

고추재배지에서 피복작물이 해충 및 천적 발생밀도에 미치는 영향

박종호*, 한은정, 심창기, 김민정, 김용욱, 변영웅, 한민영, 김용기

The Influence of Cover Crop on Density of Pests and Natural Enemies in Pepper Field

Jong-Ho Park , Eun-Jung Han , Chang-Ki Shim , Min-Jeong Kim , Yong-Wook Kim , Young-Woong Byeon ,
Min-Young Han  and Yong-Ki Kim 

농촌진흥청 국립농업과학원 농업환경부 유기농업과

Organic Agricultural Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development
Administration, Wanju 55365, Korea

* Correspondence: jhpark75@korea.kr

<https://doi.org/10.5338/KJEA.2024.43.39>

Korean J. Environ. Agric. 2024, 43, 404-412

Received: December 7, 2024
Revised: December 12, 2024
Accepted: December 18, 2024
Published: December 21, 2024

Online ISSN: 2233-4173
Print ISSN: 1225-3537



Check for
updates

© The Korean Society of Environmental Agriculture 2024



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: This study was investigated the influence of cover crops on the occurrence of major insect pests and their natural enemies in pepper field. In 2017, hairy vetch, common sage, and crimson clover were grown as cover crops in a pepper cultivation field, and pests and natural enemies were investigated. When the maximum density of aphids was 1.5 per leaf in the plot covered with plastic film, the densities were 0.02 to 0.03 in the three legume-covered plots. When the maximum density of thrips was 1.6 per flower in the plastic film plot, the densities were 0.2 to 0.6 in the other plots. In 2018 and 2019, the occurrence of aphids and thrips was lower in hairy vetch cultivation plots covered with plastic film covering 30 to 90 cm wide around the crops than in the full plastic film plots. Except for the high occurrence of ladybugs in the covered plots in early June 2018, the occurrence of ladybugs was higher in the control plots. The growth and production of pepper crops increased as the width of the plastic film covering increased when the vinyl covering area was covered with 30 to 90 cm width. Populations of aphids and thrips were maintained lower on cover crop plots than plastic film plots. The peak occurrence time of ladybugs coincided with the peak of aphids.

Keywords: Aphid, Cover crop, Ladybug, Pepper, Thrips

서론

친환경 재배지에는 다양한 병해충 문제가 크게 대두되고 있으나, 유기재배 농가들은 이를 해결하기 위해 병해충 방제용 유기농업자재에 의존하는 실정이다[1]. 병해충에 대한 친환경적인 관리 기술을 확립하기 위해서는 농업생태계의 생물다양성을 증진시켜 해충의 발생을 억제하는 생태적 기술 확대가 필요하다. 이런 측면에서 피복작물을 활용하는 재배 방법은 친환경 해충관리에 부합하는 기술이라고 할

수 있다. 피복작물 재배는 토양 생물 활력을 증진시키는 등 토양 건전성을 높이는 기능과 잡초를 억제하는 효과가 잘 알려져 있다[2,3]. 피복작물로는 콩과식물과 화본과식물이 주로 이용된다. 콩과식물의 경우 토양에 질소를 공급하는 효과가, 화본과식물은 토양의 물리성을 높여주는 효과가 크다[4-6]. 피복작물은 토양 건전성을 높여줄 뿐만 아니라 꿀, 화분 등 먹이를 천적에게 공급해서 활성을 높이거나 다양한 유용생물에 안전한 서식처를 제공하는 기능을 가지고 있다[7-11]. 피복작물 재배로 포식성 또는 기생성 천적의 밀도가 증가하여 진딧물, 총채벌레와 같은 해충을 억제할 수 있다고 알려져 있다[12]. 국내에서도 열치기완두 피복재배로 진딧물 등 해충을 억제하고 천적을 증진시킨 연구가 수행되었으며[13], 과수원에서 예초를 최소화하는 초생재배로 천적류의 발생이 높아지고 해충의 밀도가 낮아진 사례가 보고되었다[10,14].

피복작물은 다양한 측면에서 주 작물 생산에 도움을 주기도 하지만, 피복작물 자체가 잡초로써 주 작물의 생육을 저해해서 생산량을 낮추는 경우가 많다[4,5,15]. 따라서 피복작물을 농업에 활용하기 위해서는 적절한 재배 기술이 필요하다.

본 연구는 노지 고추재배 포장에 피복작물 종류와 재배 방법별 해충과 천적의 발생밀도를 조사 분석하였고, 친환경 재배 고추의 병해충 감소와 함께 생산량 증가시킬 수 있는 피복작물 관리 기술 개발을 위해 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

시험 포장 조성

본 시험은 전라북도 완주군 이서면에 위치한 국립농업과학원 유기재배 포장에서 2017년부터 2019년까지 총 3년간 수행하였다. 주 작목은 고추였으며, 재배방식은 피복작물구와 비닐피복구를 대조구로 하여 진행하였다.

피복작물 재배포장은 녹비작물로 활용되는 콩과작물인 헤어리베치(*Vicia villosa*), 자주개자리(*Medicago sativa*), 크립슨클로버(*Trifolium incarnatum*) 3종을 이용하여 시험하였다. 2017년에는 4월 4일 콩과 피복작물 3종을 구획별로 1 m²당 4.8 g의 종자를 흩어뿌리기로 파종하였다. 2017년 콩과피복작물구 간의 해충 발생패턴이 유사했기에 2018년과 2019년 시험에는 콩과작물로 가장 많이 사용되는 헤어리베치만을 이용하여 추가적인 시험을 진행하였다.

고추는 모든 처리구에서 열간 140 cm 주간 25 cm 간격으로 재식하였다. 정식 전 고추 재식 위치 60 cm 폭으로 예취와 표토경운을 하였다. 고추 주변은 지속적으로 손제초를 하였고 그 외 이랑과 고랑은 피복작물을 그대로 재배하여 토양을 피복하였다. 대조구는 경운 후, 흑색 비닐로 이랑과 고랑을 전면 피복하고 고추를 정식하였다. 2017년과 2018년 10월에 경운하여 이랑을 만들고 헤어리베치 종자를 전면 파종하여 다음 해 고추 정식 전까지 재배하였다. 월동 후 헤어리베치의 생육이 불량한 구획은 이듬해 4월 초 추가로 파종하였다.

2017년 피복작물구의 고추가 대조구보다 생육이 불량하여, 2018년부터 피복작물구에 부분 비닐피복하여 시험을 진행하였다. 전년도 만들어 놓은 고랑을 유지하도록 고추유묘를 심을 위치를 중심으로 비닐피복 할 넓이만 얇게 부분경운한 후 2017년과 동일하게 고추를 정식하였다. 2018년에는 30 cm와 60 cm 폭, 2019년에는 60 cm와 90 cm 폭으로 흑색 비닐로 피복한 뒤 고추를 정식하였다. 이랑 바깥쪽과 고랑은 헤어리베치를 그대로 재배하였다. 대조구는 2017년과 2018년 가을에 헤어리베치를 파종하여 피복작물 재배포장과 동일하게 월동기간 재배하고 이듬해 봄에 경운 후 흑색 비닐로 포장을 전면 피복하여 고추를 정식하였다. 고추는 2017년에는 5월 8일, 2018년에는 5월 15일, 2019년에는 5월 17일에 시험 포장에 정식하였다. 시험 기간 모든 시험구의 작물에 살충제와 살균제는 전혀 처리하지 않았다.

고추 해충 및 천적 발생 조사

고추 정식 이후 발생한 주요 해충과 천적의 밀도를 육안 조사와 황색점착트랩으로 조사하였다. 육안 조사 시 대상 해충으로는 진딧물과 총채벌레를, 천적군으로는 무당벌레와 거미를 설정하였고 발생밀도는 처리구당 임의의 20주를 선정하여 2주 간격으로 육안 조사를 하였다. 진딧물의 밀도는 2017년에는 주당 상위엽을 3엽씩 조사하였으나 2018년부터 2019년까지는 주당 상위엽과 하위엽을 3개씩 총 6엽씩을 조사하였다. 총채벌레는 주당 3개의 꽃을 무작위로 선발하여 채집한 개체수의 평균을 구하였다. 무당벌레류와 거미류는 주당 전체 마릿수를 조사하였다. 무당벌레류는 유충, 번데기와 성충을 모두 합하여 조사하였다.

황색점착트랩 조사는 2019년에 6월과 7월에 2회 수행되었으며, 피복작물구와 대조구의 포식성 천적과 기생성 천적의 발생밀도를 조사하였다. 조사에는 황색점착트랩(Greenagrotech, Republic of Korea, size: 25 × 20 cm)을 이용하였으며 조사구별 4개씩

지상 50 cm 높이에 설치한 뒤 3일 후 수거하였다. 황색점착트랩에 채집된 곤충과 거미는 실체현미경을 이용하여 동정하였다. 세부적인 조사 방법은 얼치기완두 피복재배지에서 해충과 천적 발생을 조사한 선행연구를 따랐다[13].

고추 생육 및 생산량 조사

작물의 생장을 조사하기 위해 재배 6월과 7월에 2회 처리구당 무작위로 선정한 10주의 초장을 조사하였다. 고추의 생산량은 처리구당 10주씩 3~4구획을 설정하여 붉게 익은 과실을 모두 수확하여 조사하였다. 2018년에는 8월 1일과 16일을 조사하였고, 2019년에는 7월 31일, 8월 12일, 21일을 조사하였다. 2019년 포장 내 일부 구획에서 바이러스 증상이 크게 나타나 처리별로 450주를 무작위 선발하여 바이러스 발병주를 조사하였다.

통계 분석

피복작물구와 비닐피복구에서 조사된 고추의 초장과 생산량의 자료 분석은 SPSS v17 (IBM) 통계프로그램을 이용하였다. 해당 데이터는 분산분석으로 통계적 유의차를 검정한 후 Duncan의 다중검정(DMRT)으로 처리 간 평균값을 비교하였다.

결과 및 고찰

일반적으로 진딧물은 봄과 가을에 한 번씩 2회 최고밀도를 보여준다고 알려져 있다[14]. 본 시험에서는 2017년부터 2019년까지 대조구인 전면 비닐피복구에서 모두 6월에 진딧물의 발생이 높은 경향을 보였다(Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3). 피복작물구에서는 전반적으로 진딧물류의 발생밀도가 낮았는데, 2017년 대조구에서 엽당 1.5마리로 최고밀도를 보였던 6월 22일에 3종의 콩과 피복작물구는 헤어리베치 0.03, 자주개자리 0.03, 크림슨클로버 0.02마리로 현저하게 낮았다(Fig. 1a). 2018년에 대조구의 진딧물 최고밀도가 엽당 16.6마리일 때, 헤어리베치 재배구는 30 cm와 60 cm 비닐피복구에서 각각 0, 0.2마리였다(Fig. 2a). 2019년에도 대조구의 최고밀도가 엽당 60.6마리일 때, 60 cm와 90 cm 비닐피복구에서는 각각 0.6, 0.5마리로 매우 낮았다(Fig. 3a). 이처럼 피복작물이 주 작물의 진딧물 발생을 낮추는 사례가 얼치기완두를 피복재배한 고추와 클로버를 피복재배한 브로콜리에서도

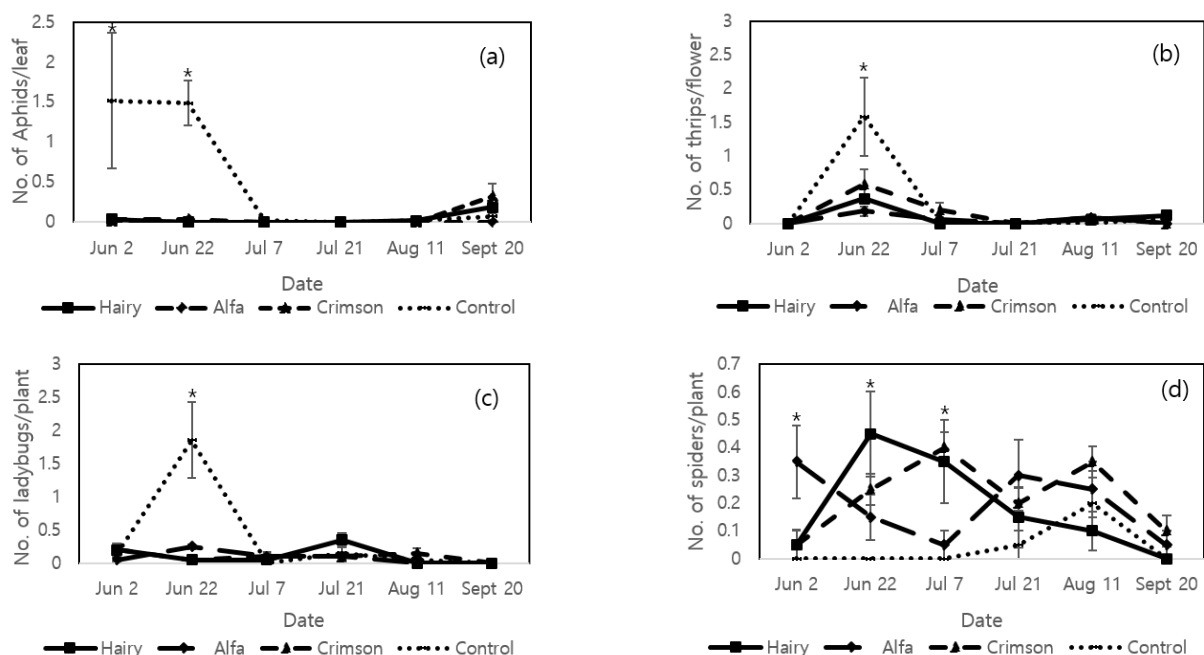


Fig. 1. Seasonal population densities of aphids (a), thrips (b), ladybugs (c) and spiders (d) in different cover crops plot and control plot in 2017.

Hairy: hairy vetch, Alfa: alfalfa, Crimson: crimson clover, Control: all field covered all plastic film. *ANOVA p -value < 0.05.

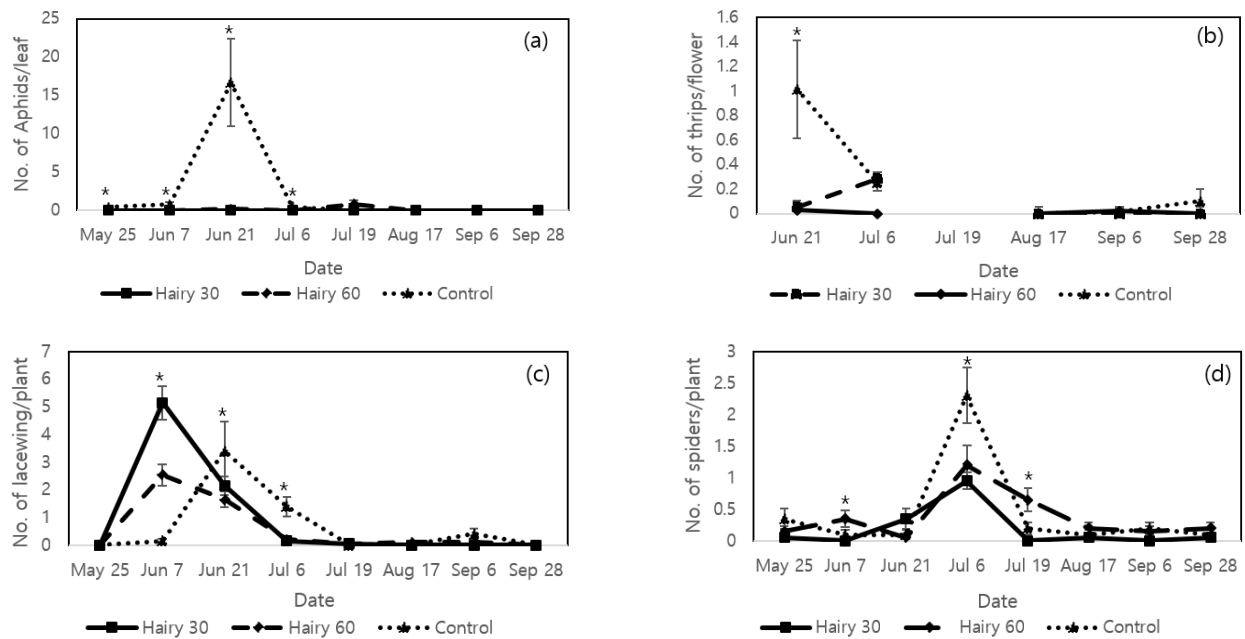


Fig. 2. Seasonal population densities of aphids (a), thrips (b), ladybugs (c) and spiders (4) in different type of cover crops cultivation in 2018.

Hairy 30: hairy vetch + 30 cm (width) plastic film cover, **Hairy 60:** hairy vetch + 60 cm (width) plastic cover, **Control:** all field covered black plastic film. *ANOVA p -value<0.05.

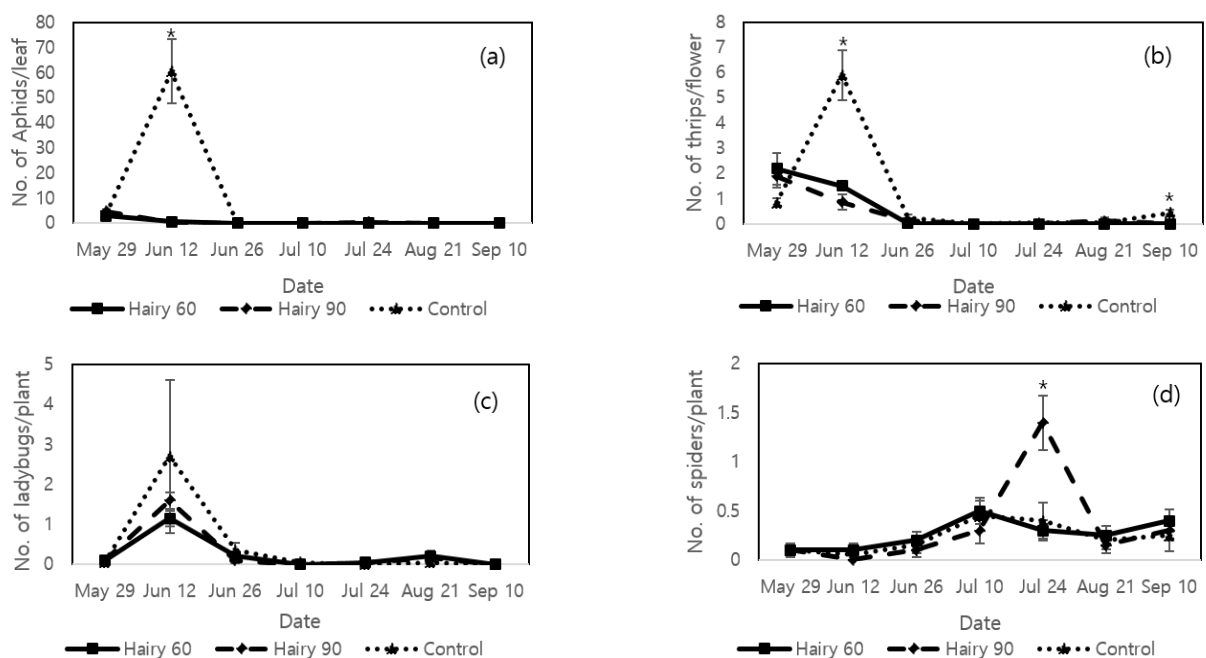


Fig. 3. Seasonal population densities of aphids (a), thrips (b), ladybugs (c) and spiders (4) in different type of cover crops cultivation in 2019.

Hairy 60: hairy vetch + 60 cm (width) plastic film cover, **Hairy 90:** hairy vetch + 90 cm (width) plastic cover, **Control:** all field covered plastic film. *ANOVA p -value<0.05.

유사하게 보고된 바 있다[13,16].

총채벌레류 밀도 또한 3년의 시험 기간 모두 피복작물구가 대조구보다 상대적으로 발생이 낮았다(Fig. 1b, Fig. 2b, Fig. 3b).

2017년 대조구에서 최고밀도가 화방당 1.6마리일 때, 헤어리베치 0.4, 자주개자리 0.2 크림슨클로버 0.6마리였다. 2018년에는 대조구에서 최고밀도 1.0마리일 때, 헤어리베치 30 cm와 60 cm 비닐피복구에서 각각 0.05, 0.03마리로 나타났다. 2019년에도 대조구 최고밀도가 5.9마리일 때, 헤어리베치 60 cm와 90 cm 비닐피복구에서 각각 1.5, 0.9마리가 발생하였다. [13]의 연구에서는 고추 생장 초기인 6월 중순 무렵 피복재배구에서 점착트랩조사로는 총채벌레 발생이 높았고, 고추 작물에서는 발생 밀도가 낮게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보여주었다.

작물을 재배할 때 피복작물은 천적밀도를 증가시키는 기능을 가지고 있고, 주 작물의 일부 해충을 유인하는 것으로 알려져 있다[12]. 본 시험에서는 작물정식 전 피복작물이 이미 조성되어 있었기 때문에 재배 초기부터 천적이 유지되어 진딧물과 총채벌레 밀도가 낮았던 것으로 판단된다.

시험 기간 고추 재배포장에 주로 발견된 무당벌레는 2017년에는 6월 하순과 2019년에는 6월 상순 대조구에서 최고밀도를 보여 다른 피복작물구보다 매우 높은 밀도를 보여주었다(Fig. 1c, Fig. 3c). 2018년에는 6월 7일 피복작물구에서 대조구보다 무당벌레의 발생이 더 높았지만, 6월 21일 조사에는 다시 대조구에서 무당벌레의 밀도가 높았다. 대조구에서 무당벌레 최고 발생 시기는 3년간 진딧물의 최고 발생 시기와 거의 일치하였다(Fig. 1a, Fig. 2a, Fig. 3a). 무당벌레류는 이동성이 높은 천적으로 먹이곤충인 진딧물이 증가하면 그에 비례하여 군집을 형성하는 특성과 연관이 있는 것으로 보인다[17,18]. 시험 포장에서 발생한 거미의 밀도는 대체로 주당 한 마리 이하로 낮게 나타나 피복작물 재배와 대조구 차이를 파악하기 어려웠다(Fig. 1d, Fig. 2d, Fig. 3d).

점착트랩을 이용해 고추 재배기간 시험 포장에 발생하는 포식성 천적과 기생성 천적에 대한 밀도를 2019년에 2회 조사한 결과, 거미 외에 점착트랩에 포획된 포식성 천적은 많지 않았다. 기생천적의 경우 헤어리베치 재배구에서 6월에는 납작먹좀벌과 (Platygastridae)의 먹좀벌류 밀도가 높았고 7월 조사에서는 총채벌레(Mymaridae)와 고치벌과(Braconidae)가 가장 많이 발생하였다(Table 1). 헤어리베치 피복재배구와 대조구의 천적 발생밀도는 큰 차이를 보이지 않았다. 피복작물 재배가 천적 발생에 유리한 환경조건이라고 알려졌지만[11], 본 시험에서는 비닐피복으로 인한 피복작물과 거리와 대조구에서 높은 해충 발생밀도 등이 영향을 주었던 것으로 보인다.

2017년에 작물 주변에 비닐피복 없이 피복작물을 재배한 시험구에서 흑색 비닐로 전면피복한 대조구의 고추보다 초장이 작고 생육이 크게 떨어져 정상적인 과실 수확이 어려웠는데(Fig. 4), 이는 피복작물이 고추 생육을 억제한 것 때문으로 판단된다. 피복작물 재배는 해충을 감소시켜 도움을 주기도 하지만, 때로는 피복작물 자체가 양분과 공간에서 주 작물과 경합을 일으켜

Table 1. Occurrence of natural enemies in pepper field with hairy vetch cultivation and plastic film cover in 2019

Order	Family	No. individuals/trap±S.E.			
		3rd~6th June		9th~12nd July	
		Cover crop	Control	Cover crop	Control
Araneae		3.5±1.20	1.3±0.50	0.8±0.50	1.5±0.50
Odonata	Coenagrionidae	0.0±0.00	0.0±0.00	0.3±0.25	0.0±0.00
Hemiptera	Anthocoridae	1.0±0.70	0.3±0.25	0.0±0.00	0.0±0.00
Neuroptera		0.3±0.25	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
Coleoptera	Coccinellidae1	0.0±0.00	0.5±0.30	0.0±0.00	0.0±0.00
Coleoptera	Coccinellidae2	0.3±0.25	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
Coleoptera	Staphylinidae	0.0±0.00	0.3±0.25	0.5±0.50	0.0±0.00
Diptera	Cecidomyiidae	0.5±0.30	0.3±0.25	0.3±0.25	0.0±0.00
Hymenoptera	Platygastridae	6.0±0.70	3.5±0.85	1.8±0.85	1.3±0.50
Hymenoptera	Braconidae	0.3±0.25	0.3±0.25	2.0±1.35	0.8±0.25
Hymenoptera	Ichneumonidae	0.0±0.00	0.3±0.25	0.3±0.25	0.3±0.25
Hymenoptera	Eulophidae	0.0±0.00	0.5±0.30	0.3±0.25	1.3±0.95
Hymenoptera	Megaspilidae	0.0±0.00	0.3±0.25	0.0±0.00	0.0±0.00
Hymenoptera	Mymaridae	1.0±0.40	1.0±0.70	2.0±1.10	1.5±0.30
Total		12.9±0.13	8.6±0.12	8.3±3.03	6.7±1.04

* Coccinellidae1: *Scymnus hoffmanni*, Coccinellidae2: *Harmonia axyridis*

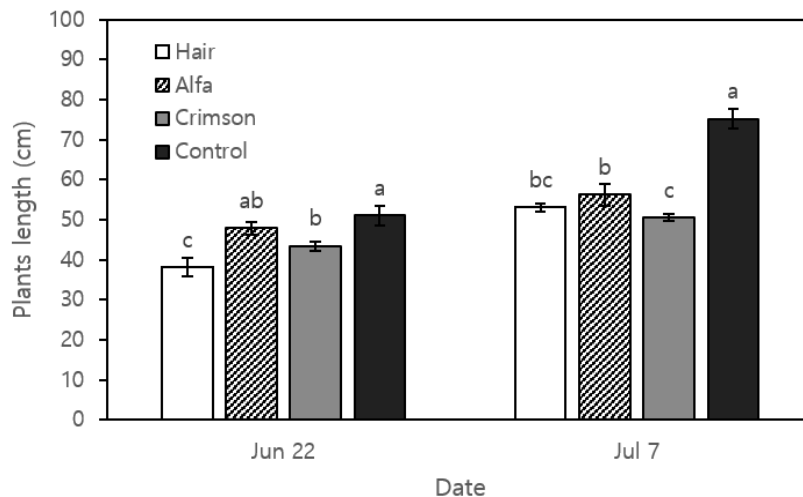


Fig. 4. The Length of pepper plants in different cover crops plot and control plot in 2017.

Hairy: hairy vetch, Alfa: alfalfa, Crimson: crimson clover, Control: all field covered plastic film. The same letters on the bars indicate no significant difference among the means (Duncan's Multiple Range Test, $p < 0.05$).

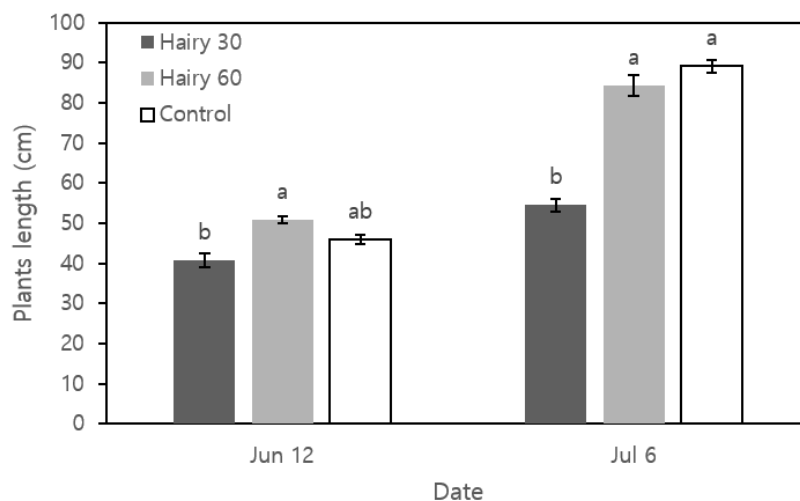


Fig. 5. The length of pepper plants in different type of cover crops cultivation in 2018.

Hairy 30: hairy vetch + 30 cm (width) plastic film cover, Hairy 60: hairy vetch + 60 cm (width) plastic cover, Control: all field covered plastic film. The same letters on the bars indicate no significant difference among the means (Duncan's Multiple Range Test, $p < 0.05$).

생산량을 감소시키기도 한다[19,20]. 따라서 2018년에는 이를 피복작물과의 경합을 줄여주기 위해 고추 주변을 30 cm와 60 cm 폭으로 부분 비닐피복을 하고 피복작물로 헤어리베치를 재배하였다. 대조구에 비해 30 cm 비닐피복구는 고추생육은 6월에는 유의차가 없었지만 7월에는 크게 떨어졌으며 60 cm 비닐피복은 6월과 7월 모두 대조구와 유의차가 없었다(Fig. 5). 생산량을 비교하기 위해 시험구별로 8월 1일과 12일 2회에 걸쳐 수확하였는데, 대조구에서 주당 각각 223.3, 234.7 g의 과실을 수확할 때, 피복작물구의 30 cm 폭 비닐피복구에서는 40.0, 52.5 g을, 60 cm 폭 비닐피복구에서 136.5, 175.5 g을 각각 수확하였다(Table 2). 30 cm 피복구는 2회 수확 모두 대조구와 60 cm 피복구보다 낮게 나타났다. 60 cm 피복구는 첫 번째 수확에서는 대조구보다 낮았지만 두 번째에서는 유의차가 없었다.

2019년에는 생장과 수확량이 낮았던 30 cm 비닐피복구를 제외하고 헤어리베치 재배구에 90 cm 폭 비닐피복구를 추가하여 시험한 결과, 2개의 헤어리베치 재배구가 대조구보다 고추 초장이 유의하게 큰 수치를 보였다(Fig. 6). 2회 수확에서는 피복작물 재배구의 60 cm 폭 비닐피복에서 606.3 g, 224.4 g과 90 cm 폭 비닐피복에서 596.0 g, 376.3 g으로 주당 279.7 g, 177.0 g을 수확한 대조구보다 높게 나타났으나 대조구의 편차가 커 유의차를 확인하지 못했다(Table 3). 2019년 대조구에서 생산량이 떨어

Table 2. The productivity and damage by pest of pepper in different type of cover crops cultivation

Treats	1st, August	12nd, August
	Weight of fruits±S.E. (g/plant)	Weight of fruits±S.E. (g/plant)
Hairy 30	40.0±7.62 c	52.5±10.56 b
Hairy 60	136.5±8.84 b	175.5±22.75 a
Control	223.3±33.20 a	234.7±20.28 a

Hairy 30: hairy vetch + 30 cm (width) plastic film cover, Hairy 60: hairy vetch + 60 cm (width) plastic cover, Control: all field covered plastic film. Mean values followed by the same letter within a column are not significantly different on the basis of DMRT ($p<0.05$).

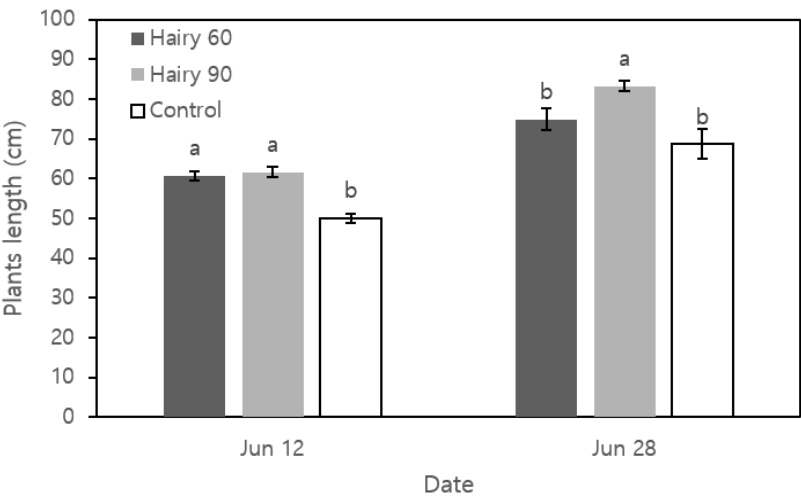


Fig. 6. The length of pepper plants in different type of cover crops cultivation in 2019.

Hairy 60: hairy vetch + 60 cm (width) plastic film cover, Hairy 90: hairy vetch + 90 cm (width) plastic cover, Control: all field covered plastic film. The same letters on the bars indicate no significant difference among the means (Duncan's Multiple Range Test, $p<0.05$).

Table 3. The productivity and damage by pest of pepper and the incidence of virus in different type of cover crops cultivation

Treats	12nd, August	21st, August		Total weight of fruits on August (g/plant)
	Weight of fruits±S.E. (g/plant)	Weight of fruits±S.E. (g/plant)	Virus infected plants (%)	
Hairy 60	606.3±58.75	224.0±19.14	0.0	830.3
Hairy 90	596.0±13.11	376.3±44.90	0.0	972.3
Control	279.7±207.91	177.0±84.61	61.6	456.7

Hairy 60 : hairy vetch + 60 cm (width) plastic film cover, Hairy 90 : hairy vetch + 90 cm (width) plastic cover, Control : all field covered plastic film.

지고 피해 과율이 높은 경향을 보인 것은 대조구 포장에 발생한 대규모 바이러스병에 의한 것으로 보인다. 피복작물 재배구에서는 바이러스병이 전혀 없었던데 반해, 대조구에서는 바이러스병이 발생주율 61.6%로 크게 발생하여 나타나 전체적으로 생육이 불량했고 수확량이 불규칙하게 낮게 나타났다. 두 헤어리베치 처리의 생육과 생산량을 비교했을 때는, 8월 12일 조사에서는 차이가 없었으나 8월 21일 조사에서는 90 cm 비닐피복구가 60 cm 피복구보다 유의있게 높았다.

대조구에서 바이러스병이 대량 발생한 것에는 진딧물과 총채벌레가 주요 원인으로 판단된다. 노지 고추에서 주로 피해를 주는 오이모자이크바이러스(CMV), 고추모틀바이러스(PepMoV), 토마토모자이크 바이러스(ToMV) 등의 바이러스병은 진딧물이 주요한 매개체이다[14,21,22]. CMV의 경우 60% 이상의 생산량을 감소시키는 것으로 알려져 있다[23]. 총채벌레가 매개하는 토마 토위반점위조바이러스(TSWV) 또한 큰 피해를 준다[24].

본 연구를 통해 콩과 피복작물 재배로 고추에 발생하는 진딧물과 총채벌레 발생을 줄일 수 있음을 확인하였다. 다만 고추재배

지 전면에 피복작물은 고추 생육과 생산에 피해를 주기 때문에 적절한 비닐피복이 필요하다. 본 시험에서는 비닐피복 면적이 증가할수록 생장과 생산량이 증가하는 경향을 보여주었는데, 30 cm보다 60 cm 비닐피복구가 고추 생산에 매우 유리한 것으로 나타나 60 cm 이상의 비닐피복이 필요한 것으로 판단된다. 하지만 90 cm 차이는 분명하지 않았고 비닐피복 폭에 따른 재배주수 감소를 고려해야 하기에, 좀 더 명확한 재배 방법을 제시하기 위해서는 향후 공간 활용 측면에서 피복작물 재배에 대한 추가적인 연구가 더 필요하다.

피복작물 재배는 토양의 건전성과 생태적 해충관리를 위해 추천되고 있지만, 농업 현장에 적용하기 위해서는 작물별로 구체적인 재배기술이 수반되어야 한다. 본 연구에서는 피복작물을 이용한 생태적 농경지 관리를 통한 친환경적 작물생산 가능성을 보여주었다. 피복재배 확대를 위해서 다른 주요 작물에도 이 연구같이 구체적 피복작물 적용연구가 필요한 것으로 판단된다.

적 요

2017년 고추재배 포장에 헤어리베치, 자주개자리, 크림슨클로버를 피복작물로 재배하여 해충 및 천적을 조사하였다. 비닐피복구에서 진딧물의 최대밀도가 엽당 1.5마리일 때 3종의 콩과작물피복구에서는 0.02에서 0.03마리였고, 비닐피복구에서 총채벌레가 최대 꽃당 1.6마리일 때, 다른 처리구에서는 0.2에서 0.6마리가 발생하였다. 2018년과 2019년 작물 주변 30 cm에서 90 cm 폭의 비닐피복을 한 헤어리베치 재배구에서도 진딧물과 총채벌레의 발생은 전면비닐피복구에 비해 낮았다. 무당벌레는 2018년 6월 초 피복재배구에서 발생이 높았던 것 외에는 대조구에서 발생이 더 높았다. 대조구에서 무당벌레의 최고 발생 시기는 진딧물 최고 발생 시기와 일치하였다. 고추작물 생육과 생산량은 피복작물 재배구에 비닐을 30 cm에서 90 cm 폭으로 피복한 결과 비닐피복 폭이 늘어날수록 작물생육과 생산량이 증가하는 경향을 보여주었다.

Data Availability: All data are available in the main text or in the Supplementary Information.

Author Contributions: J.H.-Park conceived and designed the research, wrote the first manuscript, and revised the manuscript; Y.W.-Kim, M.Y.-Han led the growth experiment and collected the data; E.J.-Han performed the statistical analysis; C.K.-Shim, M.J.-Kim, Y.W.-Byeon and Y.K.-Kim provide critical feedback.

Notes: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments: This work was carried out with the support of Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ01253202), National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

Additional Information:

Supplementary information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.5338/KJEA.2024.43.39>

Correspondence and requests for materials should be addressed to Jong-Ho Park.

Peer review information Korean Journal of Environmental Agriculture thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Reprints and permissions information is available at <http://www.korseaj.org>

References

- Kim IS, Kim IS (2009) Status and future prospects of pest control agents in environmentally-friendly agriculture, and importance of their commercialization. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 28, 301-309. <https://doi.org/10.5338/KJEA.2009.28.3.301>.
- Brennan EB, Veronica A (2019) Cover crops and compost influence soil enzymes during six years of tillage-intensive, organic vegetable

- production. *Soil Science Society America Journal*, 83(3), 624-637. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.12.0412>.
3. Johnson GA, Defelice MS, Helsel ZR (1993) Cover crop management and weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 7, 425-430. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00027834>.
 4. Ateh MC, Doll JD (1996) Spring-planted winter rye (*Secale cereale*) as a living mulch to control weeds in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 10, 347-353. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00040070>.
 5. Khanh TD, Chung MI, Xuan TD, Tawata S (2005) The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191, 172-184. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2005.00172.x>.
 6. Liebl RF, Simmons W, Wax LM, Stoller EW (1992) Effect of rye (*Secale cereale*) mulch on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 6, 838-846. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00036356>.
 7. van den Bosch R, Lagace CF, Stern VM (1967) The interrelationship of the aphid, *Acyrtosiphon pisum*, and its parasite, *Aphidius smithi*, in a stable environment. *Ecology*, 48, 993-1000. <https://doi.org/10.2307/1934550>.
 8. Hagley AC, Barber DR (1992) Effect of food sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (weed) (Hymenoptera: Braconidae). *Canadian Entomologist*, 124, 341-346. <https://doi.org/10.4039/Ent124341-2>.
 9. Daggen LR, Gurr GM (1998) The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological Control*, 11, 9-17. <https://doi.org/10.1006/bcon.1997.0566>.
 10. Park JH, Kim YK, Kim YK, Han EJ, Shim CK, Byeon YW, Kim YW (2019) Earthworm fauna in citrus orchards by legume cover crop culture in Jeju island. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 27, 77-86. <https://doi.org/10.11625/KJOA.2019.27.1.77>.
 11. Nafziger Jr TD, Fadamiro HY. (2011) Suitability of some farmscaping plants as nectar sources for the parasitoid wasp, *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae): Effects on longevity and body nutrients. *Biological Control*, 56, 225-229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.11.005>.
 12. Buugg RL, Waddington C (1994) Using cover crops to management arthropod pests of orchards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 50, 11-28. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)90121-X](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)90121-X).
 13. Han EJ, Hong SJ, Park JH, Cho JR, Choi JP, Kim YK, Shim CK, Kim MJ, Jee HJ (2013) The influence of cover-crop (*Vicia tetrasperma*) cultivation on the occurrence of major insect pests and their natural enemies in pepper, *Capsicum annum*. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 32, 35-41. <https://doi.org/10.5338/KJEA.2013.32.1.35>.
 14. Kim SH, Kim IS, Lee MH (1986) Colonizing aphid species and their seasonal fluctuations in some vegetable crops. *Korean Journal of Applied Entomology*, 25, 129-132.
 15. Kang MH, Jeon SH, Lee SH, Yoon ST, Hwang JB, Kim SH, Shim SI (2010) Effects of winter cover crop-minor cereal cropping system on weed occurrences and crop growth. *Korean Journal of Weed Science*, 30, 243-251. <https://doi.org/10.5660/KJWS.2010.30.3.243>.
 16. Costello M, Altieri M (1995) Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 52, 187-196. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)00535-M](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)00535-M).
 17. Ives AR, Kareiva P, Perry R (1993) Response of a predator to variation in prey density at three hierarchical scales: Lady beetles feeding on aphids. *Ecology*, 74, 1929-1938. <https://doi.org/10.2307/1940836>.
 18. Pan H, Liu B, Jaworski CC, Yang L, Liu Y, Desneux N, Lu Y (2020) Effects of aphid density and plant taxa on predatory ladybeetle abundance at field and landscape scales. *Insects*, 11, 695. <https://doi.org/10.3390/insects11100695>.
 19. Knavel DE, Herron JW (1986) Response of vegetable crops to nitrogen rates in tillage systems with and without vetch and ryegrass. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 111, 502-507.
 20. Masiunas JB, Eastburn DM, Mwaja VN, Eastman CE (1997) The impact of living and cover crop mulch systems on pests and yields of snap beans and cabbage. *Journal of Sustainable Agriculture*, 9, 61-89. https://doi.org/10.1300/J064v09n02_06.
 21. Lee SH, Lee JB, Kim SM, Choi HS, Park JW, Lee JS, Lee KW, Moon JS (2004) The incidence and distribution of viral diseases in pepper by cultivation types. *Research in Plant Disease*, 10, 231-240.
 22. Choi GS, Kim JH, Lee DH, Kim JS, Ryu KH (2005) Occurrence and distribution of viruses infecting pepper in Korea. *The Plant Pathology Journal*, 21, 258-261. <https://doi.org/10.5423/PPJ.2005.21.3.258>.
 23. Florini DA, Zitter TA (1986) Cucumber mosaic virus (CMV) in peppers (*Capsicum annum* L.) in New York, and associated yield losses. *Phytopathology*, 76, 652.
 24. Cho JJ, Mau RL, German TL, Martmann R, Yudin LS (1989) A multidisciplinary approach to management of tomato spotted wilt virus in Hawaii. *Plant Disease*, 73(5), 375-383. <https://doi.org/10.1094/PD-73-0375>.