

## 파종방법과 피복작물이 조의 생육과 잡초발생에 미치는 영향

전승호\* · 심두보\*\* · 김석현\*\* · 정종일\*\* · 김민철\*\* · 정정성\*\* · 윤성탁\*\*\* · 심상인\*\*†

\*농촌진흥청 국립식량과학원, \*\*경상대학교 농학과, \*\*\*단국대학교 생명과학대학

## Effects of Cover Crops and Sowing Methods on Weed Occurrences, Growth and Yield in Foxtail Millet Fields

Seung-Ho Jeon\*, Doo-Bo Shim\*\*, Seok-Hyeon Kim\*\*, Jong-Il Chung\*\*, Min-Chul Kim\*\*, Jeong-Sung Chung\*\*, Seong-Tak Yoon\*\*\*, and Sang In Shim\*\*†

\*Department of Functional Crop, NICS, RDA, Milyang 627-803, Korea

\*\*Dept. of Agronomy, Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.

\*\*\*College of Bio-Resource Science, Dankook Univ., Cheonan 330-714, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to evaluate the weed suppressing effects of different cropping system including hairy vetch and rye cover crops, polyethylene plastic film, and transplanting film mulching in direct sowing and transplanted foxtail millet field in 2011. Crop growth and development and weed occurrences in the fields were examined to know the efficiency of proposed cropping system. In polyethylene film mulching treatment, heading date of foxtail millet was earlier by 4 days than control, on the other hands, rye cover crop mulching delayed heading date by 8 days. Besides the effect of cover crop on the heading of foxtail millet, the residues changed growth characteristics. Plant height of foxtail millet was increased by 92.4% at hairy vetch treatment although the height of was reduced by 63.7% in the rye cover crop treatment. Hairy vetch treatment showed beneficial effects on foxtail millet growth reduced the occurrences of grasses and broadleaf weeds higher than 90%, as compared to control in foxtail millet fields. While rye cover crop treatment showed poor foxtail millet growth reduced less strongly grasses and broad-leaf weeds by 47% and 90%, respectively. At harvest, yield of foxtail millet was greater in order of hairy vetch cover crop > polyethylene film mulching > rye cover crop = control in both transplanted and direct sown fields.

**Keywords** : cropping system; foxtail millet; heading date; transplanting

**소득증대**에 따라 식품의 기능이 칼로리 중심에서 기호성 및 기능성으로 확대되면서 잡곡의 고유 성분이 가진 영양 가치 및 건강 기능식으로서의 가치에 대한 소비자의 선호도가 높아지고 있다. 특히 최근 건강기능성 농산물로 잡곡이 각광을 받으면서 잡곡을 찾는 소비자가 늘어나고 있다. 그 중에서 조는 잡곡 중에서 가장 부드러운 감미를 가지고 있으며, 예로부터 젓을 잘 나오게 하는 식품으로도 알려져 왔다. 또한 단백질과 미네랄이 임신부에 좋은 식품이며 당뇨에도 효능이 있다고 알려져 있어(Upadhyaya *et al.*, 2011), 앞으로 많은 수요가 예상되고 있다.

조의 생산량은 2009년 기준으로 1,360 톤으로 국내 소비 자급률 48.5%로 다른 잡곡에의 20.5% 비해 높으나 국내 소비량의 절반이상을 수입에 의존하고 있는 실정이다(MIFAFF 2009). 이와 같이 국내현실은 농가의 생산 규모 영세 등으로 국제 경쟁력과 소득이 낮아 재배 농가가 줄어들면서 상업적으로 이루어지 않아 안정적인 표준 재배법 등의 기초 연구가 거의 이루어져 있지 않은 실정이다. 또한 최근 생활 수준의 향상과 건강에 대한 관심이 높아지면서 웰빙식품, 기능성식품에 대한 소비자의 선호도가 높아지면서 이에 따라 안전한 농산물에 대한 요구로 환경을 오염시키지 않고 지속적으로 생산할 수 있는 친환경 유기농업이 성행되고 있다. 유기농업은 친환경육성법에 의하여 제초제를 사용할 수 없기 때문에 손제초 등 물리적 방법 위주로 잡초를 방제해야 하기 때문에 노력이 많이 들고 제초비용이 많이 소요되는 문제점을 야기하고 있다(Ock and Pyon 2011; Choi *et*

†Corresponding author: (Phone) +82-55-772-1873 (E-mail) sishim@gnu.ac.kr

<Received 30 August, 2012; Revised 18 September, 2012; Accepted 26 October, 2012>

al., 2011). 이러한 변화에서 피복작물을 이용한 잡곡의 작부체계 도입은 새로운 대안으로 부각되고 있다. 생체 피복재(living mulch)라고도 부르는 피복작물은 잡초제어뿐만 아니라 토양침식 방지, 질소원 공급, 토양 물리성 개선, 질산염 용탈 억제, 유기물 공급 등 여러 가지 농업적, 환경적 공익 기능을 통해 이를 이용한 연구가 다양한 이루어지고 있다(Cardina, 1995; Clark, 2007; Kuo *et al.*, 1992; Moore *et al.*, 1994; Ngouajio and Mennanb 2005; Wyland, 1996). 이 밖에도 월동이 가능한 피복작물은 이른 봄 푸른 식물이 거의 없을 시기에도 잘 자라 들판에 생동감을 주어 경관 조성에 이점이 있다.

이에 본 연구는 친환경 유기재배를 통한 안전한 조 생산을 위해 두과와 화본과 피복작물을 도입한 작부체계의 개선과 파종법의 효율을 알아봄으로써 효과적인 조의 피복작물 작부체계 수립에 필요한 기초자료를 제공하는데 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료 및 재배방법

공시 작물로는 조(황금조)를 이용하였고, 공시 피복작물로는 헤어리베치(*Vicia villosa*), 호밀(*Secale cereale*)을 이용하였다. 헤어리베치는 10a당 9 kg, 호밀은 12 kg의 파종량을 기준으로 하여, 2010년 10월 19일에 파종하였다. 월동 후 조 이식 10일 전 2011년 5월 29일에 예취하였으며, 처리구는 각각 무처리구, 헤어리베치 처리구, 호밀 처리구, Polyethylene(P.E.) 처리구를 두었다. 조의 파종은 2011년 5월 7일에 3점 씩 점파로 파종하였으며, 이식은 128구 육묘트레이에 파종하여 4주간 온실에서 생장시킨 후 2011년 6월 8일에 재식거리 60 cm × 15 cm로 이식하였다. 기타 조의 재배법은 관행 재배법에 준하여 실시하였다.

### 생육조사

생육조사는 초장과 엽록소 함량, 엽록소형광(Fv/Fm)을 30일 간격으로 정식 50일 후(50 days after transplanting, DAT; 7월 28일), 정식 80일 후(80 DAT; 8월 27일), 정식 110일 후(110 DAT; 9월 26일) 총 3회 측정하였으며 초장은 10개체씩 10반복으로 각 시험구에서 무작위로 측정하였다. 엽록소

함량은 10개체씩 10반복으로 최상위엽을 대상으로 SPAD-502 (Minolta, Japan)으로 측정하였고, 엽록소형광은 광차단 클립을 사용하여 30분간 암처리 후 Chlorophyll Fluorometer (OS-30p, Opti-science USA)를 사용하여 측정하였다.

### 잡초 발생조사

잡초 발생량 조사는 하절기 잡초 발생량이 많은 시기인 7월 29일에 잡초종과 건물중을 측정하였다. 잡초 조사는 50 cm × 50 cm 방형구로 3반복 무작위로 샘플링한 후 잡초종을 분류한 후 조사하였으며, 건물중은 80°C 건조기에 48시간 동안 건조 후 측정하였다.

### 수량조사

피복작물의 녹비효과를 알아보기 위하여 수량 조사는 수확기인 9월 28일에 처리구당 5개체 3반복으로 채취하여 조의 이삭무게, 생경중, 천립중, 종실수량 등을 조사하였다. 천립중과 종실수량은 1주일 동안 온실에서 건조 후 종실수량을 조사하였다.

### 통계분석

수집된 데이터는 SAS프로그램(V. 9.2, Cary, NC, USA)의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 출수일과 생육에 대한 피복작물의 효과

#### 조 출수일에 대한 피복작물의 효과

조의 출수일을 처리구에 따라 비교한 Table 1과 같이 비닐피복 이식구에서 무처리 이식구에 비해 이식 재배 시 4일 먼저 출수 하였으며 헤어리베치처리 이식구에서는 3일 먼저 출수하였다. 그러나 호밀처리 이식구의 경우는 8일이 늦었고, 비닐피복, 헤어리베치, 무처리 및 호밀의 직파구에서는 출수가 각각 2일, 13일, 19일, 28일 늦게 이루어졌다. 이는 호밀 잔사 속에 유묘의 발아와 생장을 억제하는 화합물의 분비(Barnes and Putnam 1986; Barnes and Putnam 1987;

**Table 1.** Heading date of foxtail millet grown in different mulching treated fields.

Seeding method	Control	Hairy vetch	Rye	P. E. mulching
Transplanting	Aug. 1	July 28	Aug. 9	July 27
Direct seeding	Aug. 20	Aug. 14	Aug. 29	Aug. 3

Belz and Hurle 2004)와 검정 비닐멀칭의 지온 상승효과로 인한 생육촉진에 의한 것으로 사료된다. 이처럼 피복처리와 파종양식에 따라 출수일의 차이가 크게 나타나는 감안할 때 각 피복작물의 이용함에 있어서 조의 파종시기와 이식시기를 상황에 맞게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

**조 생육에 대한 피복작물의 효과**

피복처리와 파종 양식에 따른 조의 생육에 대해 살펴보면 Fig. 1~3과 같다. 초장은 무처리 이식구 대비 헤어리베치 이식구, 비닐피복 이식구와 직파구, 헤어리베치 직파구 순으로 92.4%, 86.9%, 50.2%, 24.6%로 큰 차이를 보였으며 가장 작은 호밀 직파구와는 -63.7%의 차이가 나타났다. 이는 Jeon *et al.*(2011)에서 보고한 헤어리베치구가 생육증가에 효과적이라는 것과 유사한 결과로 두과식물의 C/N율이 낮아 식물체 분해가 빠르며 토양 내 질소를 공급할 수 있는 (Ranells and Wagger 1997) 반면, 호밀구는 Lee *et al.*(2011)이 보고한 높은 C/N율로 인해 질소기아 현상이 일어나 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 엽록소 함량(SPAD value)에서는 초기와 중기 생육을 나타내는 50 DAT와 80 DAT에서는 비닐피복 이식구에서 48.3과 44.3으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 후기인 110 DAT에서는 헤어리베치 이식구에서 36.2로 높은 값을 나타내었다. 전 조사 기간에 걸쳐 비닐피복구, 헤어리베치구에서 무처리 이식구에 대비 331%~67%의 높은 값을 나타냈다. 엽록소형광에서는 생육 초기 50 DAT에서는 비닐피복 이식과 직파구에서 0.849 FvFm와 0.855 FvFm로 가장 높았으며, 80 DAT에서는 헤어리베치

직파구와 호밀 직파구에서 0.791 FvFm와 0.787 FvFm로 높은 값을 나타냈다. 생육 후기인 110 DAT에서는 헤어리베치 직파구에서 0.747 FvFm로 높게 나타났으나 통계적 차이는 보이지 않았으며 조사 시기별 처리간의 유의성 비교에서는 초기에서는 처리간 유의성의 차이가 나타났으나 후기에서는 유의성이 나타나지 않았다.

**잡초 발생에 대한 피복작물의 효과**

잡초 발생량 조사는 하절기 잡초 발생량이 많은 7월 29일에 잡초 초종들을 조사한 결과 무처리구에서는 우점 잡초로

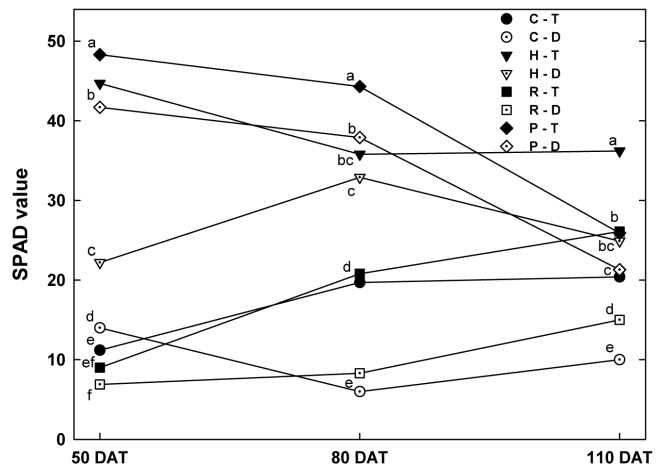


Fig. 2. Effects of different mulching treatments on the leaf chlorophyll content (SPAD value) of foxtail millet (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct seeding).

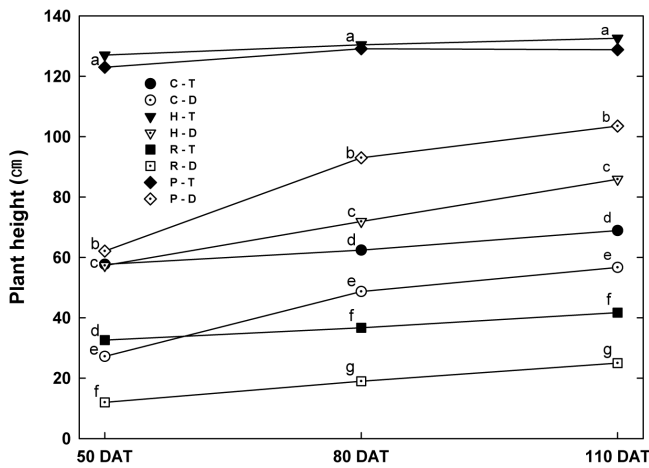


Fig. 1. Effects of different mulching treatments on the plant height of foxtail millet (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct seeding).

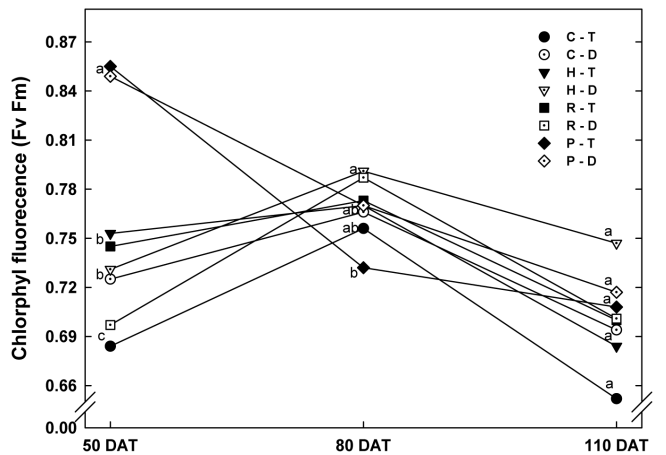


Fig. 3. Effects of different mulching treatments on the leaf chlorophyll fluorescence of foxtail millet (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct seeding).

깨풀, 참방동사니, 바랭이 피 등을 포함한 17종의 다양한 초종들이 분포하였으며 호밀구와 헤어리베치구에선 7종의 초종이 분포하였다(Table 2). 각 처리별 초종의 발생 개체수를 살펴보면 무처리 이식구와 직파구에서 m<sup>2</sup>당 289.3개와 260.0개 발생하였으며 호밀구, 헤어리베치구 순으로 많이 발생하였다.

건물중 조사에서는 무처리 직파구와 이식구에서 각각 116.2 g m<sup>2</sup>, 104.3 g m<sup>2</sup>로 가장 높게 조사되었으며 다음으로 호밀 이식구와 직파구, 헤어리베치 직파구와 이식구 순으로 나타났다. 위의 무처리 이식구의 건물중을 이용한 방제가에서는 75.3%, 74.8%, 47.5%, 24.1%로 헤어리베치 이식구와 직파구, 호밀 직파구와 이식구 순으로 나타났다. 이러한 결과는 헤어리베치가 잡초 발아와 재생억제 능력이 뛰어나다는 여러 보고와 유사한 결과를 나타낸다(Brandsaeter *et al.*, 2002; Teasdale and Mohler 1992; Teasdale, 1996). 무처리구와 호밀구의 잡초본수에서는 큰 차이를 보였으나 건물중을 이용한 건물중을 이용한 방제가에서는 무처리 이식구와 호밀 이식구간의 통계적 차이를 보이지 않은 것은 화분과 잡초의 낮은 수분함량으로 인해 이러한 결과가 도출되는 것으로 사료된다.

화분과와 광엽 잡초의 분류 비교에서는 헤어리베치구에

서는 화분과와 광엽잡초 모두 90% 이상의 억제율을 나타냈으며 호밀구에서는 화분과 잡초에서는 47% 이상, 광엽잡초에서는 90% 이상의 억제효과가 나타났다(Fig. 4). 이러한 결과는 호밀의 BOA와 DIBOA의 영향이 단자엽 식물보다는 쌍자엽 식물에서 30% 더 민감하게 나타났다는 Barnes

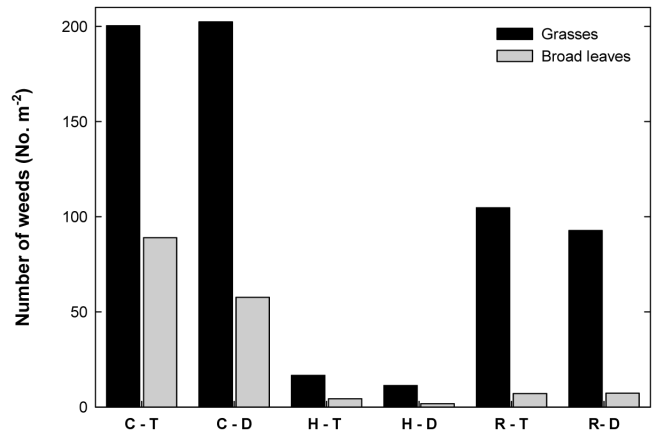


Fig. 4. Comparisons of occurred weed number between grass and broadleaf weed species as affected by mulching cover crops in foxtail millet (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct seeding).

Table 2. Effects of different mulching treatments on the number and dry weight of weeds occurred in foxtail millet fields.

Covering material	Seeding method	Number / Dry weight of weeds by species (g m <sup>-2</sup> )													Total
		Aa <sup>1)</sup>	Al	Cm	Cl	Ds	Ec	Ep	Mp	Po	Qc	Sv	Others		
Control	T <sup>2)</sup>	n <sup>4)</sup>	27.0	28.0	1.7	110.0	8.3	35.7	4.7	15.7	6.0	3.0	46.3	3.7	289.3a
		d	2.92	4.62	0.01	41.91	4.12	19.53	0.12	0.43	0.24	1.34	28.91	0.17	104.32b <sup>3)</sup>
	D	n	43.7	4.0	0.7	36.7	22.3	78.3	0.7	2.3	4.3	-	65.0	2.0	260.0a
		d	5.02	0.47	0.01	11.34	19.55	38.72	0.25	0.09	0.28	-	39.51	1.02	116.26a
Hairy vetch	T	n	-	-	-	9.7	7.0	1.7	1.3	1.3	-	-	-	21.0c	
		d	-	-	-	20.12	6.38	0.37	0.01	1.78	-	-	-	28.66c	
	D	n	1.0	-	-	0.3	6.7	3.7	-	-	0.7	-	-	0.7	13.0c
		d	0.12	-	-	0.13	19.88	8.18	-	-	0.84	-	-	0.11	29.26d
Rye	T	n	4.0	-	-	-	39.3	-	-	-	-	65.3	3.0	111.7b	
		d	1.09	-	-	-	35.55	-	-	-	-	45.27	6.28	88.19b	
	D	n	2.0	-	-	-	4.3	15.0	5.3	-	-	-	73.3	-	100.0b
		d	0.24	-	-	-	2.03	10.68	0.24	-	-	-	47.90	-	61.09c

<sup>1)</sup>Aa : *Acalypha australis*, Al : *Amaranthus lividus*, Cm : *Centipeda minima*, Cl : *Cyperus iria*, Ds : *Digitaria sanguinalis*, EC : *Echinochloa crusgalli*, Ep : *Eclipta prostrata*, Mp : *Mollugo pentaphylla*, Po : *Portulaca oleracea*, Qc : *Quamoclit coccinea*, Sv : *Setaria viridis*.

<sup>2)</sup>T : Tranplanting, D : Direct seeding

<sup>3)</sup>Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to DMRT (p>0.05)

<sup>4)</sup>n : Number of weeds by species, d : Dry weight of weeds by species.

**Table 3.** Ear and shoot weight and thousand seed weight of foxtail millet grown in different mulching treatments.

Covering material	Seeding method	Ear weight (g plant <sup>-1</sup> )	Shoot weight (g plant <sup>-1</sup> )	Thousand seed weight (g)
Control	Transplanting	1.8±0.1 cd <sup>1)</sup>	6.5±3.0 cd	2.4±0.0 bc
	Direct seeding	1.4±0.0 d	5.5±0.6 cd	2.3±0.1 c
Hairy vetch	Transplanting	5.3±0.2 a	33.5±3.0 a	2.6±0.1 a
	Direct seeding	2.7±1.1 c	10.2±4.0 c	2.6±0.0 a
Rye	Transplanting	1.7±0.1 cd	5.4±0.6 cd	2.4±0.0 c
	Direct seeding	1.3±0.0 d	4.5±0.3 d	2.3±0.1 c
P. E. mulching	Transplanting	4.3±0.2 b	26.8±2.4 b	2.4±0.0 bc
	Direct seeding	2.3±1.0 cd	8.9±3.5 cd	2.5±0.0 bc

<sup>1)</sup>Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to DMRT (p>0.05)

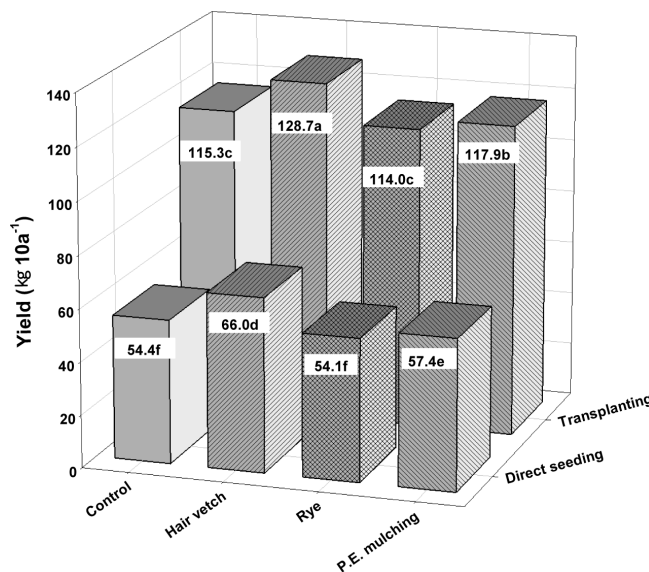
and Putnam(1987)의 연구 결과와 유사하게 나타났다.

**조 수량에 대한 피복작물의 효과**

조의 수량구성요소에 대해 살펴보면 이삭중과 지상부 생체중, 그리고 종실의 크기를 나타내는 천립중에서 헤어리베치 이식구에서 각각 5.3 g, 33.5 g, 2.6 g로 모두 높게 나타났으며 가장 적게 조사된 호밀 직파구에서는 1.3 g, 4.5 g, 2.3 g로 큰 차이가 나타났다(Table 3). 또한 헤어리베치 이식구는 무처리 이식구와 비교시 이삭중과 생경중에서 2.9 배, 5.1배 높게 나타났으며, 피복처리별 이식구와 직파구간 비교시에서도 파종양식에 따라 뚜렷한 차이를 보여 조 재배시 호밀을 피복작물로 이용하여 직파 파종양식은 적합하지 않는 것으로 나타났다.

처리별 조의 수량비교에서는 헤어리베치 이식구>비닐피복 이식구>호밀 이식구=무처리 이식구>헤어리베치 직파구>비닐피복 직파구>호밀 직파구=무처리 직파구 순으로 나타났다(Fig. 5). 가장 높은 값을 보인 헤어리베치 이식구와 낮은 값을 보인 무처리 직파구간의 비교시 236.5%로 2 배 이상의 차이를 보였는데 이러한 결과는 Teasdale and Daughtry(1993)와 Kang *et al.*(2010)에 따르면 헤어리베치를 조의 피복작물로 사용하였을 때 무처리보다 7배의 이상의 수량을 보였다는 내용과 유사한 경향을 나타냈으나 증가율의 차이를 보이는 것은 최근의 이상기후 및 여러 환경적 요인이 크게 작용한 것으로 사료된다. 또한 가장 낮은 값을 보인 호밀 직파구는 Eckert(1988)가 보고한 콩 재배시 호밀을 피복작물로 이용할 경우 호밀 잔사 속에 콩의 입모율이 감소되었다는 내용과 유사한 결과로 조에서도 호밀구에서 직파시 입모율의 불량이 크게 작용한 것으로 사료된다.

이러한 결과를 볼 때 친환경적 조 재배를 위한 피복작물



**Fig. 5.** Changes in grain yield of foxtail millet treated with different mulchings. Polyethylene film (P.E.) mulched before sowing was 0.05 mm thick and transparent commercial film.

처리에 있어서 호밀보다는 헤어리베치 처리가 생육과 잡초 방제효과 등을 고려할 때 더 효과적인 것으로 판단되며, 앞으로 피복처리에 따른 보다 다양한 파종양식의 연구와 호밀 피복처리에서 조에 대한 생육억제와 입모율 불량에 대한 추가 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

**요 약**

본 연구에서는 안정한 조 생산을 위한 친환경적 유기재배를 위한 잡초관리 방법 개선과 효율적인 작부체계 개선을

위하여 조의 파종법과 피복작물인 헤어리베치와 호밀이 조의 생육과 수량에 미치는 영향을 알아보았다.

1. 출수일 비교시 비닐피복 이식구에서 4일, 헤어리베치 이식구에서 3일 먼저 출수하였다. 초장은 헤어리베치 이식구, 비닐피복 이식구와 직파구, 헤어리베치 직파구 순으로 92.4%, 86.9%, 50.2%, 24.6%로 차이를 보였으며 가장 작은 호밀 직파구와는 -63.7%의 차이가 나타났다. 엽록소 함량과 엽록소형광에서는 비닐피복구와 헤어리베치구 높게 나타났다.
2. 헤어리베치구에서 방제가가 70% 이상으로 높았으며, 화분과와 광엽 잡초의 분류 비교시 헤어리베치구에서는 화분과와 광엽잡초 모두 90% 이상의 억제율을 나타냈으며 호밀구에서는 화분과 잡초에서는 47% 이상, 광엽잡초에서는 90% 이상의 억제효과가 나타났다.
3. 수량비교에서는 헤어리베치 이식구>비닐피복 이식구>호밀구 이식구=무처리 이식구>헤어리베치 직파구>비닐피복 직파구>호밀구 직파구=무처리 직파구 순으로 나타났다.

## 사 사

본 연구는 2012년 농촌진흥청 어젠다과제(유기곡류재배 현장실증 연구) 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 인용문헌

Barnes, J. P. and A. R. Putnam. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). Weed Sci. 34 : 384-390.

Barnes, J. P. and A. R. Putnam. 1987. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). J. Chem. Ecol. 13 : 889-906.

Belz, R. G. and K. Hurler. 2004. A novel laboratory screening bioassay for crop seeding allelopathy. J. Chem. Ecol. 30 : 175-198.

Brandsaeter, L. O., A. Olsmo., A. M. Tronsmo, and H. Fykse. 2002. Freezing resistance of winter annual and biennial legumes at different developmental stages. Crop Sci. 42 : 437-443.

Cardina, J. 1995. Biological weed management. In: Smith, A. E. (Ed.), Handbook of Weed Management Systems. Marcel Dekker, New York, pp. 279-341.

Choi, B. S., C. G. Kim, K. Y. Seong, D. Y. Song, W. T. Jeon, H. S. Cho, K. H. Jeong, and U. G. Kang. 2011. Change of weed community in no-till corn with legume cover crops

as living mulch. Kor. J. Weed Sci. 31 : 34-40.

Clark, A. 2007. Managing cover crops profitably, 3rd edition. Sustainable agriculture network, Maryland. p. 12. and pp. 98-105.

Eckert, D. J. 1988. Rye cover crop for no-till corn and soybean production. J. Prod. Agric. 1 : 207-210.

Jeon, S. H., S. H. Lee, S. Y. Oh, Y. J. Kim, K. M. Kim, S. H. Kim, J. B. Hwang, S. T. Yoon, and S. I. Shim. 2011. Effects of hairy vetch and rye cover on weed occurrences and minor cereal growth. Kor. J. Crop Sci. 56 : 134-139.

Kang, M. H., S. H. Jeon, S. H. Lee, S. T. Yoon, J. B. Hwang, S. H. Kim, and S. I. Shim. 2010. Effects of winter cover crop-minor cereal cropping system on weed occurrences and crop growth. Kor. J. Weed Sci. 30 : 243-251.

Kuo, S., U. M. Sainju, and E. J. Jellum. 1992. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. Soil Sci. 61 : 145-152.

Lee, J. H., B. M. Lee, S. I. Shim, Y. Lee, and H. J. Jee. 2011. Effects of crimson clover, hair vetch, and rye residue mulch on weed occurrence, soybean growth, and yield in soybean fields. Kor. J. Weed. Sci. 31 : 167-174.

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 Technol. 8 : 512-518.

Ngouajio, M. and H. Mennanb. 2005. Weed populations and pickling cucumber (*Cucumis sativus*) yield under summer and winter cover crop systems. Crop Prot. 23 : 521-526.

Ock, H. S. and J. Y. Pyon. 2011. Trend and perspective of weed control techniques in organic farming. Kor. J. Weed Sci. 31 : 8-23.

Teasdale, J. R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agriculture systems. J. Prod. Agr. 9 : 475-479.

Teasdale, J. R. and C. C. Mohler. 1992. Weed suppression by residue from hairyvetch and rye cover crops. Proc. First. Int Weed Control Congress. 2 : 216-518.

Teasdale, J. R. and C. S. T. Daughtry. 1993. Weed suppression by live and desiccated hairy vetch (*Vicia villosa*). Weed Sci. 41 : 207-212.

Upadhyaya, H. D., C. R. Ravishankar, Y. Narasimhudu, N. D. R. K. Sarma, S. K. Singh, S. K. Varshney, V. G. Reddy, S. Singh, H. K. Parzies, S. L. Dwivedi, H. L. Nadaf, K. L. Sahrawat, and C. L. L. Gowda. 2011. Identification of trait-specific germplasm and developing a mini core collection for efficient use of foxtail millet genetic resources in crop improvement. Field Crops Res. 124 : 459-467.

Weston, L. A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. Agron. J. 88 : 860-866.

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2009. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Statistical Yearbook.