

두과 녹비작물과 보리 혼파 이용 시 예취 높이에 따른 Biomass와 벼 생육 및 수량 변화

전원태* · 성기영 · 오계정 · 김민태 · 이용환 · 강위금 · 이현복 · 강항원

농촌진흥청 국립식량과학원

Changes of Biomass of Green Manure and Rice Growth and Yield using Leguminous Crops and Barley Mixtures by Cutting Heights at Paddy

Weon-Tai Jeon*, Ki-Yeong Seong, Gye-Jeong Oh, Min-Tae Kim, Yong-Hwan Lee,
Ui-Gum Kang, Hyun-Bok Lee, and Hang-Won Kang

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Republic of Korea

The competition between green manure and forage crops frequently occurred at agricultural field because of soil fertility and livestock feeding selection. These experiments were carried out to evaluate the effects shoot and residue for green manure and forage production by leguminous crops and barley mixtures at paddy. Field experiments were conducted at paddy soil from 2008 to 2009. Treatments consisted of mixture and inter-seeding of barley and leguminous crops (hairy vetch and crimson clover). These treatments were divided into cutting height of 8 and 25 cm for using of green manure and forage at once. The residue biomass of 25 cm cutting height was higher than 8 cm and were no significantly between mixture and inter-seeding. However, residues of legume crop were significantly higher at inter-seeding than mixture. The shoot biomass of 8 cm cutting height was higher than 25 cm for forage using. The production of legume crop was high at the barley and hairy vetch seeding plot. The mixture of hairy vetch and barley showed the best biomass of shoot and residue for green manure and forage using at 25 cm of cutting height. Also this treatment could be possible to rice cultivation by no fertilization. Therefore, we suggested that 25 cm cutting of hairy vetch and barley mixture could be used for green manure and forage at the same time under rice-based cropping system.

Key words: Green manure, Barley, Hairy vetch, Crimson clover, Mixture, Rice

서 언

녹비작물이란 화학비료를 대체 또는 절감하기 위하여 푸를 때 베어서 토양에 넣어 주는 작물을 말한다 (Park et al., 2008). 녹비작물의 재배면적은 일제강점기인 1930년대에 약 150,000 ha 이상이 재배되었으나 국가의 비료 자급률이 100%를 달성하는 1970년대 초반부터 재배가 거의 보고되지 않았다 (Lee, 1983). 그러나 최근 농식품부의 녹비작물 종자대지 원 사업과 국민들의 친환경 농산물 생산에 대한 수요급증으로 재배면적이 증가하여 2010년에 108,000 ha에 이르게 되었다. 녹비작물은 공중질소를 고정하는 자운영, 헤어리베치 뿐만 아니라 호밀, 보리 등 화분과 작물도 녹비작물에 포함

되며 화분과 보리는 녹비작물로서 이용될 뿐만 아니라 사료 용으로도 많이 이용되는 작물이다. 보리의 녹비 이용에 관한 연구 (Kim et al, 2011; Song et al, 2010)는 수입되는 호밀 종자를 대체하고자 수행하였다. 또한 논토양에서 보리와 크림손클로버 (Jeon et al., 2011), 밭토양에서 호밀과 헤어리베치 (Jeon et al., 2009)의 혼파 효과를 구명한 바 있고 미국의 경우에도 보리나 호밀을 헤어리베치나 크림손클로버 등과 혼파 재배 (Clark, 2007; Clark et al., 1994)를 하고 있다. 그러나 녹비 보리는 사료용 보리와 재배시기가 일치하여 재배 시 두 작물이 경합되고 있는 실정이다. 우리나라에서 사료용 (총채, 청보리) 보리에 대한 품종선발, 재배 시험은 많이 수행되었다 (Kim et al., 2006; Kim et al., 2007). 또한 생산성을 높이기 위하여 혼파 시험도 일부 수행 (Ju et al., 2009) 하였으나 녹비와 사료를 동시 이용하기 위하여 예취 높이를 달리 하여 시험을 수행한 적은 미미

접수 : 2012. 2. 15 수리 : 2012. 2. 29

*연락처 : Phone: +82312906783

E-mail: jeon0tai@korea.kr

한 실정이다. 특히 사료 보리는 재배 시 질소 시비량이 ha 당 150 kg으로 이에 대한 절감 기술도 필요한 실정이다. 따라서 본시험은 동작물 재배 시 두과녹비작물과 보리를 혼파하여 화학비료를 대체하고 예취 높이를 달리 하여 사료와 녹비를 동시에 이용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

동시 생산에 적합한 파종방법 탐색 본시험은 경기도 수원시에 소재한 농촌진흥청 국립식량과학원 벼 시험 포장에서 수행하였다. 녹비작물은 답리작으로 2008년 10월 15일에 부분경운파종 (Jeon et al., 2011; Jeon et al., 2010)으로 조파하였다. 처리내용은 녹비보리+헤어리베치, 녹비보리+CC (크림손클로버) 혼파와 녹비보리/헤어리베치, 녹비보리/CC (크림손클로버) 교호파종으로 구성하였다. 시험토양은 신흥토양으로 식양질이었고 녹비보리는 영양보리, 헤어리베치는 H1 (중국 수입종), 크림손클로버는 레드스프링을 파종하였다. 파종량은 10a 당 헤어리베치 4 kg, 크림손클로버 5 kg, 보리는 14 kg이었다. 녹비작물 biomass 조사는 1 m² (1 m × 1 m)의 면적을 기준으로 하여 녹비작물을 채취하여 생초중을 측정한 후 비닐하우스에서 충분히 풍건 후 60°C에서 24시간 건조시켜 건물중을 측정하여 기록하였다. 잔존 식물체와 지하부의 건물중은 지상부 건물중을 조사한 지점에서 25 × 30 cm 넓이, 깊이 20 cm의 토양 채취 후 세척한 다음 60°C에서 24시간 건조시켜 뿌리 건물중을 측정하였다.

예취 높이에 따른 벼 생육 및 수량 변화 녹비작물을 재배 후 환원하기 전에 예취 높이를 8 cm, 25 cm 및 전량 환원구를 두었다. 예취 높이 8 cm와 25 cm 이상의 녹비작물은 제거 후 환원하였다. 잔존 녹비 환원은 2009년 5월 20일에 트랙터를 이용하여 로타리 경운하였다. 시험에 이용된 벼 품종은 중생종인 품미벼로 2009년 6월 4일에 중묘기계 이앙하였다. 녹비이용구는 화학비료를 전혀 사용하지 않았고 관행시비구는 10a 당 질소, 인산, 칼리를 각각 9 kg, 4.5 kg, 5.7 kg을 사용하였다. 식물체중의 질소와 탄소는 CNS2000 (Leco, USA)를 이용하여 분석하였고 토양 암모니아태 질소의 분석은 Inject flower meter (FIAstar5000, FOSS Sweden)로 분석하였다. 토양의 유기물 함량도 CNS2000을 이용 분석 후 탄소 함량에 계수 1.724를 곱하여 산출하였다. 그 외 조사 및 분석은 농촌진흥청 농사시험연구 기준에 따라 조사하였다 (RDA, 2003).

통계분석 방법 통계분석은 SAS 9.2. 버전을 이용하였다. 벼 수량 및 수량구성요소 등은 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 수행하였다.

결과 및 고찰

화분과인 녹비보리와 두과인 크림손클로버와 헤어리베치를 혼파 및 교호로 파종 재배 후 예취 높이 8 cm와 25 cm에서의 처리별 잔존 건물중을 나타낸 것이 Fig. 1이다. 건물중은 예취 높이가 높은 25 cm에서는 8 cm보다 잔존 전 건물중이 높았고 25 cm에서 처리간 차이가 유의성은 없었으나 보리와 크림손클로버 파종구가 약간 높은 경향을 보였다. 그러나 25 cm 구에서 두과 녹비의 잔존은 교호 파종에서 유의적으로 높은 경향을 보였다. 이는 혼파보다 교호 파종을 함으로써 경합 (competition)이 적음에 기인된 것으로 사료되었다. 예취 높이 8 cm 구에서 녹비 보리의 건물중이 크림손클로버구에 비하여 헤어리베치구에서 유의적으로 낮았다. 녹비보리와 8 cm 혼파구에서 두과 녹비들의 건물중이 낮았고 교호파종구에서 높았다. 특히 교호파종에서 녹비보리와 헤어리베치 파종구에서 뿌리와 그루터기의 잔존 건물중이 높았다. 이는 교호 파종을 함으로써 경합이 적음에 기인된 것으로 사료되었다.

Fig. 2는 예취 후 파종방법 및 예취 높이 이상의 건물중

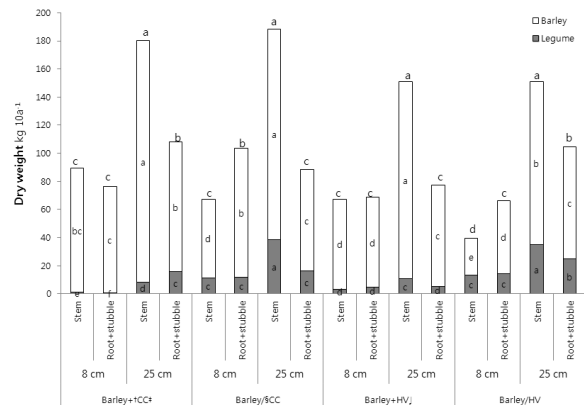


Fig. 1. Dry weight of above ground for green manure use by different seeding methods and cutting heights. † : Mixture, ‡CC : Crimson clover, §/ : Inter-seeding, †HV : Hairy vetch.

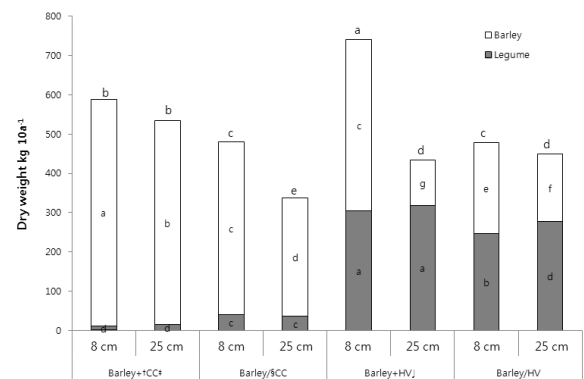


Fig. 2. Dry weight of above ground for forage use by different seeding methods and cutting heights. † : Mixture, ‡CC : Crimson clover, §/ : Inter-seeding, †HV : Hairy vetch.

을 나타낸 것이다. 건물중은 녹비보리와 헤어리베치 혼파구에서 높았고 특히 예취 높이 8 cm에서 가장 많이 생산되었다. 녹비보리와 크림손클로버 혼파구도 예취 높이 8 cm에서 건물중이 높았으나 녹비보리의 건물중만 높았고 두과인 크림손클로버의 건물중은 유의적으로 가장 낮았다. 두과 녹비작물의 건물중 생산은 헤어리베치구에서 높았고 교호파종보다 혼파구에서 더 높았다. 크림손클로버재배구의 두과 녹비 건물중은 교호파종구가 혼파구보다 높았다. 헤어리베치구에서 예취높이 이상의 건물이 높은 것은 헤어리베치가 포복성으로 초장이 더 큰 것에 원인이 있는 것으로 사료되었다. 또한 동반작물로서 크림손클로버보다 헤어리베치가 더 적합한 것으로 판단되었다.

녹비로 사용하기 위한 잔존 줄기와 뿌리의 질소 함량과

탄질률을 나타낸 것이 Table 1이다. 녹비 보리와 헤어리베치 파종구의 잔존 그루터기와 뿌리의 질소 함량 (2.85~3.09%)이 높고 탄질률 (20.1~30.6)이 낮았다. 모든 처리의 잔존 경 (줄기)의 질소함량은 낮은 경향이었고 특히 녹비보리와 크림손클로버 파종구에 질소함량이 낮고 탄질률이 높았다. 이는 크림손클로버도 두과 녹비작물이나 헤어리베치에 비하여 탄질률이 높고 질소함량이 낮은 것에 원인이 있는 것으로 생각되었다 (Jeon et al., 2011).

사료로 사용 가능한 예취 높이별 지상부 질소 함량과 탄질률을 나타낸 것이 Table 2이다. 잔존 줄기의 질소함량과 탄질률과 유사한 경향이었으나 예취 높이 이상의 지상부의 질소함량은 모든 처리에 더 높고 탄질률은 낮았다. 녹비보리와 헤어리베치 교호 파종구에서 질소함량 (6.68~6.75%)

Table 1. The C/N ratio and nitrogen production for green manure use by different seeding methods and cutting heights.

Treatment	Cutting height	Residue part	N	C/N
	cm		%	
Barley+ [‡] CC [‡]	8	Stem	1.08d	88.7a
		Root+stubble	1.96c	41.0b
	25	Stem	1.31d	85.0a
		Root+stubble	1.90c	48.9b
Barley/ [§] CC	8	Stem	1.34d	85.1a
		Root+stubble	2.34b	35.1b
	25	Stem	1.06d	88.1a
		Root+stubble	2.30b	34.3b
Barley+HV [↓]	8	Stem	1.88c	48.5b
		Root+stubble	3.09a	20.1c
	25	Stem	1.61c	56.8b
		Root+stubble	2.91a	30.6b
Barley/HV	8	Stem	1.64c	59.4b
		Root+stubble	2.85a	30.5b
	25	Stem	1.49c	58.5b
		Root+stubble	2.97a	29.1b

[‡]+ : Mixture. [‡]CC : Crimson clover. [§]/ : Inter-seeding. [↓]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

Table 2. The C/N ratio and nitrogen production for forage use by different seeding methods and cutting heights.

Treatment	Cutting height	Using part	N	C/N
	cm		%	
Barley+ [‡] CC [‡]	8	Above-ground	1.81d	51.7a
	25	Above-ground	2.04c	44.8a
Barley/ [§] CC	8	Above-ground	2.56c	36.3b
	25	Above-ground	2.31c	39.6ab
Barley+HV [↓]	8	Above-ground	4.14b	22.1c
	25	Above-ground	4.19b	22.0c
Barley/HV	8	Above-ground	6.68a	14.0d
	25	Above-ground	6.75a	13.8d

[‡]+ : Mixture. [‡]CC : Crimson clover. [§]/ : Inter-seeding. [↓]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

이 가장 높고 탄질률 (13.8~14.0%)은 가장 낮았다. 예취 높이별 지상부의 사료 이용은 추후 사료가 등의 면밀한 분석 및 평가 있어야 될 것으로 생각되었다.

Table 3은 녹비작물 파종 방법 및 예취 높이별 환원 후 벼 주요 시기별 생육특성과 토양 중 암모니아태 질소함량을 나타낸 것이다. 이앙 후 14일경에는 처리간 초장과 경수의 차이는 없었으나 암모니아태 질소의 함량은 녹비보리와 헤어리베치 혼파 및 교호 파종구의 전체 환원구와 예취높이 25 cm 환원구에서 관행시비구보다 유의적으로 높게 나타났다. 녹비보리와 크림슨클로버의 교호파종구의

25 cm 예취 높이에서도 약간 높게 나타나는 경향이였다. 이앙 후 83일경에는 녹비보리와 헤어리베치 혼파구의 예취 높이 25 cm 구에서 암모니아태질소의 함량이 관행시비보다 유의적으로 높았고 초장이 크고 경수도 많았다. 이는 녹비보리와 헤어리베치를 혼파 후 25 cm 이상을 제거하여도 벼 재배 시 충분한 무기태질소가 공급할 수 있음을 추정할 수 있었다.

녹비작물 파종 방법 및 예취 높이별 환원 후 벼 수량 및 수량 구성요소는 Table 4와 같다. 녹비보리와 헤어리베치 혼파의 전체 환원구를 제외하고 모든 처리에서 전체 환원구

Table 3. The NH₄-N in soil and plant height and tiller number of rice plant by different seeding methods and cutting heights.

Treatment	Cutting height	DAT 14 (18 June)			DAT 83 (25 August)		
		Plant		Soil	Plant		Soil
		Plant height	Tiller	NH ₄ -N	Plant height	Tiller	NH ₄ -N
	cm	cm	no. hill ⁻¹	mg kg ⁻¹	cm	no. hill ⁻¹	mg kg ⁻¹
Barley+ [†] CC [‡]	W.I. [♯]	15.6a*	4.2a	19.5c	88.0b	12.1b	2.5c
	8	20.8a	4.2a	14.9c	86.5b	13.0b	3.5c
	25	17.7a	3.9a	21.9b	86.4b	11.6b	4.3b
Barley/ [§] CC	W.I.	14.5a	5.0a	25.3b	87.9b	13.5b	7.5b
	8	20.9a	4.7a	20.5c	83.1b	11.1b	2.6c
	25	16.3a	4.9a	23.5b	85.6b	12.6b	5.1b
Barley+HV [♭]	W.I.	20.6a	5.7a	38.7a	93.1a	17.2a	9.7a
	8	18.9a	6.0a	24.7b	85.8b	14.2b	5.2b
	25	18.2a	5.6a	31.7a	86.2b	16.1a	6.0b
Barley/HV	W.I.	18.0a	4.2a	38.8a	97.8a	15.7a	12.0a
	8	18.3a	5.2a	18.9c	85.0b	13.0b	3.8c
	25	16.1a	4.2a	29.5a	90.4b	13.7b	4.8b
Conventional fertilization		20.8a	4.2a	15.5c	95.5a	15.9a	5.1b

[†]+ : Mixture. [‡]CC : Crimson clover. [§]/ : Inter-seeding. [♭]HV : Hairy vetch. [♯]W.I : Whole plant Incorporation.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

Table 4. Rice yield and yield components by different treatments and cutting heights.

Treatment	Cutting height	Panicle	Spikelets	Ripened grain	1,000-grain weight	Milled rice
	cm	no. hill ⁻¹	no. panicle ⁻¹	%	brown rice, g	kg 10a ⁻¹
Barley+ [†] CC [‡]	W.I. [♯]	11.8	100.5	79.7	23.9	466.7c*
	8	12.1	89.0	79.8	23.3	445.7d
	25	11.4	106.7	78.7	23.6	472.3c
Barley/ [§] CC	W.I.	13.3	104.5	73.7	23.5	534.8a
	8	11.0	89.8	79.6	23.4	443.4d
	25	12.6	104.0	73.1	23.5	489.4c
Barley+HV [♭]	W.I.	17.4	89.8	65.7	22.7	512.4b
	8	15.1	95.4	79.2	23.5	508.3b
	25	14.6	102.8	72.6	23.0	549.2a
Barley/HV	W.I.	15.3	113.5	51.1	22.8	517.8b
	8	13.7	93.8	76.3	23.4	481.0c
	25	14.4	84.9	73.9	23.4	514.0b
Conventional fertilization		12.2	106.1	74.8	24.1	535.7a

[†]+ : Mixture. [‡]CC : Crimson clover. [§]/ : Inter-seeding. [♭]HV : Hairy vetch. [♯]W.I : Whole plant Incorporation.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

Table 5. Soil chemical properties after rice cultivation by different treatments and cutting heights.

Treatment	Cutting height	pH	Avail. P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	N %	OM %	Exch. Cation		
						K	Ca	Mg
						----- cmolc kg ⁻¹ -----		
Barley+ [†] CC [‡]	W.I. [▷]	5.38	152	0.18	3.84	0.20	6.14	1.34
	8	5.48	118	0.18	3.75	0.16	5.91	1.41
	25	5.53	113	0.19	3.82	0.16	6.58	1.50
Barley [§] /CC	W.I	5.62	116	0.18	3.87	0.19	6.64	1.52
	8	5.57	105	0.19	3.73	0.17	6.42	1.40
	25	5.55	111	0.18	3.75	0.18	6.18	1.42
Barley+HV [↓]	W.I	5.69	161	0.16	3.85	0.17	5.49	1.22
	8	5.65	158	0.17	3.50	0.15	5.42	1.17
	25	5.61	179	0.17	3.83	0.13	5.29	1.16
Barley/HV	W.I	5.65	109	0.23	3.86	0.11	5.99	1.40
	8	5.61	186	0.16	3.44	0.10	5.61	1.29
	25	5.51	112	0.20	3.87	0.08	5.08	1.30
Conventional fertilization		5.70	104	0.20	3.82	0.21	6.92	2.18

[†]+ : Mixture. [‡]CC : Crimson clover. [§]/ : Inter-seeding. [↓]HV : Hairy vetch. [▷]W.I : Whole plant Incorporation.

의 수당립수가 증가하는 경향이였다. 주당 이삭수는 녹비보리와 헤어리베치 전체 환원구와 예취 25 cm 구에서 증가하는 경향이였다. 쌀수량은 관행시비에 비하여 녹비보리와 헤어리베치 혼파구의 25 cm 환원구에서 차이가 없었다. 이는 헤어리베치와 녹비보리 혼파 시 전체 환원은 녹비로만 사용하기에는 많은 량으로 생각되어 추가 사료 등 활용에 대한 연구가 있어야 될 것으로 생각되였다.

녹비작물 파종 방법 및 예취 높이별로 환원하여 벼 재배 후 토양화학적은 Table 5와 같다. 토양 pH는 전체적으로 관행시비에 비하여 약간 감소하는 경향을 보였고 유효인산 및 양이온들은 뚜렷한 경향이 없었다. 토양 유기물의 함량은 관행에 비하여 헤어리베치와 녹비보리 25 cm 환원구에서 약간 증가하는 경향을 보여서 토양 탄소축적을 위해서는 화분과와 두과의 혼파가 좋은 것으로 생각되였다.

요 약

본시험은 동작물 재배 시 두과녹비작물과 보리를 혼파하여 화학비료를 대체하고 예취 높이를 달리 하여 사료와 녹비를 동시에 이용하고자 2008년 10월에 두과녹비작물과 녹비보리를 혼합하여 부분경운파종으로 파종하였다. 처리내용은 녹비보리+헤어리베치와 녹비보리+CC (크림손클로버) 혼파와 녹비보리/헤어리베치와 녹비보리/CC (크림손클로버) 교호파종으로 구성하였다. 또한 녹비작물 재배 후 환원하기 전에 예취 높이를 8 cm, 25 cm 및 전량 환원구를 두었다. 예취 높이 8 cm와 25 cm 이상의 녹비작물은 제거 후 환원하였다. 잔존 녹비 환원은 2009년 5월 20일에 트랙터를 이용하여 로타리 경운으로 환원 후 6월 4일에 품미벼를 증묘

기계 이양하였다. 벼 재배 시 잔존 녹비이용구는 화학비료를 전혀 사용하지 않았고 관행시비구는 10a 당 질소, 인산, 칼리를 각각 9 kg, 4.5 kg, 5.7 kg을 사용하였다. 녹비로 이용 가능한 잔존 건물중은 예취 높이 25 cm구가 8 cm 구보다 높았으나 25 cm 구의 파종방법간에는 유의적 차이가 없었다. 두과 녹비작물의 잔존은 교호 파종구에 유의적으로 많이 잔존되였다. 사료로 이용가능한 지상부 건물중은 예취 높이 8 cm 구가 25 cm 구보다 높았으며 녹비보리와 헤어리베치 8 cm 혼파구에서 가장 높았다. 두과 녹비작물의 건물중도 녹비보리와 헤어리베치 혼파구의 8, 25 cm 구에서 가장 많이 생산되였다. 잔존 녹비를 환원하여 벼를 재배한 결과 녹비보리와 헤어리베치 혼파 환원구의 25 cm 예취에서 관행시비 (535.7 kg 10a⁻¹)와 유의적 쌀수량 차이가 없었고 토양 유기물 함량이 약간 증가하고 물리성이 개선되는 결과를 보였다. 따라서 두과 녹비작물과 녹비보리를 혼파하여 녹비와 사료를 동시생산 및 벼 재배에 이용하기 위해서는 헤어리베치와 혼파하는 것이 좋을 것으로 판단되였다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 작물시험연구개발사업(과제번호 : PJ006430042011)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

Clark, A. 2007. Managing cover crops profitably (third edition). Sustainable agriculture network. MD, USA.

- Clark, A.J., A.M. Decker, and J.J. Meisinger. 1994. Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. *Agron. J.* 86:1065-1071.
- Jeon, W.T., K.Y. Seong, M.T. Kim, I.S. Oh, B.S. Choi, and U.G. Kang. 2011. Effect of monoculture and mixtures of green manure crimson clover (*Trifolium incarnatum*) on rice growth and yield in paddy. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(5):847-852.
- Jeon, W.T., K.Y. Seong, J.K. Lee, M.T. Kim, and H.S. Cho. 2009. Effects of seeding rate on hairy vetch (*Vicia villosa*) - rye (*Secale cereale*) mixtures for green manure production in upland soil. *Korean J. Crop Sci.* 54(3):327-331.
- Jeon, W.T., K.Y. Seong, M.T. Kim, G.J. Oh, I.S. Oh, and U.G. Kang. 2010. Changes of soil physical properties by glomalin concentration and rice yield using different green manure crops in paddy. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43(2): 119-123.
- Ju, J.L., J.M. Park, J.J. Lee, C.H. Kim, H.M. Koo, T.S. Oh, and H.W. Lee. 2009. Effect of mixed sowing ratios between whole crop barley with hooded type and forage pea on the forage yield and quality. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 29(3):171-178.
- Kim, M.T., J.H. Ku, W.T. Jeon, K.Y. Seong, C.Y. Park, J.H. Rye, H.S. Cho, I.S. Oh, Y.H. Lee, J.K. Lee, M. Park, and U.G. Kang. 2011. Effect of barley green manure on rice growth and yield according to tillage date in spring. *Korean J. Crop Sci.*, 56(2):119-123.
- Kim, W.H., S. Seo, Y.C. Lim, J.S. Shine, B.R. Sung, H.C. Ji, S.J. Lee, and T.I. Park. 2007. Selection of promising barley cultivar for silage at paddy field of Honam region. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 27(3):161-166.
- Kim, W.H., S. Seo, J.S. Shin, Y.C. Lim, K.Y. Kim, M.W. Jung, and T.H. Kim. 2006. Effect of seeding dates and rate on the agronomic characteristics and yield of forage barley. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 26(3):155-158.
- Lee, H.J. 1983. Korean Agricultural Technology History Chart 5. Production technology of forge and green manure crops. Jungminsa. pp. 433-459.
- Park, S.T., W.T. Jeon, M.T. Kim, K.Y. Sung, J.H. Ku, I.S. Oh, B.K. Lee, Y.H. Yoon, J.K. Lee, K.H. Lee, and J.H. Yu. 2008. Understanding of environmental friendly agriculture and rice production using green manure crops. RDA, NICS. Sammi. Suwon. pp. 20-21.
- RDA. 2003. Standard methods for agricultural experiments. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Song, B.H., K.A. Lee, W.T. Jeon, M.T. Kim, H.S. Cho, I.S. Oh, C.G. Kim, and U.G. Kang. 2010. Effects of green manure crops of legume and gramineae on growth responses and yields in rice cultivation with respect to environment friendly agriculture. *Korean J. Crop Sci.*, 55(2):144-150.