

호밀과 헤어리베치의 파종시기가 녹비작물의 생육과 양분 공급량에 미치는 영향

임경호¹ · 최현석^{2*} · 김현지¹ · 김병삼¹ · 김도익¹ · 김선곤¹ · 김종선¹ · 김월수³ · 이연²
¹전라남도농업기술원, ²국립농업과학원 유기농업과, ³전남대학교 원예학과

Effects of Seeding Time on Growth and Nutrient Contribution of Ryegrass and Hairy Vetch

Kyeong-Ho Lim¹, Hyun-Sug Choi^{2*}, Hyun-Ji Kim¹, Byeong-Sam Kim¹, Do-Ik Kim¹, Seon-Gon Kim¹, Jong-Sun Kim¹, Wol-Soo Kim³, and Youn Lee²

¹Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 520-715, Korea

²Organic Agriculture Division, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, Korea

³Department of Horticulture, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract. This study was conducted to evaluate the effects of seeding time of ryegrass + hairy vetch on the nutrient contribution and growth of the crops, in order to develop utilization of cover crops as an organic nutrient source in a pear orchard. The study was conducted at a diligent farmer in Boseong in Chonnam, and the both ryegrass and hairy vetch applied on 1) 27 September, 2) 15 October, 3) 8 November, and 4) 10 December of 2008 as a cover crop treatment. Sod culture was refereed as a control. Growth of ryegrass was not affected by seeding time, but hairy vetch had fewer leaf and shoot number as seeding time advanced from September to December, and the similar trend was observed for the dry weight of the crops by seeding time. Seeding of cover crop on September was 2.6 times greater dry weight than those of the sod culture (362 kg/10a). Higher N concentration in cover crops occurred on early seeding time, and estimated N contribution from the cover crops was 16.9 kg/10a, which was 2.6 times greater than those of sod culture. P₂O₅ production from the cover crops was the greatest on seeding of October, and K₂O production increased at earlier seeding time.

Key words : green manure, hairy vetch, organic, pear, ryegrass

서 론

최근 소비자의 안전농산물에 대한 관심 증대와 환경 부하를 최소화한 친환경농업에 대한 필요성이 급격히 증가되고 있다. 특히 유기농업은 화학비료와 합성농약의 사용을 배제하고 생태계의 건전성을 유지하는 동시에 토양의 적정 양분관리를 위해 녹비작물을 재배하여 환원하거나 유기자원을 이용하여 논토양이나 시설재배의 양분을 관리하는 등 다양한 방법들의 연구가 진행되고 있다(Lee 등, 2007). 미국 남부지방의 유기농 사

과과원 실험에서는 예초된 풀을 이용하여 나무 주위에 피복을 해주었을 때에 이러한 초생만으로도 적절한 수체생장을 이루었다고 보고하였다(Choi 등, 2011). 하지만 과수 재배시기(4~9월)에 초생재배는 수체와의 토양 중 양수분 경쟁을 유도해서 수체생장 발달을 저하시킬 수가 있다(Choi 등, 2011).

영년생인 배나무는 재배초기(4~5월)에는 수체에 합유된 저장양분으로 수체의 영양생장과 생식생장(화아분화 및 과실착과등)을 발달시키고 재배 중후기(6~8월)에는 뿌리로부터 토양중의 물과 무기성분을 흡수하여 과실 비대와 착색발달 등에 이용한다(Faust, 1989). 유기농 과수재배 농가에서는 가을용 녹비작물인 호밀이나 헤어리베치를 재배해서 이듬해 봄에 예초하여 과수

*Corresponding author: dhkdwk7524@daum.net
Received April 7, 2011; Revised May 31, 2011;
Accepted May 16, 2011

재배 중후기에 양분을 공급함과 동시에 토양 물리성 개선을 목적으로 이용하고 있다. 하지만 이러한 가을용 녹비작물의 재배는 파종 시기에 따라서 생육이 달라지므로 이듬해 녹비작물의 건물중 공급량이나 무기성분 농도 차이로 인한 토양에 환원되는 총 무기성분량에 영향을 끼칠 수 있고, 궁극적으로 배나무 성장과 과실 발달에 영향을 줄 수 있다. 하지만 호밀과 헤어리베치의 파종 시기에 따라서 전체적인 토양 화학성이나 수체생장에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구는 없는 실정이다.

현재 유기재배 배 과수원은 증가하는 추세에 있지만 유기재배에 맞는 시비관리 체계나 화학비료와 합성농약을 대체할 수 있는 녹비작물 재배기술이 정립되어 있지 않는 실정이다. '신고'는 국내 배나무에서 가장 널리 보급되는 품종이며 10~12년생은 성년생으로 진입하는 연령대여서 배나무 시험을 하는데 있어서 적합한 품종과 연령 선택이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 국내 배 농가에서 자주 이용되는 호밀과 헤어리베치를 녹비작물로 선정하여 파종시기에 따라서 생육량과 토양에 공급되는 무기성분 환원량을 추정해서 10~12년생의 '신고' 배나무의 무기성분 요구량을 충족시키기 위한 가장 적절한 파종시기를 구명하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 시험장소 및 과원특성

본 연구는 전남 보성의 독농가에서 2004년에 유기농으로 인증된 과원에서 수행하였다. 녹비작물 파종방법에 따른 비료공급량과 배나무 생육에 미치는 영향에 관한 연구와 연계되는 시험(Lim 등, 2011)으로서 수령은 10~12년생의 덕식수형인 6×7m '신고'(Pyrus pyrifolia) 배나무를 이용하였고 수관하부는 자연 방임 초생으로 잡초를 관리하였다. 표토의 토성은 양토이고 심토는 식양질로 자갈함량이 적은 과원이었다(농촌진흥청 농업토양정보시스템, 2010). 시험이 수행된 2008년의 평균기온은 13.1로 평년보다 0.7 정도 높았고 강수량은 1027mm로 평년대비 78%를 기록하여 기뭇이 심한 것으로 관찰되었다.

2. 실험처리

처리내용은 2007년에 녹비작물 파종시기에 따라서

네 가지로 나누었으며, 1) 9월 27일(과일 수확 전 결뿌림 파종), 2) 10월 15일(결뿌림 파종 후 자연 초종 예초 파복), 3) 11월 8일(결뿌림 파종 후 표토 2 내외의 가벼운 경운), 4) 12월 10일(결뿌림 파종 후 표토 2cm 내외의 가벼운 경운)에 처리하였다. 호밀과 헤어리베치는 혼파로 각각 6.4와 3.0kg/10a로 파종되었다. 녹비작물을 처리하지 않는 관행 방입초생 재배구를 무처리로 하였다. 처리는 1주 1반복으로 완전임의 배치법 5반복으로 처리하였다. 2008년 4월 21일에 녹비작물을 단위면적당(m²) 수확해서 신선중과 건물중을 측정하였다. 모든 처리구에 밀거름 시비로 유기질쌀겨(250kg/10a)를 시용하였고 쌀겨의 전질소 농도는 2.1%, 인산은 3.8%, 칼륨은 1.4%로 조사되었다.

3. 분석방법

녹비작물의 무기성분 분석을 위해서 녹비작물 수확 전에 배나무 한 그루당 여러 군데에서 채취하여 비닐 팩에 넣어서 토양 수분이 마르지 않게 실험실로 옮긴 후 비 이온성 세제를 이용하여 각각의 엽을 세척하고 수분을 제거하였다. 세척 된 엽을 80의 온풍 건조기에서 2일간 건조시킨 후 마쇄하여 농촌진흥청 농업과학기술원에서 제시하였던 토양 및 식물체 분석법(RDA, 2000)에 준하여 식물체내 무기성분을 조사하였다. 전질소는 황산으로 분해 후 Kjeldahl 법으로 측정하였고, 인산은 ammonium metavanadate 비색법에 의해서 정량하였다. 칼륨은 ternary 용액(HNO₃:H₂SO₄:HClO₄, 10:1:4, v/v/v)을 이용하여 열판에서 가열 분해 후 ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Pye-unicam PU 9000, England)로 측정하였다.

결과 및 고찰

파종시기에 따른 녹비작물 호밀의 생육은 초장의 경우 가장 늦게 파종하였던 12월 상순 파종이 가장 적었고($P < 0.05$), 잎수와 줄기수는 처리 간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다(Table 1). 헤어리베치는 파종기가 늦을수록 초장이 짧아지고 엽수와 줄기수가 적어지는 경향이 확연히 구분되었다($P < 0.05$). 이러한 생육의 차이는 건물중에도 영향을 주었는데, 호밀은 파종 시기에 따라서 별다른 차이가 없었

Table 1. Growth characteristics as affected by seeding method of green manure crops.

Treatment	Ryegrass			Hairy vetch		
	Height (cm)	Leaf (No)	Stem (No/)	Height (cm)	Leaf (No)	Stem (No/)
September	141 a ^y	4.9	432	115 a	13 a	193 a
October	143 a	4.8	518	84 b	11 b	197 a
November	141 a	5.0	428	77 bc	10 b	99 ab
December	127 b	4.7	464	65 c	8 c	63 b
P value	<0.05	0.912	0.312	<0.001	<0.01	<0.05

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$, $n = 5$.

Table 2. Dry weight as affected by seeding method of green manure crops.

Treatment	Dry weight (kg/10a)			
	Ryegrass	Hairy vetch	Vegetation	Total
Sod culture			362	362 c ^y
September	573	177 a	178	928 a
October	687	169 a		856 a
November	562	48 b		611 b
December	525	48 b		574 b
P value	0.291	<0.01		<0.001

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$, $n = 5$.

고, 헤어리베치는 파종시기가 늦어질수록 건물중량이 현저히 감소하였다(Table 2). 가을 녹비를 파종하지 않는 관행 방입 초생재배에서는 자연 초종이 362kg/10a로 나타나서 모든 처리구에서 건물중이 가장 적었다. 9월상순 파종구에서 발생한 자연 초종의 원인은 파수원에 경운(10월초)을 늦게 해 주어서 나타난 것으로 판단되며, 자연초종량은 헤어리베치와 비슷한 178kg/

10a를 생산하여서 토양에 환원되는 총량은 928kg/10a로 가장 높았다. 가을 녹비 파종 후에 자연초종을 예초 피복하였던 10월 중순 파종도 856kg/10a로서 9월 파종과 통계적으로 별다른 유의성 없게 높게 나타났다.

파종시기별 전질소 농도는 파종기가 늦을수록 증가하는 경향이였다(헤어리베치 12월 제외)(Table 3). 헤어리베치는 파종 시기에 상관없이 모두 3.5% 이상의 전질소 농도로 호밀보다 2배 이상을 나타내었고 자연 초종도 호밀 보다는 다소 높은 농도를 나타내었다. 헤어리베치는 질소고정을 하는 두과작물(Seo와 Lee, 2005) 이어서 질소 농도가 높았고, 자연 초종보다 낮은 전질소 농도를 나타낸 호밀은 상대적으로 큰 생장량 때문에 질소농도가 어느 정도 희석된 것에 기인(dilution effect)한 것으로 판단된다(Faust, 1989). 질소 환원량은 파종기가 빠른 9월 하순처리가 16.9kg/10a으로 관행대비 2.6배 많았다. 10월 중순 처리는 13.9kg/10a를 토양에 환원한 것으로 나타나서 11월과 12월 파종과 비교하여 상당한 양을 토양에 공급한 것으로 판단된다. 사과과원에서 식물잔재는 3개월 후에도 50% 정도의 건물중과 질소농도가 잔존해 있었다고 하였다(Tutua 등, 2002; Tagliavini 등, 2007). 하지만 이러한 잔존물을 토양 속에 묻었을 때는 20% 이하의 건물중과 질소농도가 남아있었고 대부분은 빠른 속도로 분해가 진행되어서 토양에 환원된 것으로 보고하였다(Tutua 등, 2002). 본 실험에서는 녹비작물을 수확한 후에 경운하지 않고 표토에 그대로 피복하였기 때문에 10~12년생 '신고' 배나무가 필요로 하는 질소 10kg/10a(Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010)보다 5kg/10a 이상의 추가 질소량을 필요로 하므로 9월이나 10월 파종이 질소공급량을 어느

Table 3. N concentration and estimated N production as affected by seeding method of green manure crops.

Treatment	T-N (% dry wt.)			T-N (kg/10a)			Total
	Rye	Vetch	Vegetation	Rye	Vetch	Vegetation	
Sod culture			1.81			6.55	6.5 e ^y
September	1.13	3.47	2.39	6.48	6.14 a	4.26	16.9 a
October	1.14	3.61		7.83	6.11 a		13.9 b
November	1.23	3.88		6.92	1.90 b		8.8 d
December	1.79	3.66		9.41	1.79 b		11.2 c
P value				0.086	<0.01		<0.001

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$, $n = 5$.

Rye refers to ryegrass, and vetch refers to hairy vetch.

Table 4. P₂O₅ concentration and estimated P₂O₅ production as affected by seeding method of green manure crops.

Treatment	P ₂ O ₅ (% dry wt.)			P ₂ O ₅ (kg/10a)			
	Rye	Vetch	Vegetation	Rye	Vetch	Vegetation	Total
Sod culture			1.09			3.95	3.95 bc ^a
September	0.65	0.48	0.76	3.73	0.85 b	1.36	5.93 a
October	0.60	1.18		4.12	2.00 a		6.12 a
November	0.53	0.78		2.98	0.38 b		3.36 c
December	0.73	1.09		3.84	0.53 b		4.37 b
<i>P</i> value				0.221	< 0.01		< 0.001

^aMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$, $n = 5$.

Rye refers to ryegrass, and vetch refers to hairy vetch.

정도 충족시키는 것으로 판단되었다.

식물체내 인산 농도는 파종시기에 따라서 일정한 경향이 관찰되지 않았다(Table 4). 인산 환원량은 호밀에서는 별다른 차이가 없었지만 헤어리베치는 건물중과 식물체 농도가 높게 나타나서 10월 중순 파종이 6.12kg/10a로 가장 높았다. 10~12년생 '신고' 배나무가 인산을 필요로 하는 5kg/10a(Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010)에 질소와 마찬가지로 9월이나 10월 녹비파종이 가장 적합한 것으로 판단되었다.

녹비작물의 칼륨 농도도 질소와 마찬가지로(Table 3) 시기별로 증가하는 경향이 관찰되었으며(11월 상순 호밀 제외), 헤어리베치가 대체적으로 호밀보다 2배 높은 칼륨농도를 나타내었다(Table 5). 토양에 환원되는 양은 전질소와 마찬가지로 파종시기가 늦을수록 비료 환원량이 감소하는 경향을 나타내었다. 토양에 환원되는 칼륨의 양은 10~12년생 '신고' 배나무가 필요로 하는 8kg/10a(Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010)를 모두 100% 이상 초과하여서(11월 파

종제외) 칼륨과다에 따른 지하수 오염이나 수체에 미치는 영향에 각별한 주의가 필요하다고 하겠다.

이상의 결과로 보아서 호밀과 헤어리베치를 혼파해서 파종하였을 때는 9월이나 10월 파종이 10~12년생 '신고' 배나무가 필요로 하는 질소(10kg/10a)와 인산(5kg/10a) 요구도에 가장 근접하게 충족시키는 것으로 나타났다. 하지만 녹비작물을 수확 후에 경운을 해주었을 경우에는 12월 파종도 배나무가 필요로 하는 질소와 인산량을 충족시킬 것으로 사료된다. 앞으로의 실험에서는 녹비작물 파종시기가 배나무의 생장과 과실에 어떠한 영향을 미치는 지에 관한 보다 장기적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 유기재배 배 과수원 시비에 있어서 화학 비료 대체를 위한 녹비작물 재배 이용기술 개발을 확립하고자 호밀과 헤어리베치의 파종시기에 따라 녹비작물의 생육과 양분 공급량에 미치는 영향을 구명하기

Table 5. K₂O concentration and estimated K₂O production as affected by seeding method of green manure crops.

Treatment	K ₂ O (% dry wt.)			K ₂ O (kg/10a)			
	Rye	Vetch	Vegetation	Rye	Vetch	Vegetation	Total
Sod culture			3.10			11.2	11.2 c ^a
September	2.10	4.08	3.43	12.0	7.2 a	6.1	25.4 a
October	2.30	4.11		15.8	6.9 a		22.8 a
November	1.98	4.93		11.2	2.4 b		13.6 bc
December	2.46	5.19		12.9	2.5 b		15.5 b
<i>P</i> value				0.149	< 0.01		< 0.001

^aMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$, $n = 5$.

Rye refers to ryegrass, and vetch refers to hairy vetch.

위해서 수행되었다. 녹비작물의 파종시기는 2008년 9월 27일, 10월 15일, 11월 8일, 12월 10일로 나누어서 전남 보성의 배 과수원 독농가에 처리하였다. 관행 방입 초생 재배구는 대조구로 선정하였다. 호밀의 생육은 파종시기에 따라 별다른 차이 없이 비슷한 경향이었으나 헤어리베치는 파종 시기가 늦을수록 초장이 짧아지고 엽수와 줄기수가 감소하였고 건물중에도 그러한 비슷한 경향이 관찰되었다. 9월 하순 녹비처리구는 관행 방입 초생 재배구에서 생산한 362kg/10a의 건물중 보다 2.6배 높았다. 파종시기별 전질소 농도는 파종 시기가 늦을수록 증가하는 경향이였으며, 전질소 환원량은 파종 시기가 빠른 9월 하순처리가 16.9kg/10a으로 관행대비 2.6배 높았다. 인산 환원량은 10월 중순 파종이 가장 높았으며, 칼륨 환원량은 파종 시기가 빠를수록 증가하는 경향을 나타내었다.

주제어 : 녹비, 배, 유기, 호밀, 헤어리베치

사 사

본 연구는 전라남도농업기술원 과제 지원으로 수행되었으며, 국립농업과학원 유기농업과의 지원에도 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. Choi, H.S., C.R. Rom, and M. Gu. 2011. Effects of

- different organic apple production systems on seasonal nutrient variations of soil and leaf. *Sci. Hort.* 129:9-17.
2. Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010. Nutrient management manual for dynamic natural farming system. Chonnam National University, Gwangju, Korea. p. 91.
3. Faust, M. 1989. Photosynthetic productivity. *Physiology of temperate zone fruit tree*. A Wiley-InterScience Publication, New York, USA. p. 1-51.
4. Lee, J.H., K.Y. Kim, S.K. Yang, Y.W. Seo, K.J. Choi, and B.J. Jung. 2007. Yield of pepper affected by cultivation of green manure crops for winter season in the greenhouse. *J. Bio-Environment Control* 16:57-57.
5. Lim, K.H., H.S. Choi, S.G. Kim, Y.G. Na, H.W. Kim, K.J. Choi, W.S. Kim, and Y. Lee. 2011. Effects of seeding method of green manure crops on nutrient contribution and growth of 'Niitaka' pear trees. *Kor. J. Environ. Agric. Under consideration*.
6. RDA. 2000. Soil and plant analysis. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
7. Seo, J.H. and H.J. Lee. 2005. Effect of hairy vetch green manure on nitrogen enrichment in soil and corn plant. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 38:211-217.
8. Tagliavini, M., G. Tonon, F. Scandellari, A. Quiñones, S. Palmieri, G. Menarbin, P. Gioacchini, and A. Masia. 2007. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in an orchard. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118:191-200.
9. Tutua, S.S., K.M. Goh, and M.J. Daly. 2002. Decomposition and nitrogen release of understorey plant residues in biological and integrated apple orchards under field conditions in New Zealand. *Biol. Fertil. Soils* 35: 277-287.