

피복작물처리에 따른 잡곡의 생육과 잡초발생

전승호*,** · 이세훈* · 오세윤* · 김영주* · 김경문* · 김석현* · 황재복*** · 윤성탁**** · 심상인*,**†

*경상대학교 농학과, **경상대학교 농업생명과학연구원, ***농촌진흥청 국립식량과학원,
****단국대학교 생명자원과학대학

Effects of Hairy Vetch and Rye Cover on Weed Occurrences and Minor Cereal Growth

Seung-Ho Jeon*,** , Se-Hun Lee* , Se-Yun Oh* , Young-Ju Kim* , Kyung-Moon Kim* , Seok-Hyun Kim* ,
Jae-Bok Hwang*** , Seong-Tak Yoon**** , and Sang In Shim* ,**†

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

**Institute of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.

***Department of Functional Crop, NICS, RDA, Milyang 627-8-3, Korea

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

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the weed suppressing effects of two winter cover crops, hairy vetch and rye in foxtail millet and sorghum fields in 2010. Crop growth and development and weed occurrences in the fields were examined to know the efficiency of proposed cropping system. In hairy vetch treated plots, heading of minor cereals occurred early. The heading date was earlier by 1 day and 2 days in sorghum and foxtail millet, respectively. However, rye treatment delayed heading by 12 days and 8 days in sorghum and foxtail millet, respectively. Besides the effect of cover crop on ear emergence of crops, the residues changed growth-related characteristics. Plant height, chlorophyll content and chlorophyll fluorescence of sorghum were increased in hairy vetch treatment by 46.4% 88.7% and 7.9%, respectively. In foxtail millet, the characteristics were also increased by 45.6%, 50.9% and 37.8%, respectively, as compared to control. Yields of sorghum and foxtail millet were increased by 105.1% and 135% as compared to control by hairy vetch treatment, respectively. However, the yields of cereal crops were decreased by rye cover crop treatment, the yields of sorghum and foxtail millet were decreased by 25.8% and 119.1%, respectively. Rye cover crop treatment inhibited crop growth suggesting nitrogen starvation in rye treated plots. In rye treatment, plant height, chlorophyll contents and chlorophyll fluorescence of sorghum were slightly decreased by 7.1%, 10.8% and 10.8%, respectively, as compared to control whereas the inhibitory effects were greater in foxtail millet. Weed occurrences based

on weed number in hairy vetch and rye plots were reduced by 27% and 20%, respectively. The smothering effect was weakened or disappeared after heading of crops. Weed number and dry weight in hairy vetch plot were increased by 159% and 55.2%, respectively, as compared to control. The results implied that weed suppressing of cover crops could be reduced drastically after heading of crops.

Keywords : sorghum, foxtail millet, cover crop, weed suppression

최근 농산물의 안전성에 대한 관심이 증가함에 따라 잡초 방제와 화학비료를 대체하거나 사용량을 줄일 수 있는 방안으로 피복작물을 도입한 작부체계 개선 노력이 진행 중이다. 이러한 측면에서 작물 재배 과정에서 피복작물의 녹비 효과 및 잡초 억제 효과에 대한 많은 연구가 이루어졌는데, 피복작물 중 질소 고정 능력이 있는 두과 피복작물은 토양 내 질소 성분을 증진시키는 장점이 있어 유리하다(Cardina, 1995; Kuo & Sainju, 1997). 전작물로 두과작물 재배 시 후작물은 두과작물이 생산한 질소의 30~60%를 흡수할 수 있어 질소비료 사용을 줄일 수 있다고 알려져 있다(Evans & Terashima, 1987; Fisk & Hesterman, 2001; Celette *et al.*, 2009). 피복작물은 작물생산에서 잡초관리를 위한 생물치소재로 활용될 수 있는데(Moore *et al.*, 1994; Ngouajioa & Mennanb, 2005; den Hollander & Bastiaansa, 2007a; den Hollander & Bastiaansa, 2007b), 피복작물 재배시 광을 막고 양분과 수분에 대해 잡초와 경합하여 잡초를 억제한다고 알려져 있다(Cardina, 1995; Petersen & Rover, 2005). 이

†Corresponding author: (Phone) +82-55-772-1873
(E-mail) sishim@gnu.ac.kr <Received February 28, 2011>

밖에도 피복작물은 유기물, 질소와 토양 속에 존재하는 다른 양분, 유익한 곤충의 서식처, 침식방지 등을 제공하는 등 다양한 효과가 있다고 알려져 있다(Wyland *et al.*, 1996).

우리나라에서 많이 이용하는 피복작물 중 자운영과 더불어 많이 이용되는 헤어리베치의 경우 논콩 재배 시 이용할 경우 자운영과 비슷한 생육을 보여주나 건물중, 착협수, 종실수는 자운영을 피복작물로 사용하였을 때 보다 좋다고 알려져 있다(김 등, 2007). 또한 피복작물의 생물량은 헤어리베치는 326.3 kg/10a이고 자운영은 236.9 kg/10a로 헤어리베치가 생물량이 많아 피복에 유리하고, 100% 피복에 필요한 입모 밀도는 120 본/m² 내외로 크다고 알려져 있다. 헤어리베치를 피복재로 이용하고 경엽처리 제초제를 처리한 경우 잡초 발생량이 83~88%까지 감소하여 잡초 문제가 해결된다고 보고되었다(김, 2007).

잡곡은 종류가 다양하여 각각의 잡곡종 재배에 필요한 기계화장비의 개발이 어렵고 노동력과 생산비용이 소요되는 어려움이 있다. 그러나 최근 들어 생활수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 급증하여 잡곡에 대한 수요가 증가하였지만 국내의 잡곡생산량은 2008년 기준 234,000 톤으로 수요량의 10% 수준에 불과하여 국산 잡곡 생산기술 개발에 대한 연구가 시급한 실정이다.

본 연구에서는 국내 잡곡 생산의 걸림돌인 잡초문제 해결을 위해 피복작물로 잡초관리 방법을 개선하고, 두과와 화본과 피복작물을 도입한 잡곡 작부체계의 개선 및 효율을 비교함으로써 효과적인 피복작물-잡곡 작부체계 수립에 필요한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

공시재료

공시 잡곡종으로 수수(*Sorghum bicolor*), 조(*Setaria italica*)를 이용하였고, 공시 피복작물로는 헤어리베치(*Vicia villosa*), 호밀(*Secale cereale*)을 이용하였다. 헤어리베치는 10a당 6~9 kg, 호밀은 12 kg의 파종량을 기준으로 하여, 2009년 10월 19일에 파종하였다. 월동 후 잡곡 이식 10일전 2010년 5월 27일에 예취하였으며, 처리구는 각각 무처리구, 헤어리베치 처리구, 호밀 처리구를 두었다. 잡곡 수수와 조는 2010년 5월 7일에 128구 육묘트레이에 파종하여 4주간 온실에서 생장시킨 후 2010년 6월 3일에 재식거리 60 cm × 20 cm로 이식하였다.

생육 및 수량 조사

생육조사는 초장과 엽록소 함량, 엽록소형광(Fv/Fm)을 10일 간격으로 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. 또한 피복작물의 녹비효과를 알아보기 위하여 각 처리구의 잡곡 이삭수, 이삭장, 종실수량을 조사하였다. 종실수량은 1주일 동안 온실에서 건조 후 종실수량을 조사하였다.

피복 작물 처리에 따른 잡초 발생조사

잡초 발생량 조사는 잡곡의 전 생육기간 동안 수행하였으며 6월 25일부터 한 달 간격으로 잡초종과 건물중을 측정하였다. 잡초 조사는 50 cm × 50 cm 방형구로 3반복 무작위로 샘플링한 후 조사하였으며, 건물중은 80℃ 건조기에 48시간 동안 건조 후 측정하였다.

통계분석

수집된 데이터는 SAS프로그램(V. 9.1, 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

잡곡 출수일, 생육, 수량에 대한 피복작물의 효과

가. 잡곡 출수일에 대한 피복작물의 효과

처리구에 따른 수수와 조의 출수일을 비교한 표 1과 같이 헤어리베치구의 수수는 무처리구에 비해 1일 먼저 출수를 하였으나, 호밀구의 수수는 12일 늦게 출수 하였다. 또한 헤어리베치구의 조는 2일 빨리 출수 하였으나 호밀구의 조는 8일 늦게 출수 하였다. 김 등(1994)에 따르면 호밀의 예취 시기는 출수 후 20일에 예취하는 것이 가장 알맞다고 알려져 있으며, 본 연구에서 호밀구에서 수수와 조의 출수가 늦은 것을 감안할 때, 호밀을 피복작물로 이용함에 있어서 잡곡의 파종시기 및 이식시기 조절할 필요성이 있는 것으로 사료되었다.

Table 1. Heading date of minor cereals grown in cover crop treated fields.

Crops	Control	Hairy vetch	Rye
Sorghum	July 24	July 23	Aug. 5
Foxtail millet	July 14	July 12	July 22

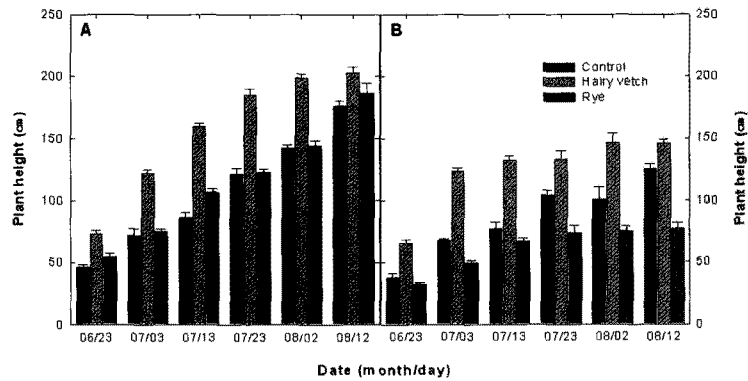


Fig. 1. Influences of hairy vetch and rye cover crop residues on the height of minor cereals (A : sorghum; B : foxtail millet).

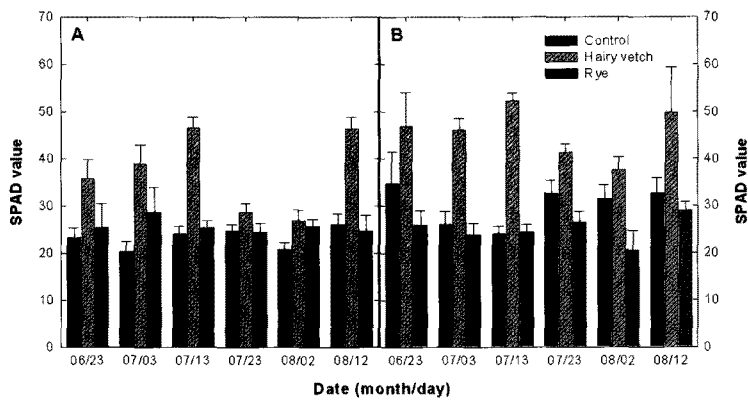


Fig. 2. Influences of hairy vetch and rye cover crop residues on the leaf chlorophyll content (SPAD value) of minor cereals (A : sorghum; B : foxtail millet).

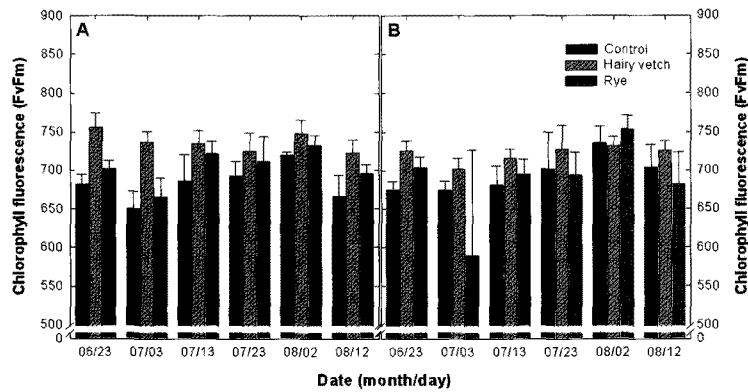


Fig. 3. Influences of hairy vetch and rye cover crop residues on the leaf chlorophyll fluorescence of minor cereals (A : sorghum; B : foxtail millet).

나. 잡곡 생육에 대한 피복작물의 효과

헤어리베치구와 호밀구에서의 잡곡 생육에 대해 살펴보면 그림 1~3과 같다. 헤어리베치구 에서 수수의 초장은 73.4~203 cm로 무처리구의 45.9~175.9 cm, 호밀구 54.5~186.7 cm 보다 컸으며, 호밀구는 무처리구보다 다소 큰 값을 보였다. 엽

록소 함량(SPAD value)과 엽록소형광 또한 헤어리베치구의 수수가 각각 36~49, 0.725~0.755로 가장 높았으나 호밀구의 엽록소 함량과 엽록소형광은 각각 24~25, 0.665~0.732였으며 무처리구는 각각 20~26, 0.650~0.719로 비슷하였거나 약간 높았다. 헤어리베치구에서 조 초장은 65.5~146.4 cm로 수수

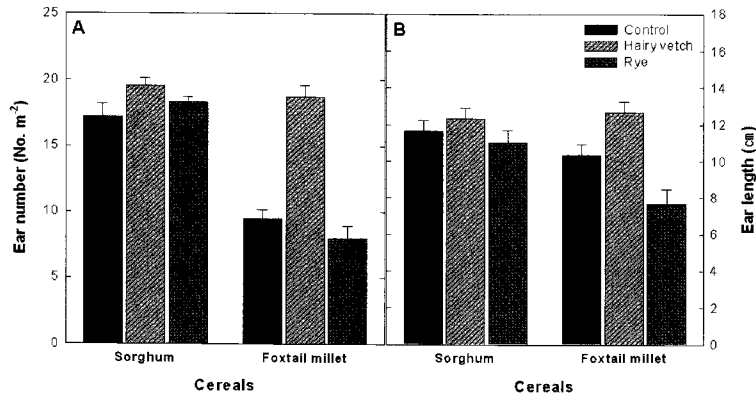


Fig. 4. Changes in ear number and length of minor cereals grown with hairy vetch and rye cover (A : ear number; B : ear length).

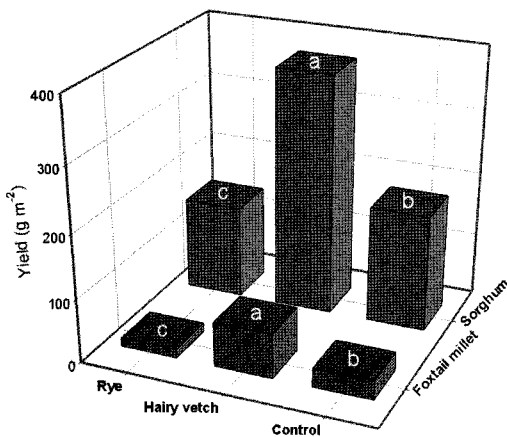


Fig. 5. Changes in yield of minor cereals grown with hairy vetch and rye cover (A : sorghum; B : foxtail millet).

와 마찬가지로 무처리구와 호밀구에 비해 상당히 컸다. 그러나 수수와는 다르게 호밀구에서 조의 초장은 32.2~77.0 cm로 무처리구 초장 37.8~125.8 cm 보다 상당히 작았다. 엽록소 함량과 엽록소형광 또한 헤어리베치구가 각각 37.5~49.8, 0.702~0.726으로 가장 높았다. 그러나 호밀구에서는 엽록소 함량과 형광은 각각 20.65~28.93, 0.682~0.753으로 무처리구와 유의성 있는 차이가 없었다.

헤어리베치구에서 수수의 초장과 엽록소 함량, 엽록소형광이 무처리구 대비 각각 46.4%, 88.7%, 7.9% 증가한 수치가 나타나 헤어리베치의 녹비효과가 인정되었다. 또한 호밀구에서도 무처리구 대비 7.1%, 10.8%, 10.8% 증가하여 녹비효과가 인정되었다. 헤어리베치구에서 조의 초장과 엽록소 함량, 엽록소형광은 각각 45.6%, 50.9%, 37.8% 증가하였으나 호밀구에서는 오히려 28.9%, 17.2%, 1.3% 감소하는 결과를 보여 주었다. 따라서 조에서 헤어리베치의 녹비효과는 인정되나 호밀의 녹비효과는 인정이 되지 않았다. 이는 Campiglia *et al.*(2009)의 보고에서 헤어리베치가 토마

토의 생육증가에 효과적이라는 결과와 같은 경향이였다.

다. 잡곡 수량에 대한 피복작물의 효과

헤어리베치구와 호밀구에서의 잡곡의 이삭에 대한 효과는 그림 4와 같다. 수수는 처리간 이삭수와 이삭장 모두 헤어리베치구에서 가장 많고 길었으나, 이삭수에서는 호밀, 무처리 순으로 이삭장에서는 무처리, 호밀 순으로 나타났다. 조의 경우 이삭수와 이삭장 모두 헤어리베치구에 가장 많고 길었으며 특히, 헤어리베치구에서는 18.8개와 12.6 cm로 가장 큰 차이를 보인 호밀구의 8.0개, 7.6 cm 비해 월등한 차이를 보였다.

잡곡의 수량에 대한 효과를 나타낸 그림 5에서 보는 바와 같이 수수와 조 모두 헤어리베치구에서 가장 많았다. 수수의 경우 헤어리베치구, 무처리구, 호밀구 순으로 375.4 g, 183.0 g, 145.5 g으로 나타났으며, 조의 경우도 헤어리베치구, 무처리구, 호밀구 순으로 70.0 g, 29.8 g, 13.6 g으로 나타났다.

헤어리베치구에서 수수는 이삭수와 이삭장, 종실수량은 무처리구 보다 각각 6.6%, 14.0%, 105.1% 증가하여 녹비효과가 인정되었으나 호밀구에서 이삭수만 6.4% 증가하였고 이삭장 6.4%, 종실수량 25.8%로 각각 감소하여 녹비효과가 인정되지 않았다. 헤어리베치구의 조는 수수와 마찬가지로 각각 97.9%, 23.3%, 134.9% 증가하여 수량에 대한 녹비효과가 인정되었으나 호밀구에서는 18.8%, 33.8%, 119.1% 오히려 감소하는 결과를 보여 수량에 대한 녹비효과가 인정되지 않았다. Teasdale & Daughtry(1993)와 강 등(2010)에 따르면 헤어리베치를 조의 피복작물로 사용하였을 때 무처리보다 7.8배의 수량을 보였다고 하였으며, 또한 수수에서는 20%의 수량증가가 일어나고 호밀처리 시 조와 수수는 각각 50%, 48%의 수량감소를 보였다고 알려져 있어 본 연구 결과와 같은 경향이였다.

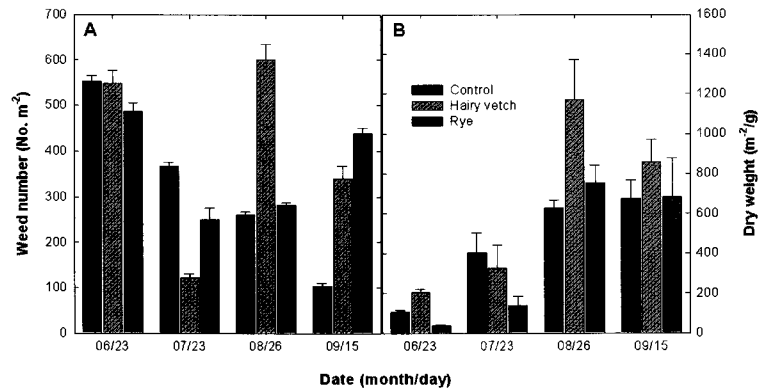


Fig. 6. Weed number and dry weight in minor cereals grown in cover crop treated fields (A : sorghum; B : foxtail millet).

잡초 발생에 대한 피복작물의 효과

Ngouajioa *et al.*(2005)은 오이 재배 시 호밀을 피복작물로 이용할 경우 87.9%~95.6%의 잡초 억제율을 보였다고 한다. 본 실험에서도 앞선 보고에서와 비슷한 결과를 보였다. 각 처리구의 잡초에 대한 조사한 결과는 그림 6과 같다. 발생한 잡초종은 총 16종으로 무처리구에서 16종의 다양한 잡초종이 발생하였으며, 특히 일년생 잡초종이 12종이 관찰되었다. 헤어리베치구에서는 총 7종, 일년생 잡초 6종이 관찰되었으며 8월과 9월에 우점한 잡초는 바랭이와 돌피였다. 호밀구에서는 총 8종이 관찰되었으며 우점 잡초는 강아지풀, 바랭이, 돌피 등 이었다.

월별 잡초 본수는 6월 25일에 무처리 553 본/m², 헤어리베치 548 본/m², 호밀 487 본/m²으로 호밀에서 적게 나타났으나, 큰 차이가 없었으며 건물중 또한 큰 차이가 없었다. 7월 23일에는 헤어리베치가 123 본/m²으로 무처리 367 본/m², 호밀처리구 249 본/m² 보다 상당히 낮은 본수를 나타내었으나, 건물중에서는 무처리 402.69 g/m², 헤어리베치 처리구 325.17 g/m²으로 차이가 없었다. 이는 초기에 헤어리베치가 잡초발아 억제에 아무런 영향을 미치지 못하여 무처리와 같이 잡초 발생량이 많았지만(Moore *et al.*, 1994) 헤어리베치의 높은 피복밀도로 인해 잡초의 생존에 부정적인 영향을 끼쳐 본수가 줄어들었으나, 이 후 헤어리베치의 높은 녹비효과로 인해 잡초의 생장이 두드러져 무처리와 비슷한 건물중을 나타낸 것으로 보여진다.

7월 23일 호밀처리구는 249 본/m²으로 무처리 367 본/m² 보다 낮은 잡초발생량을 보여 주었으며 건물중/m² 또한 137.24 g/m²로 낮은 수치를 보여 주었다. 이는 초기에 호밀이 잡초발아 억제에 아무런 영향을 미치지 못하여 무처리와 비슷한 잡초 발생을 보였으나 호밀의 강한 allelopathy 효과와 높은 피복도에 의해 잡초의 생존에 부정적인 영향을 끼쳐 발생본수와 건물중이 낮아진 것으로 보여진다.

8월 26일에는 헤어리베치의 잡초 본수와 건물중이 무처리보다 2배 정도 많이 나왔는데, 이는 헤어리베치의 녹비효과에 따른 양분공급과 장마가 끝나고 본격적인 여름이 시작됨으로써 잡초생장에 최적의 조건이 조성되어 이런 결과를 보인 것으로 보여진다. 또한 9월 15일에는 무처리구의 잡초본수가 103 본/m²으로 헤어리베치구의 340 본/m² 보다 많았으나 단위면적당 건물중은 무처리 674.63 g/m², 헤어리베치 858.67 g/m²로 차이가 없었다. 이는 헤어리베치의 높은 녹비효과로 인해 잡초의 고사가 늦게 진행되었기 때문이다.

호밀처리구에서 8월 26일 잡초 본수 및 건물중은 무처리와 뚜렷한 차이가 없었다. 또한 9월 15일에는 잡초 본수가 439 개/m²로 무처리보다 4배 가량 많았으나 건물중은 무처리와 차이가 없었다. 이는 장마 이후 본격적인 여름이 시작되면서 호밀의 잡초 억제효과가 사라지고 잡초 발생본수가 많아짐으로써 잡초억제효과가 인정되지 않았으며 건물중은 8월과 9월 변화가 없었는데 이는 호밀의 녹비효과가 잡초의 생장에 이용되어 생육과 수량에 영향을 미쳤기 때문이다.

종합적으로 장마와 본격적인 더위가 시작되기 전에, 수수와 조가 출수하기 전인 6월 25일부터 7월 23일 동안의 잡초 발생 본수는 무처리와 비교하여 헤어리베치와 호밀은 각각 27%, 20%의 감소율을 보였으나, 그 이후에는 159%, 98.9%의 증가율을 보였다. 잡초 건물중 또한 잡곡 출수 전 헤어리베치는 무처리와 비슷한 수준이었으나, 이후에는 55.2%의 증가율을 보였으며 호밀은 출수 전 31.6% 감소율을 보인 반면, 이후에는 10.9%의 증가율을 보였다. Ngouajioa *et al.*(2005)은 호밀을 오이 생장 초기 피복작물로 재배시 87.9%~95.6%의 잡초억제 효과가 있었다고 했으므로, 출수 전 또는 장마가 지나고 본격적인 더위가 시작되기 전의 헤어리베치와 호밀의 잡초억제효과를 지속적으로 유지할 수 있는 방법을 모색하여야 할 것이다.

적 요

본 연구에서는 잡곡 재배 시 가장 문제가 되는 잡초관리 방법을 개선하고 피복작물과 잡곡의 작부체계를 개선 및 효율을 비교하기 위하여 피복작물인 헤어리베치와 호밀이 잡곡생육과 수량에 미치는 영향을 알아보았다.

1. 헤어리베치구에서 수수의 초장과 엽록소 함량, 엽록소 형광, 종실수량은 무처리구 보다 각각 46.4%, 88.7%, 7.9% 높았으며 수량 또한 105.1% 많았다. 조의 경우도 무처리구 보다 각각 45.6%, 50.9%, 37.8%로 초장, 엽록소 함량, 엽록소형광이 높았으며 종실수량도 134.9% 높은 결과를 보였다. 호밀처리구에서 수수의 초장과 엽록소 함량, 엽록소형광은 무처리구 보다 각각 7.1%, 10.8%, 10.8% 높았으나 수량은 25.8% 감소하였다. 조는 무처리구 보다 각각 28.9%, 17.2%, 1.3% 감소하였으며 수량 또한 119.1% 감소하였다. 헤어리베치구에서 잡곡에 대한 녹비 효과가 좋았다.
2. 잡곡 출수 전 헤어리베치와 호밀의 잡초 발생량은 무처리에 비해 감소하였고 건물중은 헤어리베치와 무처리 차이가 없었으나 호밀은 31.6% 감소하여 호밀에서 잡곡 출수 전 잡초억제 효과가 인정되었다. 그러나 출수 후에는 헤어리베치의 잡초발생량은 159%, 건물중은 55.2% 증가하였으며 호밀에서는 각각 55.2%, 10.9%로 증가하였다. 따라서 출수 후 헤어리베치와 호밀의 잡초 억제효과는 미약하였다.
3. 발생한 주요 잡초종은 총 16종으로 일년생잡초 12종으로 가장 많은 비중을 차지하였다. 특히 8월-9월의 우점 잡초종으로는 헤어리베치는 바랭이와 돌피였으며, 호밀 처리 시 강아지풀, 바랭이, 돌피 등이 우점하였다.

사 사

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

인용문헌

Campiglia, E., R. Paolini, G. Colla, & R. Mancinelli. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. *Field Crop Res.* 112: 16-23.

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, & 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.

den Hollander, N. G. & 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. & 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.

Evans, J. R. & 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. & O. B. Hesterman. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. *Agron. J.* 93: 263-298.

Kuo, S. & U. M. Sainju. 1997. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. *Soil Sci.* 61: 145-152.

Moore, M. J., T. J. Gillespie, & C. J. Swanton. 1994. Effect of cover crop mulches on weed emergence, weed biomass, and soybean (*Glycine max*) development. *Weed Technol.* 8: 512-518.

Ngouajioa, M. & 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. & 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.

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

Wyland L. J, L. E. Jackson, W. E. Chaney, K. Klonsky, S.T. Koike, & 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.

강명훈, 전승호, 이세훈, 윤성탁, 황재복, 김석현, 심상인. 2010. 잡곡-피복작물 작부체계에서 잡초 발생과 작물 생장. *한국잡초학회지*, 30: 243-242.

김선, 임일빈, 강종국, 이상복, 안설화, 김재택. 2007. 피복작물 이 논 재배 콩의 잡초 발생 및 수량에 미치는 영향. *한국잡초학회지*. 27: 53-54.

김창호, 김성민, 채제천, 이효원. 1994. 파종기와 예취시기가 담리작 호밀의 생육 및 건물수량에 미치는 영향. *한국작물학회지*. 39: 431-436.