콩 파종 후 53일째 및 성숙기 콩 생육량 조사는 반복당 10주의 콩 식물체 지상부를 수확하고 건조하여 건물중을 조사하였다. 수확기 콩 종실수량의 조사는 7.2 m² (2.4×3 m)의 면적을 수확하여, 건조 탈곡 후 측정하였는데, 종실중은 수분함량 13%로 보정하였다.

2008년은 콩 파종 시(용인 및 화성-6월 12일, 수원-6월 16일) 및 파종 후 40일째 (용인 및 화성-7월 22일, 수원-7월 26일) 호밀의 리빙멀치량을 조사하였다. 또 콩 파종 후 40일째에 잡초발생 및 콩의 생육량을 조사하였는데, 조사 후 농가 포장은 관리상 수확기까지(화성 및 용인 - 10월 8일, 수원 - 10월 15일) 모두 잡초를 제거하였다. 호밀피복량, 잡초발생량, 콩 생육량 및 종실수량의 조사방법은 2007년도와 동일하였다.

결 과

콩 파종 시(6월 1일) 호밀의 지상부 건물중으로 환산한 리빙멀치량을 보면(표 1) 호밀 4월 9일 파종구는 139 g m⁻²로 호밀 4월 27일 파종구의 75 g m⁻² 보다 약 2배 이상 많았다. 그러나 콩 파종 후 53일째(7월 23일)에 조사한 리빙멀치량은 모두 200 g m⁻² 내외로 호밀 파종기 간 큰 차이가 없었다. 따라서 호밀 4월 27일 파종구는 4월 9일 파종구보다 콩의 초기생육 시에 상대적으로 생육이 많았음을 알 수 있었다. 호밀의 출수이삭수를 보면 호밀 4월 9일 파종 및 4월 27일 파종구가 각각 9 및 4개 m⁻²로 두 처리 모두 저온에 감응하여 출수된 이삭수가 적어 지상부 대부분의 잎이 리빙멀치 효과를 나타내었다.

콩 파종 후 53일째 조사한 전체 잡초발생량의 변화를 보면(표 2) 호밀 4월 9일 파종 및 4월 27일 파종구가 각각 24, 37 g m⁻²를 나타내어 관행재배의 무제초제구(211 g m⁻²)에 비해 약 90% 정도의 잡초 억제효과가 있었고, 또 관행의 제초제구의 15 g m⁻²와 비슷하여 호밀 리빙멀치가 제초제(토양처리제)를 사용했을 때와 같이 콩의 생육초기 잡초억제 효과가 있음을 알 수 있었다. 초종별로 보면 잡초발생량이 가장 많았던 것은 피였고 그 다음으로는 쇠비름이었는데, 호밀 리빙멀치에 의해 피와 쇠비름의 잡초발생이 현저히 감소되었다. 특히 관행의 무제초제구의 전체 잡초량에서 피가 차지하는 비중이 88%로 가장 높았는데, 호밀 4월 9일 파종

Table 1. Dry weight of rye plant at 0 and 53 days after planting (DAP) of soybean in 2007.

Rye sowing time	Dry weight of rye plant		Spike number (53 DAP)
	0 DAP [†]	53 DAP	
	----- g m ⁻² -----		
April 9	139	224	9
April 27	75	206	4
LSD(0.05)	-	ns	4

[†]One replication was measured.

Table 2. Changes of dry weight of weeds at 53 days after planting (DAP) of soybean in 2007.

Rye sowing time	Dry weight of weeds at 53 DAP						Total
	Ec [‡]	Dc	Aa	Po	Cj	Others	
	----- g m ⁻² -----						
April 9	16	6	1	1	0	1	24
April 27	29	0	0	2	2	3	37
Con.-Her. [†]	8	1	1	2	1	2	15
Con.-No her.	186	1	3	21	0	0	211
LSD(0.05)	63	ns	ns	9	ns	ns	58

[†]Con.-Her. : Conventional soybean planting with herbicide,
Con.-No her. : Conventional soybean planting without herbicide

[‡]Ec : *Echinochloa crus-galli*, Po : *Portulaca oleracea*
Dc : *Digitaria ciliaris*, Cal : *Chenopodium album*
Cam : *Cyperus amuricus*, Aa : *Acalypha australis*
Cj : *Calystegia japonica*, Ph : *Polygonum hydropiper*

Table 3. Changes of dry weight of weed at soybean maturity under no weed control condition in 2007.

Rye sowing time	Dry weight of weeds at maturity of soybean						Total
	Ec [‡]	Dc	Aa	Cam	Ph	Others	
	----- g m ⁻² -----						
April 9	46	30	12	1	3	0	91
April 27	101	1	0	0	1	0	103
Con.-Her. [†]	19	0	1	0	0	0	21
Con.-No her.	431	5	4	0	19	0	459
LSD(0.05)	227	ns	11	4	ns	6	209

[†], [‡] are the same with Table 2.

및 4월 27일 파종구 모두 리빙멀치에 의한 피의 잡초억제 효과가 현저히 높아 (85~92%) 전체잡초의 발생량 감소는 주로 피의 잡초량 감소에 의한 것임을 알 수 있었다. 콩 파종 후 발아한 쇠비름에 대한 리빙멀치의 잡초억제 효과도 높았다. 리빙멀치에 의한 피, 쇠비름 및 전체잡초 발생량 감소효과에서 호밀파종구에 의한 차이는 없었다.

잡초방임 상태에서의 콩 수확기 잡초건물중을 보면(표 3) 가장 건물중이 많았던 초종은 피였다(전체발생량의 94%). 호밀의 4월 9일 파종구 및 4월 27일 파종구의 피 건물중은 각각 46과 101 g m⁻²로 관행의 무제초제 구의 431 g m⁻²보다 현저히 감소하여(잡초억제 효과 89%, 77%) 콩 파종 후 53일째 조사한 잡초발생의 경향이 수확기까지 지속되는 것을 알 수 있었다. 이 때 잡초감소량도 주로 호밀 리빙멀치에 의한 피의 감소에 의한 것으로 나타났다. 수확기에서도 리빙멀치구(호밀의 4월 9일 파종 및 4월 27일 파종)와 관행의 제초제구간의 잡초발생량의 차이는 보이지 않았다.

Table 4. Changes of dry weight of soybean plant at 53 days after planting(DAP) of soybean and at maturity in 2007.

Rye sowing time	Dry weight of soybean plant	
	53 DAP	Maturity [†]
	----- g m ⁻² -----	
April 9	78	447
April 27	108	533
Con.-No her.	188	615
LSD(0.05)	36	127

[†]Weed control after 53 DAP.

호밀 리빙멀치는 잡초를 억제하는 효과가 큰 만큼 콩의 초기생육 억제 정도도 컸다(표 4). 파종 후 53일 째의 콩의 생육량(건물중)을 보면 호밀 4월 9일 파종 및 호밀 4월 27일 파종구가 각각 관행-무제초제구 188 g m⁻²의 41%(78 g m⁻²),

Table 5. Changes of soybean grain yield in 2007.

Rye sowing time	Soybean grain yield	
	Weed control [‡]	No weed control
	----- Mg ha ⁻¹ -----	
April 9	2.9	2.5
April 27	3.2	3.1
Con.-Her. [†]	3.1	2.9
Con.-No her.	3.5	1.7
LSD(0.05)	0.5	0.6

[†] is the same with Table 2.[‡] Weeds were controlled after 35 DAP.

57%(108 g m⁻²)를 나타내어 리빙멀치에 의해 생육이 현저히 감소되었다. 호밀 파종기 간 콩의 초기생육 건물중 차이를 보면 호밀 4월 9일 파종구가 호밀 4월 27일 파종구보다 30 g m⁻² 적었지만 통계적인 유의차는 없었다. 콩 파종 후 53일째 이후 잡초를 제거한 조건에서의 수확기 콩 식물체 최종 건물중(잎 제외)을 보면 호밀 4월 9일 파종구가 447 g m⁻²로 관행의 무제초제구의 615 g m⁻²의 72%로 낮았지만, 호밀 4월 27일 파종구는 533 g m⁻²로 관행과 차이를 보이지 않았다. 호밀 리빙멀치구에서 콩은 생육초기에 생육은 억제되었지만 7월의 고온 및 장마와 더불어 호밀이 고사하면서 콩 생육이 다시 회복된 것으로 보이는데, 특히 리빙멀치량이 적었던 호밀 4월 27일 파종구의 콩생육 중-후기 건물중의 회복이 많았던 것으로 나타났다. 콩 파종 후 53일째 이후 잡초제거 및 잡초방입 조건에서의 콩 종실수량의 변화는 표 5에 나타내었

Table 6. Dry weight of rye plant at planting and 40 days after planting (DAP) of soybean in 2008.

Location	Dry weight of rye plant	
	0 DAP	40 DAP
	----- g m ⁻² -----	
Hwaseong	199	318
Yongin	146	236
Suwon	46	104

다. 우선 잡초제거 조건에서 호밀 4월 9일 파종구 종실수량은 관행의 무제초제구 3.5 Mg ha⁻¹의 84% (2.9 Mg ha⁻¹)로 수량이 낮았다. 그러나 호밀 4월 27일 파종구의 종실수량은 3.2 Mg ha⁻¹로 관행-무제초제 및 관행의 제초제구와 수량의 차이를 나타내지 못했다. 잡초방입 조건에서의 종실수량은 관행의 무제초제구가 1.7 Mg ha⁻¹로 가장 낮았고, 호밀 4월 9일 파종구가 2.5 Mg ha⁻¹로 증가하였으며 호밀 4월 27일 파종구와 관행의 제초제구는 3.0 Mg ha⁻¹ 내외로 높았다.

표 6은 2008년 지역별 시험의 콩파종 시 및 콩파종 후 40일째의 호밀 리빙멀치량을 나타낸 것이다. 파종기가 같았던 화성 및 용인 농가포장은 콩파종 시 리빙멀치 건물중이 199, 146 g m⁻²였으며, 콩파종 후 40일째는 318 및 236 g m⁻²를 각각 나타내었다. 호밀 파종기가 가장 늦었던(5월 13일) 수원포장은 콩 파종 시 및 콩 파종 후 40일째의 리빙멀치 건물중이 각각 46과 104 g m⁻²로 가장 적었다.

콩 파종 후 40일째의 잡초발생량을 보면(표 7), 전체 잡초발생량은 용인, 수원 및 화성 순으로 많았는데, 용인, 수

Table 7. Changes of dry weight of weeds affected by rye living mulch in three locations at 40 days after planting (DAP) of soybean in 2008.

Location	Treatment	Dry weight of weeds at 40 DAP of soybean						Total
		Ec [‡]	Dc	Cal	Po	Ca	Others	
		----- g m ⁻² -----						
Hwaseong	Living mulch	157	0	0	0	0	0	157
	Con.-No her. [†]	390	45	0	1	0	2	437
	LSD(0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Yongin	Living mulch	1	6	39	0	0	2	48
	Con.-No her.	104	8	32	2	18	8	171
	LSD(0.05)	97	ns	ns	ns	ns	ns	74
Suwon	Living mulch	16	14	0	1	2	2	35
	Con.-No her.	146	41	0	37	25	22	271
	LSD(0.05)	115	14	ns	26	14	9	131

[†], [‡] are the same with Table 2.

Table 8. Change of dry weight of soybean plant at 40 days after planting (DAP) and grain yield at harvest under weed control after 40 DAP in 2008.

Treatment	Day weight of soybean at 40 DAP			Grain yield		
	Hwaseong	Yongin	Suwon	Hwaseong	Yongin	Suwon
	----- g m ⁻² -----			----- Mg ha ⁻¹ -----		
Living mulch	56	95	98	1.9	2.9	3.3
Con.-No her.	96	141	96	2.0	2.8	3.6
LSD(0.05)	23	43	ns	ns	ns	0.2

원 및 화성에서의 리빙멀치의 잡초억제 효과는 72, 87 및 65%로 높았다. 잡초종에서는 세 지역 모두 피의 발생량이 가장 많았다(54~89%). 화성, 용인 및 수원 지역에서 호밀 리빙멀치에 의한 피의 발생량은 관행-무제초제구의 40%, 1% 및 11%를 각각 나타내어 피에 대한 잡초억제 효과가 높았다. 용인 및 수원에서 보는 바와 같이 바랭이, 쇠비름 및 방동사니의 잡초 건물중이 호밀 리빙멀치에 의해 많이 억제되었다. 그러나 용인에서와 같이 콩 파종 전에 발아한 명아주에 대한 리빙멀치의 잡초억제 효과는 거의 없었다.

호밀 피복량에 따른 콩 파종 후 40일째의 콩 생육량(건물중) 및 수확기 종실수량을 보면(표 8) 호밀 리빙멀치량이 적었던 수원에서는 콩 파종 후 40일째의 리빙멀치구의 콩 식물체의 건물중이 98 g m⁻²로 관행-무제초제구의 96 g m⁻²와 차이가 없었지만, 리빙멀치량이 많았던 화성 및 용인에서는 리빙멀치에 의한 콩의 생육억제가 뚜렷이 나타났는데, 화성 및 용인은 콩 파종 후 40일째의 콩 식물체 건물중이 각각 56과 95 g m⁻²로 관행-무제초제구의 58 및 67%를 나타내었다. 그러나 성숙기에 조사한 콩의 종실수량은 수원에서 호밀 리빙멀치에 의해 10% 정도 감소한 반면 화성과 용인에서는 리빙멀치구에서 감소되지 않았다. 관행-무제초제구의 경우 화성, 용인 및 수원의 콩 종실수량은 각각 2.0, 2.8 및 3.6 Mg ha⁻¹로 지역 간 차이를 많이 나타내었다. 콩 종실수량은 호밀 리빙멀치에 의한 변이보다 지역 간 포장조건에 따른 변이 폭이 큰 것으로 나타났다.

고 찰

2007년 콩 파종 53일째에 조사한 호밀 리빙멀치의 잡초억제 효과를 보면 호밀을 4월 초순 및 하순에 파종하였을 때 잡초억제 효과가 90% 내외로 제초제(토양처리제)를 사용한 것과 같은 높은 잡초억제력을 보였고, 그 경향은 수확기까지 지속되는 것으로 나타났다. 또 2008년 3 지역의 호밀 4월 하순-5월 초순 파종에서는 지역 간의 차이는 있지만 콩 파종 후

40일째의 잡초발생량이 관행-무제초제의 약 30%(잡초억제력 70%)를 나타내어 호밀 리빙멀치에 의해 경제적 수준에서 잡초를 억제할 수 있는 가능성이 매우 높은 것으로 나타났다. 잡초 초종별 리빙멀치에 의한 잡초 억제정도를 보면 발생한 잡초의 80% 이상을 차지하는 피에 대한 억제효과가 대략 80% 이상을 나타내어 호밀 리빙멀치의 잡초억제가 아주 효과적인 것으로 나타났다. 또 콩 파종 후에 발아하는 바랭이, 쇠비름, 방동사니 등의 잡초에 대한 억제효과도 높은 것으로 나타났다. 그러나 2008년 용인에서와 같이 일찍 발아하여 콩 파종을 위한 부분경운 시 토양에 매몰되지 않았던 명아주에 대하여는 호밀 리빙멀치 효과가 적었다. 서 등(2008)도 호밀 피복작물을 이용한 최소경운 재배에서 콩 파종 전에 발아하는 명아주의 발생이 많았다고 하여 호밀잔사의 피복에 의한 명아주 억제에 대한 어려움을 보고한 바 있는데, 본 시험에서도 리빙멀치용 호밀을 일찍이 파종하기 위하여 4월 초순에 호밀을 조파할 경우 콩 파종을 위한 부분경운 시에 이미 발아하여 생장하고 있는 명아주의 일부가 토양에 매몰되지 않고 생존할 가능성을 보여주고 있다. 따라서 일찍 발아하는 명아주는 4월 하순 이후 호밀파종 시 전면경운으로 토양에 먼저 매몰시키고, 이어서 피, 바랭이 및 쇠비름 등 늦게 발아하는 잡초는 리빙멀치에 의해 억제시키는 방법이 바람직할 것으로 사료된다. 호밀의 리빙멀치는 작물 생장을 심각히 억제할 수 있는데(Carlene & Mbuya, 2008), 본 시험에서도 호밀 리빙멀치는 잡초의 생장을 현저히 억제시키는 동시에 콩의 초기생육도 많이 감소시켰다. 호밀의 파종기에 따른 리빙멀치량과 콩의 초기생육을 보면, 호밀 파종기가 4월 초순이 4월 하순에 비해 리빙멀치량이 많았으며 그에 따라 콩 초기생육은 더 감소되었고, 그 경향은 수확기까지 지속되어 최종적인 콩의 종실수량에도 영향을 미치는 것으로 나타났다(표 5). 그러나 호밀을 4월 하순에 파종했을 때 비록 콩 파종 후 53일째의 콩 식물체의 건물중은 관행의 60%까지 감소되었지만, 7월 하순 이후 호밀의 고사 후에 콩의 생육이 빨리 회복되어 수확 시 콩 식물체 건물중 및 수량이 거의 관행재배에 가깝게 되었다.

이는 콩은 다른 작물과 달리 초기생육이 부진해도 생육에 적당한 조건이 되면 후반기에 보상하는 작물학적 특성을 가졌기 때문으로 생각된다(Yusuf *et al.*, 1999). 더욱이 호밀 파종기를 5월로 늦추면 호밀 리빙멀치량은 더욱 감소하여 콩의 초기생육은 더욱 증가할 것으로 추측되는데, 이 때는 호밀의 리빙멀치량이 감소되어 잡초억제의 효과가 현저히 감소할 위험성이 있으므로 호밀을 5월에 파종할 때는 잡초억제를 위한 구체적인 파종 한계기 설정을 위한 추가적인 실험이 더 필요할 것으로 보인다. 다만 본 시험결과에 의거 4월 하순 전면경운에 의한 명아주 등 봄에 비교적 일찍 발아하는 잡초의 제거와 리빙멀치에 따른 피, 바랭이, 쇠비름 등 6월 콩 파종 후 발아하는 잡초에 대한 억제효과, 리빙멀치량에 따른 콩 초기생육량의 변화 및 종실수량에 대한 영향 등을 고려할 때 호밀 리빙멀치 사이 부분경운 기계화 콩파종 체계에서는 4월말 이전에 호밀을 파종하는 것은 바람직하지 못한 것으로 사료되었다. 또 2008년 지역별 시험에서 보는 바와 같이 콩 종실수량에 대하여 토양비옥도를 비롯한 포장조건이 호밀 리빙멀치 조건보다 훨씬 크게 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 따라서 호밀 리빙멀치에 의한 콩의 생육 및 수량감소는 토양 등 포장조건을 양호하게 하면 어느 정도 극복할 수 있을 것 같다. 따라서 앞으로 무제초제 친환경 콩 재배에서는 경운시기 선택과 호밀 리빙멀치에 의한 잡초억제와 비옥도 등 포장조건 개선에 의한 콩의 생육 및 수량 증진이라는 두가지 측면에서 개선이 필요한 것으로 생각된다.

적 요

생육 중인 호밀 리빙멀치 사이 부분경운 기계화 콩 파종기술 체계를 가지고 2007년은 호밀의 파종시기를, 2009년은 시험장소를 달리하면서 잡초억제 및 콩의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였는데, 중요한 사항을 요약하면 다음과 같다.

1. 4월초~5월초에 파종한 호밀 리빙멀치에 의한 콩 파종 후 40~50일까지의 잡초억제 효과는 70~90%로 현저히 높았는데, 호밀 파종기에 따른 잡초억제의 차이는 없었다. 또 호밀 리빙멀치의 잡초억제 효과는 콩 수확기까지 지속되었다.
2. 잡초 초종별로는 잡초발생량의 60~80%를 차지하는 피에 대한 리빙멀치의 잡초억제 효과가 뛰어났으며 일찍 발아한 명아주보다 콩 파종 후 발아한 피, 바랭이 및 쇠비름에 대한 억제효과가 높았다.
3. 호밀을 4월 초에 파종한 것이 4월 말~5월 초에 파종한 것보다 콩 파종 시 리빙멀치량이 많았으며, 그에 따라

콩 초기생육이 많이 억제되었고, 수확기 종실수량의 감소에도 영향을 주는 것으로 나타났다.

4. 호밀을 4월 말~5월 초에 파종했을 때 콩의 초기생육은 억제되었지만 호밀이 고사한 후에 콩의 생육이 많이 회복되었고, 종실수량은 관행재배와 차이를 나타내지 않았다. 2008년 지역별 시험에서는 콩 종실수량은 호밀 리빙멀치 유무보다 지역의 포장조건에 따른 영향이 컸다.
5. 봄 잡초발생 경향, 리빙멀치량에 따른 잡초억제, 콩 초기생육 및 종실수량에 미치는 영향을 고려할 때 호밀 리빙멀치 사이 부분경운 기계화 콩 파종체계에서 호밀의 파종시기를 4월말 이전으로 당기는 것은 바람직하지 않았다.

인용문헌

- 서종호, 이재은, 권영업, 정건호, 김옥한. 2010. 춘파 리빙멀치용 맥류의 파종기 및 품종에 따른 출수반응 및 엽중 변화. 한국작물학회지. 55(3) : 207-312.
- 서종호, 이재은, 조영손, 이충근, 윤영환, 권영업, 구자환. 2008. 호밀 피복작물 및 보전경운체계가 잡초발생과 콩 입모율에 미치는 영향. 한국잡초학회지. 28(4) : 383-390.
- 윤덕훈, 남기웅. 2009. 콩 유기재배 시 춘파호밀 간작의 효과. 한국유기농업학회지. 17(4) : 529-538.
- 이병모, 이지현, 오영주, 이상범, 김충길, 지형진, 이종형. 2010. 호밀 리빙멀치, 토양환원, 예취처리가 유기농 콩밭 잡초발생에 미치는 영향. 한국잡초학회지. 30(2) : 164-170.
- 이병모, 지형진, 류경열, 박종호, 이지현. 2008. 호밀 파종시기가 유기농 콩밭 잡초발생에 미치는 영향. 한국잡초학회지. 28(2) : 111-116.
- 황재복, 송석보, 홍연규, 박기도, 박성태. 2008. 논에서 콩 재배 시 보라·밀·유채 피복에 의한 잡초발생 경감효과. 한국잡초학회지. 28(4) : 414-419.
- 小林浩幸, 六戸力雄, 櫻井貴雄, 好野奈美子, 内田智子, 島岐由美, 山下伸夫, 酒井眞次, 坂上 修, 小柳敦史. 2008. ムギ類をリビングマルチとして用いたダイズ栽培のためムギ類・ダイズ同時播種機. 雑草研究. Vol. 53(2) : 63-68.
- Ateh, C. M. and J. D. Doll. 1996. Spring-planted winter rye (*Secale cereale*) as a living mulch to control weeds in soybean(*Glycine max*). Weed Technology. 10 : 347-353.
- Carlene, A. C. and O. S. Mbuya. 2008. Greater interference from living mulches than weeds in organic broccoli production. Weed Technology. 22 : 280-285.
- Thelen, K. D., D. R. Mutch, and T. E. Martin. 2004. Utility of interseeded winter cereal rye in organic soybean production systems. Agron. J. 96 : 281-284.
- Yusuf, R. I., J. C. Siemens, and D. G. Bullock. 1999. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. Agron. J. 91 : 928-933.