중생 다수 풋거름용 헤어리베치 ‘온토비’

구자환* · 김민태 · 한옥규 · 권영업 · 김충국 · 전원태 · 조현숙 · 강위금 · 오인석 · 이정태 · 양창휴
농촌진흥청 국립식량과학원

A Medium-late Maturing and High Biomass Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) Variety for Green Manure, ‘Ontobi’

Ja-Hwan Ku*, Min-Tae Kim, Ouk-kyu Han, Young-Up Kwon, Chung-Guk Kim, Weon-Tai Jeon, Hyeoun-Suk Cho, Ui-Gum Kang, In-Seok Oh, Jeong-Tae Lee, and Chang-Hyu Yang

National Institute of Crop Science, Suwon 16429, Korea

Abstract : In order to develop a hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) cultivar which is suitable for cropping after the rice harvest in middle and northern regions because the cultivar can stably pass the winter season and produce much green manure, the National Institute of Crop Science developed the ‘Ontobi’, an elite cultivar through the method of line breeding after having selected good plants with superior growth rate which were derived from the germplasm ‘Ch4 (introduced from China)’. As main characteristics, ‘Ontobi’ has vivid green leaves during the blooming period and its stem hair’s density is high, and its blooming period is May 15 on average nationwide, and its average blooming period is 5 days later than that of ‘Cheongpoongbora’ the check variety. The Ontobi’s overwintering rate is 87% on average, showing 2% higher than that of the check variety, and its dry matter yield is 5.44 ton/ha on average, showing 17% more than that of the check variety, and its nitrogen content is 172kg/ha on average, showing 13% more than that of the check variety. ‘Ontobi’ can be cultivated in every region nationwide having its average lowest temperature in January is over -15°C.

Keywords : Hairy vetch, Ontobi, Green manure, Cultivar

서 언

친환경 농업과 유기농업에 대한 관심 증대로 질소비료 대체 혹은 경감을 위해 작물 재배 유휴 기간 동안에 헤어리베치 (*Vicia villosa* Roth)를 재배하여 풋거름으로 이용하는 경우가 많아지고 있다. 헤어리베치는 콩과식물에 속한 월년생 식물로써 추위에 강하고, 토양 피복 능력이 좋아 유럽과 북미 지역에서는 목초와 피복용으로 재배되고 있다(Power & Zachariassen 1993, SAREP 2014). 국내에는 헤어리베치가 풋거름용으로 1930년대에 많이 재배되다가 화학비료가 공급되면서 재배되지 않았으나(Lee 1983), 최근 친환경농업 확산으로 2000년대 중반 이후 재배가 늘기 시작하여 친환경농업단지를 중심으로

재배가 이루어지고 있다. 헤어리베치 이용은 이모작 동계 재배가 주를 이루고 있으며, 이를 통해 벼, 옥수수 등의 여름작물에 필요한 질소공급이 가능하고(Lee et al. 2002, Seo et al. 2000, Seo & Lee 2008) 잡초억제 및 토양 침식 경감 효과가 크며(Choung et al. 2007, Seo et al. 2005), 내수성 토양 입단화 촉진으로 토양개량 효과가 높은 것으로 보고되고 있다(Jeon et al. 2010).

외국의 헤어리베치 품종 육성은 목초용 초지 재배에 적합한 특성 개량을 목표로 이루어져 왔다(Matic & Karagic 2010, SAREP 2014). 이 때문에 우리나라 기후 및 농업 환경에 적합하지 않은 품종이 수입되어 내한성이 약하거나 봄철 생육이 지체되어 풋거름생산성이 불안정한 실정이다(Kim et al. 2004). 국내의 헤어리베치 육성은 목초용으로 2007년에 조생종 ‘콜드그린’과 중만생종 ‘청파’가 육성되었으며(Shin et al. 2007), 풋거름용으로 2009년에 ‘청풍보라’가 개발되었다(Ku et al. 2014). 이러한 상황에서 국립식량과학원에서는 내한성

*Corresponding author (E-mail: jhku@korea.kr, Tel: +82-31-695-4053, Fax: +82-31-695-4029)

(Received on July 26, 2015. Revised on September 15, 2015.

Accepted on September 18, 2015.)

이 강하여 국내 중, 북부 지역에서도 안전한 월동이 가능하면서 봄철 풋거름 수량이 많아 이모작 풋거름 재배에 유리한 특성을 지닌 헤어리베치 품종 개발 요구에 부응하기 위하여 연구를 실시하였다. 그 결과 풋거름 다수성 헤어리베치 ‘온토비’를 육성하였기에 그 육성과정과 주요 특성에 대해 서술하고자 한다.

재료 및 방법

헤어리베치 유전자원 중 월동율이 높고 5월 상·중순에 개화하는 ‘중국수집 4호 (Ch4)’ 집단에서 봄철 생육성이 좋은 개체들을 선발하여 계통육종법으로 육성한 ‘베치3호’를 2008년부터 2009년까지는 수원, 익산, 밀양, 영덕 등 4개 지역, 2010년에는 수원, 밀양, 영덕, 춘천, 청원, 예산, 부안, 대구, 제주 등 9개 지역에서 지역적응시험을 실시하였으며, ‘청풍보라’를 대비품종으로 하여 풋거름용에 적합한 주요 특성을 조사하였다. 시험구당 면적은 25 m²로 하였고, 시험구 배치는 시험지역 포장 여건에 따라 난괴법 3반복 혹은 4반복으로 하였으며 농촌진흥청에서 발간한 지역적응시험을 위한 지침서에 따라 각 지역별로 지정된 시기에 파종하였다(RDA 2008, 2009, 2010). 파종량은 10 a당 6 kg이 되도록 줄간격 25 cm, 주간격 10 cm로 주당 3~5립씩 점파하거나 줄간격 25 cm로 줄뿌림하였고, 비료는 시용하지 않았다. 생육특성 및 수량성 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준(Rural Development Administration 2003)을 준용하여 실시하였으며, 생초수량은 해당 시험지역의 벼 이앙기 2주 전에 전체구를 예취하여 생초수량을 측정한 후 ha당 수량으로 환산하였

고, 건물수량은 생초수량 측정 후 2 kg을 취하여 70℃에서 72시간 열풍 건조한 후 건물중을 조사하여 건물률을 산출한 다음 생초수량을 곱하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건조된 시료는 30 메쉬로 분쇄하여 성분 분석용으로 이용하였고, 기타 생육특성 조사는 농촌진흥청 신품종개발 공동연구사업 과제수행 계획서 조사 기준에 준하여 실시하였다(RDA 2008, 2009, 2010).

결과 및 고찰

육성경위

‘온토비’는 내한성이 강하고 봄철 풋거름수량이 높아 논뒷그루 재배에 적합한 풋거름용 헤어리베치를 육성할 목적으로 국내외에서 수집한 82개의 유전자원을 대상으로 2002년도에 특성을 평가하여 봄철 생육이 좋은 12개의 유전자원을 일차 선발하였고, 2003년도에 일차 선발된 유전자원 중 중국도입 유전자원 Ch4 집단에서 3월과 4월에 길이 생장이 우세한 4개체를 선발하여 자가수정으로 종자를 얻어 계통화하였다. 선발된 개체는 자식열세를 최소화하고자 2004년부터 2006년까지 형매교배로 Sb₁~Sb₃ 세대를 양성하면서 우량계통을 선발하였다. 선발된 SH03-3-4-1-1 계통에 대하여 2005~2006년 2년간 생산력검정 시험을 실시하여 풋거름 수량이 많고 월동율이 높은 계통을 선발하여 ‘베치3호’로 계통명을 부여하고 2008년부터 2010년까지 3년간 지역적응시험을 실시한 결과 내한성이 강하고 풋거름용으로 우수성이 인정되어 2010년 12월 농작물 직무육성신품종 선정심의회에서 ‘온토비’로 명명되었다(Fig. 2).

Fig. 1. The field photo of Ontobi (left) and Cheongpoongbora (right) at the Suwon in May 17, 2010.

^zSb: Sibbing generation, ^yAYT: advanced yield trial, ^xRYT: regional yield experiment

Fig. 2. Pedigree diagram of 'Ontobi'.

주요 특성

질적 형질

‘온토비’의 고유 특성은 개화기 무렵의 엽형이 타원형이고

엽색은 진녹색이며, 줄기 모용 밀도가 조밀하다. 종자는 흑색 종피를 가지며 구형이다(Table 1). 대조 품종인 ‘청풍보라’와 구별되는 특징은 온토비의 줄기 모용 밀도가 ‘청풍보라’보다

Table 1. Morphological characteristics of 'Ontobi'.

Variety	Leaflet shape	Leaf color	Stem hair density	Flower color	Seed coat color	Seed shape
Ontobi	Oblong	Vivid green	High	Blue-violet	Black	Spherical
Cheongpoongbora	Oblong	Medium green	Medium	Blue-violet	Black	Spherical

Table 2. Overwintering rate of 'Ontobi' from 2008 to 2010.

Regions	2008		2009		2010		Average		Seeding date		
	Ontobi	Cheong-poong-bora	Ontobi	Cheong-poong-bora	Ontobi	Cheong-poong-bora	Ontobi	Cheong-poong-bora	2007	2008	2010
Suwon	100a ^z	100a	98a	96a	99a	97a	99a	98a	Oct. 5	Oct. 2	Sept. 30
Iksan	87a	84a	96a	93a	-	-	92a	89a	Oct. 16	Oct. 13	-
ilyang	100a	100a	100a	100a	99a	98a	100a	99a	Oct. 7	Oct. 8	Nov. 7
Yeongdeok	86a	85a	98a	95a	80a	70b	88a	83a	Oct. 9	Oct. 13	Oct. 30
Chuncheon	-	-	-	-	95a	90b	95a	90b	-	-	Sept. 30
Cheongwon	-	-	-	-	21a	19a	21a	19a	-	-	Oct. 20
Yesan	-	-	-	-	86a	82b	86a	82b	-	-	Nov. 17
Buan	-	-	-	-	94a	94a	94a	94a	-	-	Oct. 9
Daegu	-	-	-	-	99a	97a	99a	97a	-	-	Oct. 23
Jeju	-	-	-	-	99a	99a	99a	99a	-	-	Oct. 26
Average	93a	92a	93a	92a	86a	83a	87a	85a	-	-	-

^za, b : means with the same letters within rows are not significantly different at 5% probability level by t-test

치밀하고, 개화기 무렵의 엽색이 ‘청풍보라’보다 진하다.

월동률, 개화기

2008년과 2009년의 ‘온토비’ 전국 평균 월동율은 93%로 나타나 ‘청풍보라’ 월동율 92%보다 1%포인트 높았고, 2010년도의 ‘온토비’ 전국 평균 월동율은 86%로써 ‘청풍보라’의 83%보다 3%포인트 높았지만 통계적 유의성은 인정되지 않았다(Table 2). 2010년의 헤어리베치 평균 월동율은 2008년과 2009년의 평균 월동율보다 낮았는데 이는 극만파 된 영덕, 청원, 예산 지역의 월동율이 다른 지역보다 상당히 저하된 것에 기인하였다. 3개년 전국 평균으로 본 월동율은 통계적 유의성은 나타나지 않았으나 2010년도 시험에서 겨울 추위가 심한 춘천 지역 ‘온토비’ 월동율은 ‘청풍보라’보다 5%포인트 높게 나타났으며, 극만파 되어 어린 모 상태로 월동된 영덕 지역과 예산 지역의 ‘온토비’ 월동율은 ‘청풍보라’에 비해 각각 10%포인트, 4%포인트 높았다. 이러한 월동율 결과로 볼 때 ‘온토비’의 내한성이 ‘청풍보라’보다 강한 것으로 판단되었다.

‘온토비’의 전국 평균 개화기는 2008년도에는 ‘청풍보라’에 비해 2일 늦었고, 2009년도에는 ‘온토비’와 ‘청풍보라’ 개화기가 같았으며, 2010년도의 경우는 ‘청풍보라’보다 개화기가 4일 늦었다(Table 3). 2008년도와 2009년도의 평균 개화

기가 2010년도 평균 개화기보다 10일 이상 빠른 것으로 나타났다는데 이는 개화기에 큰 영향을 미치는 3월과 4월의 평균기온이 2008년과 2009년에는 평년보다 높았고(KMA 2008, 2009), 2010년도에는 평년보다 낮았기(KMA 2010) 때문인 것으로 생각된다. 2010년도 ‘온토비’의 개화기 반응을 살펴보면 밀양, 영덕, 춘천 지역을 제외한 6개 지역에서 ‘온토비’의 개화기가 ‘청풍보라’ 보다 늦는 것으로 나타났다. 3개년에 걸친 전국 평균으로 산정한 ‘온토비’ 개화기는 ‘청풍보라’보다 평균 5일이 늦는 중생종 특성을 보였다.

건물중 및 질소 수량

‘온토비’의 건물중 생산성은 Table 4와 같다. 2008년도에 ‘온토비’ 전국 평균은 ha당 5.25톤으로써 ‘청풍보라’ 4.72톤에 비해 11% 증수하였으며, 2009년도에는 ha당 6.17톤으로써 ‘청풍보라’ 5.68톤에 비해 9% 많았고, 2010년도에는 ha당 5.15톤으로써 ‘청풍보라’ 4.42톤에 비해 17% 더 생산되었다. 2008년부터 2010년까지의 3개년 전국 평균 건물중 수량은 5.44톤으로써 ‘청풍보라’의 4.67톤에 비해 17% 더 증수되는 다수성 특성을 나타냈다. 본 시험에서 나타난 ‘온토비’의 건물중 생산성은 외국에서 도입된 중만생 품종 그룹의 건물중 생산성(Lee et al. 2007, Shin & Ko 2011)과 비슷한 수준이었다.

Table 3. Flowering date of green manure hairy vetch cultivar, ‘Ontobi’ from 2008 to 2010.

Regions	2008		2009		2010		Average		Seeding date		
	Ontobi	Cheong-poong-bora	Ontobi	Cheong-poong-bora	Ontobi	Cheong-poong-bora	Ontobi	Cheong-poong-bora	2007	2008	2010
Suwon	May 7a	May 7a	May 8a	May 6b	May 22a	May 17b	May 12a	May 10b	Oct. 5	Oct. 2	Sept. 30
Iksan	May 4a	May 5a	May 12a	May 10b	-	-	May 8a	May 7a	Oct. 16	Oct. 13	-
Milyang	April 25a	April 23a	April 15a	April 17b	May 14a	May 15b	April 28a	April 28a	Oct. 7	Oct. 8	Nov. 7
Yeongdeok	May 5a	April 27b	April 15a	April 14b	May 13a	May 13a	May 13a	May 10b	Oct. 9	Oct. 13	Oct. 30
Chuncheon	-	-	-	-	May 23a	May 25a	May 23a	May 25a	-	-	Sept. 30
Cheongwon	-	-	-	-	May 21a	May 12b	May 21a	May 12b	-	-	Oct. 20
Yesan	-	-	-	-	May 26a	May 23b	May 26a	May 23b	-	-	Nov.17
Buan	-	-	-	-	May 15a	May 13a	May 15a	May 13a	-	-	Oct. 9
Daegu	-	-	-	-	May 20a	May 6b	May 20a	May 6b	-	-	Oct. 23
Jeju	-	-	-	-	May 16a	May 4b	May 16a	May 4b	-	-	Oct. 26
Average	May 2a	April 30a	May 4a	May 4a	May 18a	May 14b	May 15a	May 10b	-	-	-

a, b : The days calculated from January 1 to flowering date is significantly different between ‘Ontobi’ and ‘Cheongpoongbora’ at 5% probability by t-test.

Table 4. Dry matter yield of green manure hairy vetch cultivar, ‘Ontobi’ from 2008 to 2010.

Regions	2008		2009		2010		Average		Cutting date		
	Ontobi	Cheong-poong-bora (MT/ha)	Ontobi	Cheong-poong-bora (MT/ha)	Ontobi	Cheong-poong-bora (MT/ha)	Ontobi	Cheong-poong-bora (MT/ha)	2007	2008	2010
Suwon	4.99a ^z	4.89a	6.07a	6.00a	3.63a	3.43a	4.90a	4.77a	June 2	May 27	May 17
Iksan	4.88a	3.96b	5.34a	5.02a	-	-	5.11a	4.49a	June 2	May 27	-
Milyang	5.60a	5.03a	6.83a	6.46b	3.53a	3.72a	5.32a	5.07a	June 2	June 1	May 31
Yeongdeok	5.51a	5.01a	6.43a	5.23b	6.14a	5.47b	6.02a	5.24b	June 2	June 1	June 9
Chuncheon	-	-	-	-	6.24a	5.46b	6.24a	5.46b	-	-	June 3
Cheongwon	-	-	-	-	3.70a	2.25b	3.70a	2.25a	-	-	June 1
Yesan	-	-	-	-	3.32a	3.31a	3.32a	3.31b	-	-	June 4
Buan	-	-	-	-	6.00a	6.32a	6.00a	6.32a	-	-	May 25
Daegu	-	-	-	-	5.82a	4.77b	5.82a	4.77a	-	-	June 1
Jeju	-	-	-	-	7.98a	5.02b	7.98a	5.02a	-	-	May 31
Average	5.25a (111) ^y	4.72b (100)	6.17a (109)	5.68b (100)	5.15a (117)	4.42b (100)	5.44a (117)	4.67b (100)	-	-	-

^za, b : means with the same letters within rows are not significantly at 5% probability level by t-test

^y() : percent index for ‘Ontobi’ in ‘Cheongpoongbora’

‘온토비’의 ha당 질소함량은 Table 5와 같다. 2008년도 ‘온토비’와 ‘청풍보라’의 질소함량에서는 4개 시험지역 모두 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았고, 2009년도에는

영덕지역에서만 유의적인 차이를 보였으며, 2010년도에는 밀양, 영덕, 춘천, 제주 등 4개 지역에서 유의적인 질소함량 차이를 보였다. 2년 내지 3년간 지역적응시험이 진행된 수원,

Table 5. Nitrogen content of green manure hairy vetch cultivar, ‘Ontobi’ from 2008 to 2010.

Regions	2008		2009		2010		Average		Cutting date		
	Ontobi	Cheong-poong-bora (kg/ha)	Ontobi	Cheong-poong-bora (kg/ha)	Ontobi	Cheong-poong-bora (kg/ha)	Ontobi	Cheong-poong-bora (kg/ha)	2007	2008	2010
Suwon	197a ^z	191a	158a	156a	138a	130a	164a	159a	June 2	May 27	May 17
Iksan	160a	154a	134a	131a	-	-	147a	143a	June 2	May 27	-
Milyang	196a	194a	172a	166a	131a	104b	166a	155a	June 2	June 1	May 31
Yeongdeok	198a	195a	161a	137b	185a	159b	181a	164b	June 2	June 1	June 9
Chuncheon	-	-	-	-	273a	204b	273a	204b	-	-	June 3
Cheongwon	-	-	-	-	80a	80a	80a	80a	-	-	June 1
Yesan	-	-	-	-	100a	96a	100a	96a	-	-	June 4
Buan	-	-	-	-	183a	183a	183a	183a	-	-	May 25
Daegu	-	-	-	-	184a	196a	184a	196a	-	-	June 1
Jeju	-	-	-	-	241a	146b	241a	146b	-	-	May 31
Average	188a (102) ^y	184a (100)	156a (105)	148a (100)	168a (117)	144b (100)	172a (113)	153b (100)	-	-	-

^za, b : means with the same letters within rows are not significantly different at 5% probability level by t-test

^y() : percent index for ‘Ontobi’ in ‘Cheongpoongbora’

익산, 밀양, 영덕 등 4개 지역에 한정하여 평균질소함량을 살펴 보았을 때 냉조풍지대인 영덕에서의 ‘온토비’ 질소함량이 ‘청풍보라’ 보다 높게 나타나 ‘온토비’의 저온 생육성이 ‘청풍보라’보다 우수한 것으로 판단되었다. 2008년도 ‘온토비’의 전국 평균 질소함량은 ha당 188 kg으로써 ‘청풍보라’ 대비 2% 많았고, 2009년도 ‘온토비’의 전국 평균 질소함량은 ha당 156 kg으로써 ‘청풍보라’ 대비 5% 증가하였으며, 2010년도 ‘온토비’의 전국 평균 질소함량은 ha당 168 kg으로써 청풍보라 대비 17% 증가하였다. 3개년 전국 평균 ‘온토비’ 질소함량은 ha당 172 kg으로써 ‘청풍보라’의 153 kg에 비해 13% 증수되는 다수성 특성을 나타냈다.

재배상 유의점

‘온토비’의 적응지역은 1월 일평균최저기온이 -15°C 이상의 전국 지역이며, 적정 파종기는 중, 북부지역은 10월 5일 이전이고, 남부지역은 10월 10일 이전이다. 습해에 약하므로 배수가 잘 안되는 농경지에서는 배수를 철저히 하여야 한다.

적 요

‘온토비’는 중, 북부 지역에서도 안정적인 월동이 가능하며 봄철 풋거름 수량이 많아 답리작 재배에 적합한 헤어리베치 품종을 육성할 목적으로 국립식량과학원에서 유전자원 ‘Ch4 (중국 도입)’에서 파생된 봄철 생육이 우세한 개체들을 선발하여 계통육종법을 통해 개발되었다. 주요 특성은 개화기에 진한 녹색을 띠고, 줄기 모용 밀도가 높으며, 개화기는 전국 평균 5월 15일으로써 대조품종인 ‘청풍보라’에 비해 5일 늦다. 월동율은 전국 평균 91%로써 대조품종 보다 2% 더 높은 경향이었으며, 건물중수량은 ha당 평균 5.44톤으로써 대조품종에 비해 17% 더 많았고, 질소함량은 ha당 평균 172 kg으로써 대조품종에 비해 13% 더 증가하였다. ‘온토비’의 적응 지역은 1월 최저 평균기온이 -15°C 이상인 지역이면 전국 어느 곳에서나 재배가 가능하다(품종보호등록번호 제4748호).

사 사

본 연구는 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호 PJ00642602)의 지원으로 수행된 결과입니다.

REFERENCES

1. Choung JI, Kang JR, Kim JT, Ko JC, Back NH, Ha KY, Kim SY, Ahn JW. 2007. Study of mixed cover crops for weeds control in alpine area. Korean J. Intl. Agri. 19: 114-117.
2. Jeon WT, Seong KY, Kim MT, Oh GJ, Oh IS, Kang UG. 2010. Change of soil physical properties by glomalin concentration and rice yield using different green manure crops in paddy. Korean J. Soil Sci. Fert. 43: 119-123.
3. Kim JG, Chung ES, Lim YC, Seo S, Kim MJ, Kim JD. 2004. Studies on the comparison of agronomic characteristics and productivity in induced vetch cultivar. J. Korean Grassl. Sci. 24: 177-182.
4. Korea Meteorological Administration (KMA). 2008. Annual climatological report. KMA. pp.6-7.
5. Korea Meteorological Administration (KMA). 2009. Annual climatological report. KMA. pp.10-11.
6. Korea Meteorological Administration (KMA). 2010. Annual climatological report. KMA. pp.6-7.
7. Ku JH, Kim MT, Jeon WT, Seong KY, Cho HS, Kim CG, Kang UG, Kwon YU, Choi IS, Oh IS, Kim TS. 2014. A new hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) variety, ‘Cheongpoongbora’ for green manure’. Korean J. Breed. Sci. 46: 318-322.
8. Lee HJ, Lee JS, Seo JH. 2002. Decomposition and N release of hairy vetch applied as a green manure and its effects on rice yield in paddy field. Korean J. Crop Sci. 47: 137-141.
9. Lee HJ. 1983. The history of Korea agricultural technology. V. Production technology of forage and green manure crops. Jungminsa. pp.433-459.
10. Lee JK, Lim KB, Kim KY, Choi GJ, Seong BR, Seo S, Ji HJ, Choi YS, Shin JN, Park HS. 2007. Comparison of growth characteristics and productivities of hairy vetch (*Vicia villosa*) varieties. J. Korean Grassl. Sci. 27: 249-256.
11. Matic R, Karagic D. (2010) Yield and forage yield components in winter vetch cultivars. European Symposium of Forage Legumes, Krusevac, Serbia, pp.112-117.
12. Power JF, Zachariassen JA. 1993. Relative nitrogen utilization by legume cover crop species at three soil temperatures. Agron. J. 85: 134-140.
13. Rural Development Administration (RDA). 2003. Agricultural

- science technology research analysis standard reference. Part of forage legume.
14. Rural Development Administration (RDA). 2008. Project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. RDA. pp.111-115.
 15. Rural Development Administration (RDA). 2009. Project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. RDA. pp.117-121.
 16. Rural Development Administration (RDA). 2010. Project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. RDA. pp.109-124.
 17. SAREP. 2014. Cover Crop Database: Hairy Vetch (Online). Sustainable Agriculture Research and Education Program. UC Davis. Available at [http://www.sarep.ucdavis.edu/database/covercrops - Hairy Vech](http://www.sarep.ucdavis.edu/database/covercrops-HairyVech).
 18. Seo JH, Lee HJ, Kim SJ. 2000. Change of green manure and nitrogen yield of hairy vetch according to seeding date in autumn. Korean J. Crop Sci. 45: 400-404.
 19. Seo JH, Lee HJ. 2008. Mineral nitrogen effects of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) on Maize (*Zea mays* L.) by green manure amounts. Journal of Agronomy 7: 272-276.
 20. Seo JH, Park JY, Song DY. 2005. Effect of cover crop hairy vetch on prevention of soil erosion and reduction of nitrogen fertilization in sloped upland. Korean J. Soil Sci. Fert. 38: 134-141.
 21. Shin CN, Ko KH, Kim JT, Lee JK, Seo S, Seong BR, Choi GJ, Kim JD, Oh MG, 2007. Growth characteristics and productivity of new hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) early-maturing "Cold Green" and medium-late Maturing "Cheong Pa". J. Korean Grassl. Sci. 27: 252-262.
 22. Shin CN, Ko KH. 2011. Performance trial for development high-yielding and early maturing hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) cultivar under double cropping system. J. Korean Grassl. Sci. 31: 243-250.