

피복작물과 파종법에 따른 잡초발생과 수수의 생육 및 수량

전승호¹, 윤을수¹, 박창영¹, 황재복¹, 정기열¹, 최영대¹, 김현주¹, 심상인^{2*}

Effects of Cover Crops and Sowing Methods on Weed Occurrences and Growth and Yield of Sorghum (*Sorghum bicolor*)

Seung-Ho Jeon¹, Eul-Soo Yun¹, Chang-Young Park¹, Jae-Bok Hwang¹, Ki-Youl Jung¹
Young-Dae Choi¹, Hyun-Ju Kim¹ and Sang In Shim^{2*}

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the weed suppressing effects of different cropping system including hairy vetch (*Vicia villosa*) and rye (*Secale cereale*) cover crops, polyethylene plastic film, and transplanting film mulching in direct sowing and transplanted sorghum 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 sorghum was earlier by 3 days than control, on the other hands, rye cover crop mulching delayed heading date by 11 days. Besides the effect of cover crop on the heading of sorghum, the residues changed growth characteristics. Plant height of sorghum was increased by 27.3% at hairy vetch treatment although it was reduced by 47.5% in the rye cover crop treatment. Hairy vetch treatment showed beneficial effects on sorghum growth reduced the occurrences of grasses and broadleaf weeds to 84% and 96%, respectively, as compared to control in sorghum fields. While rye cover crop treatment showed poor sorghum growth reduced less strongly grasses and broadleaf weeds by 35% and 71%, respectively. At harvest, yield of sorghum was greater in order of hairy vetch cover crop > polyethylene film mulching > rye cover crop ≒ control in both transplanted and direct sown fields.

Key words: broadleaf weed; grasses weed; sorghum; transplanting.

서 언

최근 농산물의 안전성에 대한 관심이 증가함에 따

라 잡초방제 노력과 화학비료 사용량을 줄일 수 있는 방안으로 피복작물을 도입한 작부체계 개선 노력이 진행 중이다. 이러한 측면에서 작물 재배 과정에서 피복

¹ 국립식량과학원 기능성작물부, 경남 밀양시 내이동 점필재로 20(Department of Functional Crop, NICS, RDA, Miryang 627-803, Korea).

² 국립 경상대학교 농학과(Department of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-55-772-1873, Fax) +82-55-772-1879, E-mail) sishim@gnu.ac.kr

(Received April 30, 2012; Examined May 22, 2012; Accepted May 30, 2012)

작물은 잡초제어 뿐만 아니라 토양침식 방지, 질소원 공급, 토양 물리성 개선, 질산염 용탈 억제, 유기물 공급 등 여러 가지 농업적, 환경적 공익 기능을 가지고 있다(Cardina 1995; Clark 2007; Kuo 등 1992; Wyland 등 1996). 특히 전작물로 두과작물 재배 시 후작물은 두과작물이 생산한 질소의 30~60%를 흡수할 수 있어 질소비료 시용을 줄일 수 있다고 알려져 있다(Evans와 Terashima 1987; Fisk와 Hesterman 2001; Celette 등 2009). 피복작물은 작물생산에서 잡초관리를 위한 생 멀칭 소재로 활용될 수 있는데(Moore 등 1994; Ngouajioa와 Mennanb 2005; den Hollander와 Bastiaansa 2007a, 2007b), 피복작물을 이용할 경우 햇빛을 차단하고 양분과 수분에 대해 잡초와 경합하여 잡초를 억제한다고 알려져 있다(Cardina 1995; Petersen와 Rover 2005). 이 밖에도 월동이 가능한 피복작물은 이른 봄 푸른 식물이 거의 없을 시기에도 잘 자라 들판에 생동감을 주어 경관 조성에 이점이 있다(농촌진흥청 2002).

현재 우리나라에서 주로 녹비로 이용되고 있는 피복작물은 크게 화본과와 두과 작물이 있는데, 최근에는 생물량이 많고 토양병과 선충방제에 효과가 있는 십자화과 피복작물도 연구되고 있다(Natacha 등 2009; Choi 등 2009). 우리나라에서 많이 이용하는 피복작물 중 자운영과 더불어 벳지는 월년생 두과작물로서 다른 두과 식물보다 내한성과 월동 후 재생능력이 우수하고, 포복성이 강하여 토양을 피복하는 능력이 다른 초종에 비해 훨씬 뛰어나 잡초의 발아와 재생을 억제하고, allelochemical을 분비하는 등 경작지 잡초 관리에 유리하다고 알려져 있다(Brandsaeter 등 2002; Teasdale와 Mohler 1992; Teasdale 1996). 호밀은 심근성 작물로 작물이 이용하지 못한 잔류된 잉여 질소의 60~100%를 흡수 이용하며(Shibley 등 1992), 심토 중의 칼륨을 흡수함으로써 표토 중 치환 가능한 형태의 칼륨 농도를 높여주기도 한다(Eckert 1991). 또한 이른 봄 호밀 군락에 의한 광 차단효과와 allelopathy에 의한 잡초의 발아와 생육을 억제하는 기능으로 잡초를 효과적으로 억제 할 수 있다(Barnes와 Putnam 1986; Creamer 등 1996; Kang 등 2010).

잡곡은 종류가 다양하여 각각의 잡곡 재배에 필요한 기계화 장비의 개발이 어렵고 노동력과 생산비용이 많이 소요되는 어려움이 있어 주곡에 비해 소규모로 재배하여 왔으며 생산량도 적었다(MFAFF 2009). 그

러나 최근 들어 생활수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 급증하여 잡곡에 대한 소비량이 꾸준히 늘어나고 있다. 그 중 수수는 전통적인 쌀 혼식용으로서 식용뿐만 아니라 노화 및 만성질환 예방 등의 항산화 효과와 같은 건강기능성 효과 등을 통해 새로이 주목받고 있는 작물이다(성과 권 2011).

이에 본 연구는 안정적인 수수 재배를 위해 두과인 벳지와 화본과 피복작물인 호밀을 도입한 작부체계가 잡초 억제와 수수 생산에 미치는 영향을 알아봄으로써 피복작물을 도입한 효과적인 작부체계 수립에 필요한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

시험재료 및 재배법

시험 잡곡종으로 수수(황금찰)를 이용하였고 시험 피복작물로는 벳지(*Vicia villosa*), 호밀(*Secale cereale*)을 이용하였다. 본 연구는 미사 식양질 밭토양에서 수행되었으며, 2010년 10월 19일에 벳지는 ha당 90kg, 호밀은 120kg의 파종량을 기준으로 파종하였다. 피복작물은 월동 후 잡곡 정식 10일전 2011년 5월 29일에 동력예취기를 이용하여 30cm 이내의 크기로 예취하였으며, 처리구는 각각 135m² 크기로 무처리구, 벳지 처리구, 호밀 처리구, Polyethylene(P.E.) 처리구를 두었다. 이식처리는 2011년 5월 17일에 2점씩 점파로 128구 육묘트레이에 파종하였으며, 파종 후 2주간 온실에서 생장시킨 뒤 2011년 6월 8일에 재식거리 60 × 20cm로 이식하였다. 직파 또한, 위와 같은 시기인 6월 8일에 똑같은 재식거리로 직파하였다. 기타 수수의 재배법은 농촌진흥청 표준 재배법에 준하여 실시하였다(박 등 2009).

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)로 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 2011년 7월 29일에 잡초종과 건물중을 측정하였다. 잡초 조사는 50 × 50cm 방형구로 3반복 무작위로 샘플링하여 잡초종을 분류한 후 조사하였으며, 건물중은 80℃ 건조기에 48시간 동안 건조 후 측정하였다.

수량조사

피복작물의 녹비효과를 알아보기 위하여 수량 조사는 수확기인 2011년 9월 28일에 처리구당 10개체씩 3반복으로 채취하여 이삭중, 생경중, 천립중, 종실수량 등을 조사하였다. 천립중과 종실수량은 1주일 동안 온실에서 건조 후 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 영향

수수 출수일에 대한 피복작물의 효과

처리구에 따른 수수의 출수일은 표 1과 같이 출수일이 가장 빠른 P.E.처리구는 무처리구 대비 이식에서는 3일, 직파에서는 4일 먼저 출수하였으며 벧지구는 이식에서 1일, 직파에서는 2일 먼저 출수하였다. 무처리구에서 직파구와 이식구는 17일 차이를 보였으며, 처

리간에는 P.E.처리구, 벧지구, 호밀구 순으로 나타났다. 이는 Jeon 등(2011)이 보고한 호밀구에서 늦게 출수한 결과와 유사한 경향을 보였으며 P.E.처리구에서 빠른 출수일을 보이는 것은 Polyethylene 멀칭의 지온 상승효과로 인한 생육촉진이 일어난 것으로 사료된다. 이처럼 피복작물과 파종법에 따라 출수일의 차이가 크게 나타나는 것을 감안할 때 각 피복작물의 이용함에 있어서 잡곡의 파종시기와 이식시기 조절할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

수수 생육에 대한 피복작물의 효과

피복처리와 파종 양식에 따른 수수 생육의 차이는 그림 1~3과 같다. 초장은 벧지구 > P.E.처리구 > 무처리구 > 호밀구 순으로 나타났으며 파종법에서도 이식 > 직파 순으로 뚜렷한 차이를 보였다. 이를 보다 자세히 살펴보면 벧지 이식구, 비닐피복 이식구, 벧지 직파구, P.E. 직파구 순으로 무처리 이식구에 비해 각각 27.3%, 19.2%, 12.6%, 10.1% 생육이 더 좋았으나, 호밀구에서는 오히려 생육이 떨어져(그림 1) 호밀 직파

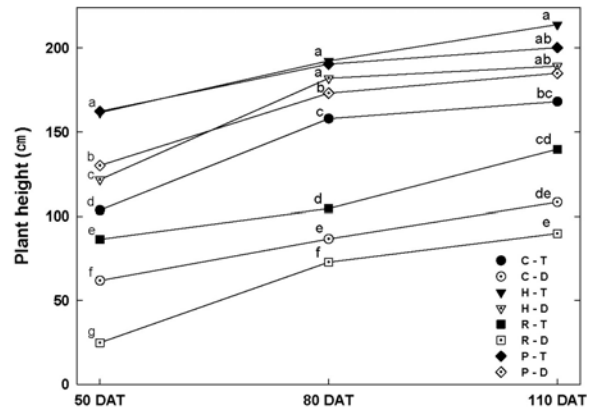


Fig. 1. Effects of different mulching treatments on the height of sorghum (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct sowing).

Table 1. Heading date of sorghum treated by different mulchings.

Sowing method	Hairy vetch	Rye	P. E. mulching	Control
Transplanting	July 19	Aug. 1	July 17	July 20
Direct sowing	Aug. 5	Aug. 20	Aug. 3	Aug. 7

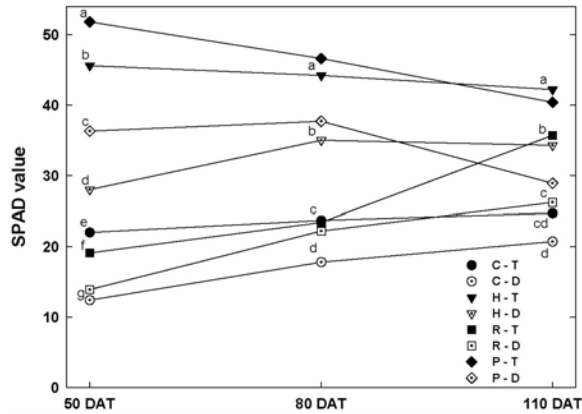


Fig. 2. Effects of different mulching treatments on the leaf chlorophyll content (SPAD value) of sorghum (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct sowing).

구에서는 -47.5% 값을 보여 생육이 억제되는 결과를 보였다. 이처럼 호밀 직파구에서의 생육이 억제된 것은 Lee 등(2011)이 보고한 결과처럼 호밀 처리시 높은 C/N율로 인한 토양 내 질소가 현상이 발생하여 호밀구에서 생육억제가 더욱 크게 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

엽록소 함량(SPAD value)에서는 생육 초기와 중기를 나타내는 50 DAT와 80 DAT에서는 P.E.처리구 > 벚지구 > 무처리구 > 호밀구 순으로 무처리 이식구 대비 135.5~27.3%로 큰 차이를 나타냈으며, 파종방법에서도 이식 대비 직파에서 크기는 -43.6% 차이를 보였다. 생육 후반기인 110 DAT에서는 벚지구에서 높은 값이 나타났다. 엽록소형광은 생육 초기에서는 엽록소 함량과 유사한 경향으로 비닐피복구와 벚지구에서는 높게 나타났으나 생육 중기이후인 80 DAT와 110 DAT에서는 감소하거나 낮은 경향이 나타났다(그림 2). 그러나 호밀 이식구에서는 110 DAT에서 0.768 Fv/Fm로 가장 높게 나타났으나, 호밀 직파구에서는 가장 적게 나타났다. 이는 이식과 직파간의 초기생육에 따른 호밀 잔류물에 영향을 받는 정도의 차이로 인한 것으로 사료된다.

잡초 발생에 대한 피복작물의 영향

하절기 잡초 발생량이 많은 7월 29일에 잡초 초종들을 조사한 결과 무처리구에서는 깨풀, 참방동사니, 바

랭이, 피 등 16종의 다양한 초종들이 발생하였으며, 호밀구에서는 10종, 벚지구에서는 6종의 초종이 발생하였다(표 2). 각 처리별 초종의 발생 개체수를 살펴보면 무처리 직파구와 이식구에서 262.0 본 m^2 와 189.0 본 m^2 로 많이 발생하였으며 호밀구와 벚지구 순으로 발생하였다.

건물중의 경우 호밀 직파구와 이식구에서 각각 113.2g m^2 , 87.8g m^2 로 가장 높았으며 다음으로 무처리 직파구와 이식구, 벚지 직파구와 이식구 순으로 나타났다. 이를 무처리 직파구 기준으로 방제가를 산출한 결과 벚지 이식구와 직파구는 각각 78.9%, 70.4%의 방제가를 보였으나 호밀 직파구와 이식구에서는 -41.0%, -9.3%로 나타났다. 위의 호밀구에서 잡초분수는 무처리구보다 적은 분수를 보였으나 건물중을 이용한 방제가에서 낮은 값이 나타난 것은 호밀구에서의 강아지풀의 우점으로 인한 것으로 사료된다. 벚지구에서는 무처리 구에서 비교적 발생이 많은 화분과 잡초인 강아지풀이 전혀 발생하지 않는 것으로 나타났다. 특히 벚지 처리구의 경우 무처리 이식구 대비 화분과 광엽잡초에 대해 각각 84%, 96% 이상의 뛰어난 억제효과를 보였으며 호밀 처리구에서는 화분과 잡초는 35% 이상 억제 효과를 보였던 반면, 광엽잡초에 대해서는 71% 이상의 억제효과가 있는 것으로 나타났다(그림 4). 이처럼 벚지구에서 높은 잡초억제 효과를 보인 것은 덩굴성으로 성장하는 벚지의 생태적 특성과 많은 건물생산에 따른 피복에 의한 광 차단 효과에 기인한 것으로 보여진다(Clark 2007; Lee 등 2011). 또한 호밀 처리구에서의 광엽잡초의 억제효과는 Barnes와 Putnam(1987)에서 보고한 호밀에 존재하는 BOA와 DIBOA(2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one)와 같은 잡초 억제 물질의 영향이 단자엽 식물보다는 쌍자엽 식물에서 30% 더 강하게 나타났다는 결과와 유사하게 나타났다.

수량에 대한 피복작물의 영향

수수의 이삭중과 생체중, 그리고 천립중은 벚지 처리 이식구에서 각각 40.8g, 235.6g, 23.7g로 관행재배에 사용되는 비닐멀칭보다도 높았다. 그러나 호밀 처리 직파구에서는 4.1g, 59.8g, 15.6g로 무처리구와 유사하거나 낮았다(표 3). 특히 호밀 처리구에서는 무처리 직파구에 비해서도 이삭중, 생경중과 천립중이 더

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

Covering material	Sowing method	Number / Dry weight of weeds by species (g m ⁻²)													
		Aa ¹⁾	Al	Cm	Cl	Ds	Ec	Ep	Mp	Po	Qc	Sv	Others	Total	
Hairy vetch	T	n	-	-	-	-	14.7	6.3	0.7	0.3	0.3	-	-	-	22.3 ^d
		d	-	-	-	-	12.97	3.85	0.12	0.01	0.01	-	-	-	16.96 ^d
	D	n	0.3	-	-	-	13.7	6.0	0.7	-	1.0	-	-	-	21.7 ^d
		d	0.01	-	-	-	18.08	5.21	0.03	-	0.43	-	-	-	23.76 ^{cd}
Rye	T	n	2.7	-	-	-	1.3	14.3	-	-	-	0.3	62.7	2.5	85.0 ^c
		d	1.15	-	-	-	0.84	18.20	-	-	-	0.07	63.20	4.34	87.80 ^{ab}
	D	n	3.3	-	-	-	-	12.3	3.7	7.3	-	-	74	1.0	102.3 ^c
		d	0.54	-	-	-	-	12.44	0.69	5.75	-	-	90.11	3.67	113.20 ^a
Control	T ²⁾	n ⁴⁾	30.7	8.3	1.7	52.6	57.0	21.3	1.0	9.7	1.0	1.0	1.7	1.0	189.0 ^b
		d	3.98	1.16	0.01	19.58	29.12	6.26	0.03	0.22	0.02	0.13	0.28	0.02	60.81 ^{bc3)}
	D	n	41.7	8.3	1.0	51.6	10.3	43.7	4.3	15.0	2.7	1.0	1.0	2.6	262.0 ^a
		d	7.16	0.97	0.01	15.61	4.05	21.51	1.25	0.57	0.22	0.54	27.28	1.13	80.30 ^{bcd}

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

²⁾T : Transplanting, D : Direct sowing.

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

⁴⁾n : Number of weeds by species, d : Dry weight of weeds by species.

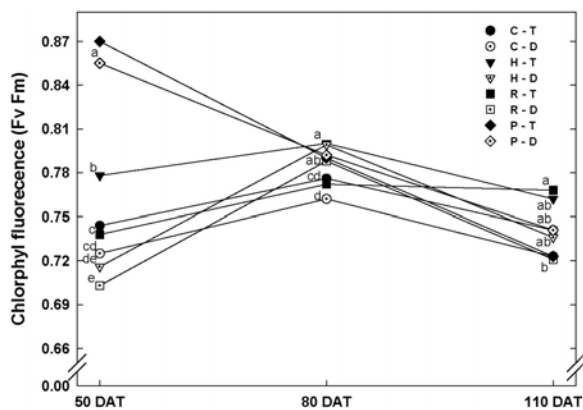


Fig. 3. Effects of different mulching treatments on the leaf chlorophyll fluorescence of sorghum (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, P : P.E. mulching, T : Transplanting, D : Direct sowing).

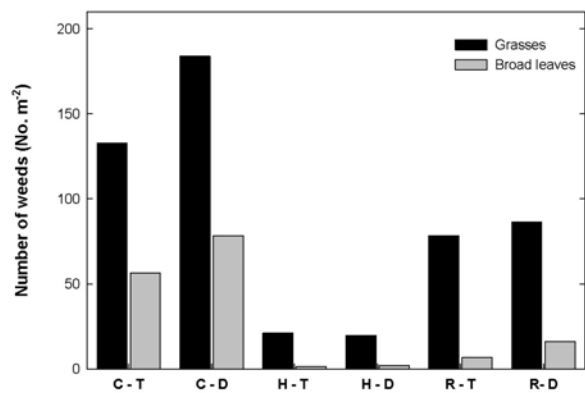


Fig. 4. Comparisons of occurred weed number between grass and broadleaf weed species as affected by cover crops mulching in sorghum (C : Control, H : Hairy vetch, R : Rye, T : Transplanting, D : Direct sowing).

낮은 값을 보여 수수 재배시 호밀은 피복작물로 적합하지 않은 것으로 나타났다.

피복작물 처리와 파종양식에 따른 수량은 벳지 이식

구 > P.E. 이식구 > 호밀구 이식구 ≒ 무처리 이식구 > 벳지 직파구 > P.E. 직파구 > 호밀구 직파구 ≒ 무처리 직파구 순으로 나타났다(그림 5). 가장 높은 값을

Table 3. Ear and shoot weight and thousand seed weight of sorghums grown in different mulching treatments.

Treatment	Sowing method	Ear weight (g plant ⁻¹)	Shoot weight (g plant ⁻¹)	Thousand seed weight (g)
Hairy vetch	Transplanting	40.8± 4.3 ^a	235.6±19.1 ^a	23.7±0.6 ^a
	Direct sowing	8.2± 1.6 ^c	154.5±26.8 ^c	20.2±2.0 ^b
Rye	Transplanting	10.3± 0.8 ^c	69.2±11.7 ^d	15.7±0.1 ^c
	Direct sowing	4.1± 0.2 ^e	59.8± 0.7 ^d	15.6±0.1 ^c
P. E. mulching	Transplanting	30.6± 1.2 ^b	181.1± 2.9 ^b	22.9±0.2 ^a
	Direct sowing	7.1± 0.3 ^{cde}	141.4± 5.7 ^c	19.4±0.7 ^b
Control	Transplanting	7.5±10.0 ^{cd1)}	72.8± 7.9 ^d	22.5±0.5 ^a
	Direct sowing	4.4± 0.3 ^{de}	66.0± 4.5 ^d	15.7±0.1 ^c

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

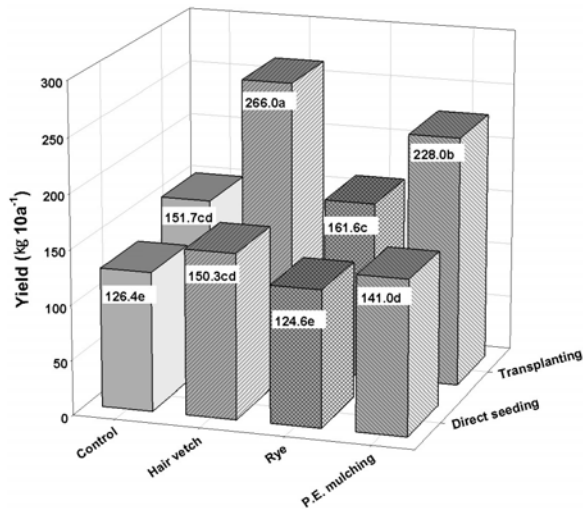


Fig. 5. Changes in grain yield of sorghum treated with different mulchings. Polyethylene film (P.E.) mulched before sowing was 0.05mm thick and transparent commercial film.

보인 벳지 처리 이식구와 낮은 값을 보인 호밀 직파구 간의 비교시 벳지 처리구가 213.4%로 2배 이상의 높은 값을 보였는데, 이러한 결과는 벳지는 C/N율이 낮아 식물체 분해가 빠르며 토양내 질소를 원활하게 공급할 수 있었던 반면(Ranells와 Wagger 1997), 호밀은 높은 C/N율과 잔사를 통해 배출되는 allelochemicals로 인한 입모율과 생육에 대한 억제 효과가 나타났기 때문인 것으로 사료된다(Weston 1996; Inderjit와 Keating

1999). 따라서 수수 재배시 피복작물 처리에 있어서 이러한 상황을 고려함과 동시에 호밀 피복시 직파에 대한 문제점을 더욱 고려해야 할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 수수 재배에서 피복작물을 이용한 잡초관리 방법 개선과 잡곡의 작부체계 개선 효율을 비교하기 위하여 수수의 파종법과 피복작물인 벳지와 호밀 처리가 수수의 생육과 수량에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 출수일은 비닐피복구, 벳지구, 무처리구, 호밀구 순으로 빨랐으며 직파보다는 이식에서 먼저 출수하였다. 초장은 벳지구 > P.E.처리구 > 무처리구 > 호밀구 순으로 나타났으며 호밀 직파구에서 -47.5%로 가장 저조하였다. 엽록소 함량과 엽록소형광에서는 생육 초기와 중기에서는 P.E.처리구 > 벳지구 > 무처리구 > 호밀구 순으로 높았으나, 후기에서는 호밀구에서 증가하거나 다른 처리구에 비해 변화의 폭이 적게 나타났다. 잡초종은 무처리에서는 16종, 호밀구와 벳지구에서 각각 10종, 6종의 초종이 발생하였다. 발생 개체수는 무처리 직파구에서 262.0 본 m²로 많이 발생하였으며 방제가는 벳지 이식구에서 78.9%로 가장 높았다. 벳지구에서는 화분과와 광엽잡초 모두 억제효과가 높았으나 호밀구에서는 화분과 잡초에 비해 광엽잡초에 대해 높은 억제 효과가 나타났다. 수량

은 벧지 이식구 > P.E. 이식구 > 호밀구 이식구 ≒ 무처리 이식구 > 벧지 직파구 > P.E. 직파구 > 호밀구 직파구 ≒ 무처리 직파구 순으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2012년 농촌진흥청 국립식량과학원 박사 후연구과정의 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.
- 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.
- Celette, F., A. Findeling, and C. Gary. 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system : The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. Eur. J. Agron. 30:41-51.
- Choi, B. S., K. C. Hong, J. J. Nam, J. E. Lim, H. Y. Lee, Y. B. Choi, J. H. Joo, J. E. Yang, and Y. S. Ok. 2009. Effect of rapeseed (*Brassica napus*) incorporated as green manure on weed growth in rice paddy : a pot experiment. Korean J. Weed Sci. 29:39-45.
- Clark, A. 2007. Managing cover crops profitably, 3rd edition. Sustainable agriculture network, Maryland. p. 12. and pp. 98-105.
- Creamer, N. G., M. A. Bennett, B. R. Stinner, J. Cardina, and E. E. Regnier. 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production system. Hortscience 31:410-413.
- den Hollander, N. G., and L. Bastiaansa. 2007a. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design : I. Characteristics of several clover species. Eur. J. Agron. 26:92-103.
- den Hollander, N. G., and L. Bastiaansa. 2007b. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design : II. Competitive ability of several clover species. Eur. J. Agron. 26:104-112.
- Eckert, D. J. 1991. Chemical attributes of soils subjected to no-till cropping with rye cover crops. Soil Sci. 55:405-409.
- Evans, J. R., and I. Terashima. 1987. Effects of nitrogen nutrition on electron transport componets and photosynthesis in spinach. Aust. J. Plant Physiol. 14:281-292.
- Fisk, J. W., and O. B. Hesterman. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. Agron. J. 93:263-298.
- Inderjit, and K. I. Keating. 1999. Allelopathy : principles, procedures, and promises for biological control. Adv. Agron. 67:141-231.
- 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. Korean 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. Korean 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. Korean J. Weed. Sci. 31:167-174.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2009. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. Gwacheon. Dongyang P&C.
- 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.
- Natacha M., M. Francois, F. Vincent, L. Philippe, and D. Thierry. 2009. Growing *Barassica Juncea* as a cover crop, then incorporating its residues provide complementary control of Rhizoctonia root rot of sugar beet. Field Crops Research 113:238-245.
- Ngouajioa, 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.
- 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.
- Ranells, N. N., and M. G. Wagger. 1997. Winter green-legume bicultures for efficient nitrogen management in no-till corn. Agriculture Ecosystems and Environment. 65:23-32.
- Shipley, P. R., J. H. Messinger, and A. M. Decker. 1992. Conserving residual corn fertilizer nitrogen with winter cover crops. Agron. J. 84:869-876.
- 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.
- Weston, L. A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. Agron. J. 88:860-866.
- Wyland L. J., L. E. Jackson, W. E. Chaney, K. Klonsky, S. T. Koike, and B. Kimple. 1996. Winter cover crops in a vegetable cropping system : Impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. Agric. Ecosyst. Environ. 59:1-17.
- 농촌진흥청. 2002. 두과녹비작물 재배와 이용 - 표준영농교본-123. pp. 15-23.
- 박창영, 오병근, 서명철, 이재생, 송석보, 정기열, 황재복, 배순도, 박광근, 윤영호, 김선림, 정동완. 2009. 잡곡의 문화와 정보. 농촌진흥청. pp. 13-14.
- 성명환, 권대흠. 2011. 잡곡의 유통 실태 조사분석. 한국농촌경제연구원.