

헤어리베치 수확 시기에 따른 종자 수량, 발아율 및 경실종자 비율 변화 양상

구자환* · 김민태 · 손범영 · 이진석 · 김정태 · 황종진 · 백성범 · 문중경 · 권영업

Change of Seed Yield, Germination Rate and Hard Seed Rate with Harvest Time in Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth)

Ja Hwan Ku*, Min Tae Kim, Beom Young Son, Jin Seok Lee, Jung Tae Kim, Jong Jin Hwang, Seong Bum Baek, Jung Kyung Moon and Young Up Kwon

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate an optimum harvest time for hairy vetch (HV) seed production. The seeds were harvested at 5 times, 35, 42, 48, 54, and 58 days after flowering (DAF) in 2009 and 2010. In 2011, 3 times of harvest, 39, 49, and 53 DAF were done at Suwon, middle part of Korea. HV plants were harvested and threshed by manually at each time. Seed yield, yield components, germination rate, hard seed rate, and viviparous germination rate were investigated. The highest seed yield represented 54 DAF in 2009, 42 DAF in 2010, and 49 DAF in 2011. When the triticale, HV support plant, comes to early lodging, the time of highest yield was delayed. 1,000-seed weight linearly increased from 35 DAF to 54 DAF. The later harvested seed showed a trend of increasing germination and hard seed ratio. However, viviparous germination had occurred because of in rainy season. In conclusion, it was presumed that an optimum harvest time for safe seed production in HV should be during 42 DAF ~ 54 DAF before the rainy season considering seed yield, 1,000-seed weight and germination.

(Key words : Hairy vetch, Harvest time, Seed yield)

I. 서 론

헤어리베치는 콩과 *Vicia* 속의 월년생 식물로써 내한성이 강하고 (Hoveland and Townsend, 1985; Brandsæter et al., 2002) 저온에서도 생육이 가능하여 생초 수량이 많고 질소고정 능력이 높으며 (Hargrove, 1982; Power and Zachariassen, 1993), 단백질 함량이 높고 (Walton, 1991) 사료가치가 높아 가축 조사료 단백질의 중요한

공급원이 될 수 있다고 한다 (Shin et al., 2000). 특히 헤어리베치는 녹비로 이용할 경우 벼와 옥수수 등의 여름작물 재배 시에 질소비료 절감 효과가 큰 것으로 보고되어 (Cho et al., 2011; Jeon et al., 2011; Lee et al., 2002; Seo and Lee, 2008) 친환경 농업에 매우 유용한 작물이다. 국내에서는 친환경 농업 촉진 정책의 일환으로 녹비용 헤어리베치 종자를 정부 보조 사업으로 농가에 공급하고 있으며, 조사료 및

국립식량과학원 (National Institute of Crop Science, RDA, Suwon, 441-857, Korea)

Corresponding author : Ja Hwan Ku, National Institute of Crop Science, Suwon 441-857, Korea, Tel: +82-31-290-6744, Fax: +82-31-290-6742 E-mail: jhku@korea.kr

녹비용으로 적합한 4종의 헤어리베치 국내 신품종이 육성되었다(Shin et al, 2007; NICS, 2010). 국내에서 소비되는 헤어리베치 종자는 도입종자인데, 최근 친환경 농업의 확대에 헤어리베치의 종자 수요가 증대됨에 따라 종자 국내 생산이 시도되고 있다. 헤어리베치 채종과 관련하여 Svetsugo와 Kobayashi (1952)는 강우 빈도와 유효 방화곤충 밀도가 채종량과 밀접한 관련이 있음을 보고하였고, Seo (2005)는 트리티케일이 헤어리베치 채종에 적합한 지지 식물임을 보고한 바 있지만 채종 적정 시기에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 이에 따라 본 시험은 헤어리베치 종자 생산을 위한 적정 수확 시기를 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 수원시에 위치한 국립식량과학원 시험포장에서 2008년 가을부터 2011년 여름까지 실시하였다. 시험에 사용한 헤어리베치 품종은 국립식량과학원에서 육성된 청풍보리를 사용하였고, 파종은 1년차 시험은 2008년 10월 8일, 2년차 시험은 2009년 10월 5일, 그리고 3년차 시험은 2010년 10월 3일에 하였다. 파종은 헤어리베치와 지지용 식물 트리티케일 품종 신영을 중량비 1:1로 혼합한 종자를 트랙터 부착용 세조파기를 이용하여 줄 간격 50 cm로 450 m² 면적에 ha당 40 kg을 줄뿌림하였다. 비료 시비는 질소-인산-가리 성분량 3-3-3.4 kg/10a (콩 전용복비)를 전량 기비로 전파 후 로타리 전층 시용하였다. 종자 수확은 2009년은 개화 후 35일(6월 11일), 42일(6월 18일), 48일(6월 24일), 54일(6월 30일), 58일(7월 4일) 등 5회 하였고, 2010년은 개화 후 35일(6월 21일), 42일(6월 28일), 48일(7월 4일), 54일(7월 10일), 58일(7월 14일) 등 5회 하였으며, 2011년에는 개화 후 39일(6월 21일), 49일(7월

1일), 53일(7월 5일) 등 3회를 수확하였다. 수확 면적은 각 시험구 당 4 m² (2 m × 2 m)씩 3반복으로 하였고, 인력으로 수확한 후 콤바인 그물망 포대에 담아 양측을 개방한 비가림 비닐 하우스에 7월 하순까지 풍건 후 콩탈곡기(BHD-1300)로 탈곡하여 인력으로 종자를 정선하였다.

종자 발아율 조사는 채종 후 상온 저장한 종자를 종이 여과지 2매씩 깔아 놓은 페트리디쉬에 100립씩 5반복으로 20℃ 항온 생육상에서 8월과 9월 2회에 걸쳐 8일간 발아시켜 조사하였다. 종자 경실율 조사는 종자 치상 후 4일째에 수분을 흡수하지 않은 종자를 경실종자로 계산하였고, 경실종자는 면도칼로 종피를 흡집내는 파상처리로 휴면 타파하여 발아되는 종자는 발아율에 포함시켰다. 수발아 된 종자는 종자 수량에 포함시켰으나 종자 발아율 검정에서는 제외하였다. 시험기간 동안의 헤어리베치 특성 조사는 출현, 내한성, 월동율, 개화기, 경장 등을 조사하였으며 출현과 내한성 평점은 1에서 9까지 점수를 부여하여 아주 좋은 경우 1로 하고 아주 나쁜 경우 9로 평가하였다. 실험 기간의 기상 자료는 수원기상청 관측 자료를 이용하였으며, 실험 결과의 통계분석 방법은 SAS STAT 프로그램(SAS, 2004)을 이용하여 분산 분석을 실시하였고 처리 간의 비교는 Duncan 다중비교를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

2009년도부터 2011년도까지 3년 차에 걸쳐 헤어리베치 월동 후에 생육이 시작되는 3월부터 생육이 종결되는 7월까지의 평균 기온과 강수량은 Table 1과 같다. 2009년도의 헤어리베치 생육기간 평균 기온은 평년보다 높았고, 2010년도와 2011년도의 생육 기간 평균 기온은 2009년도 기온보다 낮았다. 특히 월동 후 생육

Table 1. Air temperature and precipitation during experiment period in Suwon, 2009~2011

Month	Temperature (°C)				Precipitation (mm)			Precipitation days		
	Normal*	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
March	5.0	6.1	4.6	3.6	60	79	23	7	15	7
April	11.6	12.0	9.6	10.7	45	59	186	7	14	12
May	17.2	18.3	17.1	17.9	102	101	74	11	13	10
June	21.7	22.1	23.1	22.0	119	116	392	12	15	16
July	24.8	24.2	26.0	24.6	766	207	794	18	19	22
Mean temp. and total precipitation	16.1	16.5	16.1	15.8	1,092	562	1,469	55	76	67

* Average 1981-2010.

이 시작되는 3월과 4월의 기온이 낮았는데 2010년 3월, 4월의 평균 기온은 2009년도에 비해 3.9도가 더 낮았고 2011년 3월, 4월의 2개월 간의 평균 기온은 2009년도에 비해 3.8도가 더 낮았다. 헤어리베치 꼬투리가 발육하는 기간인 5월과 6월 2개월간의 합산 강우량 측면에서 2010년도는 562 mm로써 2009년도, 2011년도에 비해 강우량이 절반 이하로 적었던 해였고, 강우 일수로는 2009년도가 2011년도, 2010년도에 비해 10일 이상 적었던 해였다. 2011년도는 6월 중순까지 가물다가 장마가 6월 22일에 시작되어 6월 하순에 강우가 집중된 기상 유형을 보였다. 2009년도부터 2011년도까지 3개년에 걸친 헤어리베치 생육 특성은 Table 2와 같다.

출현 정도, 내한성, 월동율은 시험 기간 동안 모두 양호하였다. 개화기는 2009년도는 5월 7일, 2010년도는 5월 17일, 그리고 2011년도는 5월 13일로 나타났다. 2009년도와 비교하여 2010년도와 2011년도의 개화기가 각각 10일과 6일이 지연되었는데 이는 봄철 저온 현상(Table 1) 때문인 것으로 여겨진다. 개화기 때의 헤어리베치 초장은 2009년도에 138 cm로 가장 길었고 봄철 저온 현상이 심했던 2010년도에는 128 cm로 가장 짧은 것으로 나타나 봄철 저온 현상이 헤어리베치 생육에도 영향을 미쳤음을 알 수 있었다.

헤어리베치는 생육 특성이 포복성으로 보다 많은 종자를 수확하기 위해서는 헤어리베치를

Table 2. Agronomic characteristics of hairy vetch at Suwon, 2009~2011

Year	Emergence	Cold resistance	Winter over rate	Flowering date	Plant height
 1 ~ 9*	%		cm
2009	1	1	96	7 May	138
2010	1	1	97	17 May	128
2011	1	1	97	13 May	136

* Rating : 1 = outstanding, 9 = poor.

Table 3. Lodging rate of triticale days after flowering in hairy vetch, 2009~2011

Year	Days after flowering of hairy vetch										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
 %										
2009	0	30	99	—	—	—	—	—	—	—	—
2010	0	30	30	50	60	60	70	75	75	95	99
2011	0	0	0	0	0	0	10	15	35	85	99

* Triticale was used to support the hairy vetch.

지지해줄 수 있는 식물이 필요한 것으로 보고 된 바 있다 (Seo, 2005). 헤어리베치 지지용으로 사용된 트리티케일의 개화 후 경과 기간에 따른 도복율 양상은 Table 3과 같다. 2009년도에는 헤어리베치 개화 후 10일 경에 지지식물이 완전히 도복되었고, 2010년도에는 지지식물 도복이 생육 후반까지 완만하게 진행되었으며, 2011년도에는 개화 후 40일까지 지지식물 도복이 그다지 발생하지 않았다. 2011년도에 헤어리베치 지지식물이 늦게까지 도복하지 않았던 이유는 5월부터 6월 중순까지 강우량이 적어 강우에 의한 지지하중 증가가 적었기 때문이었다.

개화 후 경과 기간에 따른 헤어리베치 종자 수량 변화는 그림 1과 같이 나타났다. 개화 후 시일이 경과하면서 수량이 증가하다 정점 이후 감소하는 포물선 유형을 나타냈다. 최고 수량에 도달한 시점은 연차 별로 다르게 나타났는데 2009년도는 개화 후 54일, 2010년도는 개화 후 42일, 2011년도는 개화 후 49일이었다. 개화 후 장마까지의 기간은 2009년도는 개화기 5월 8일에서 장마 시작일 7월 2일까지 55일이었고, 2010년도는 개화기 5월 17일에서 장마 시작일 7월 2일까지 46일, 2011년도는 개화기 5월 13일에서 장마 시작일 6월 22일까지 40일이었다. 장마기가 빨리 도래했던 2011년도를 제외하고는 헤어리베치 종자 수량이 최고 시점이 된 이후에 장마가 시작되었다. 개화 후 최고 수량

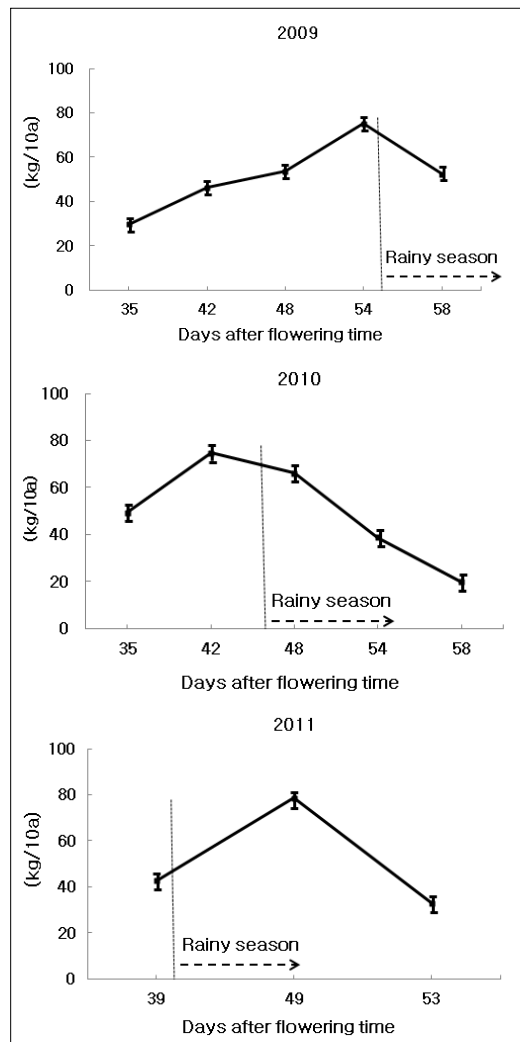


Fig. 1. Change of seed yield days after flowering in hairy vetch, 2009~2011.

Table 4. Change of seed yield component days after flowering in hairy vetch, 2009~2011

Year	Days after flowering	Pod number (No./m ²)	Seed number per pod (No.)	1,000-seed weight (g)
2009	35	1,030 ^b	2.6 ^a	11.2 ^d
	42	1,138 ^b	2.4 ^a	16.9 ^c
	48	1,017 ^b	2.3 ^a	22.5 ^b
	54	1,045 ^b	2.5 ^a	28.3 ^a
	58	1,410 ^a	2.2 ^a	30.2 ^a
2010	35	831 ^c	2.8 ^a	21.2 ^c
	42	1,233 ^a	2.9 ^a	20.9 ^c
	48	906 ^b	2.9 ^a	25.2 ^b
	54	667 ^d	1.9 ^b	30.6 ^a
	58	382 ^e	1.7 ^b	30.5 ^a
2011	39	615 ^b	3.1 ^a	22.4 ^b
	49	939 ^a	3.0 ^a	27.9 ^a
	53	415 ^c	2.8 ^b	28.3 ^a

^{a, b, c, d, e} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

도달 시점까지 기간이 가장 길었던 2009년도는 헤어리베치 지지식물인 트리티케일이 개화 후 9일 째에 99% 도복하였으며, 개화 후 최고 수량 도달 시점이 짧았던 2010년도에는 지지식물 도복이 완만히 진행되어 헤어리베치 생육 후반부에 완전 도복되었다(Table 3). 이로 미루어 볼 때, 헤어리베치 개화 초기의 지지식물 완전 도복은 최고 수량 도달 시점을 지연시키는 요인으로 생각되었다.

개화 후 경과 기간에 따른 헤어리베치 수량 구성요소 변화는 Table 4와 같다. 개화 후 최고 수량 도달 시점까지의 수량 구성요소별 변화 양상은 연도 별로 다르게 나타났다. 2009년도는 최고 수량 도달 시점인 개화 후 54일까지 1,000립 중 증가가 뚜렷하였고, 2010년도는 최

고 수량 도달 시점인 개화 후 42일까지 단위면적당 꼬투리 수 증가가 많았으며, 2011년도는 최고 수량 도달 시점인 개화 후 49일까지 단위면적당 꼬투리 수와 1,000립 중이 동시에 증가하였다. 2010년도와 2011년도에는 장마기 이후에 꼬투리 수가 급격히 감소하였는데 이는 지지식물인 트리티케일이 고온과 강우로 고사되어 헤어리베치가 주저앉아 줄기하부에 착생된 꼬투리가 소실되었고 비둘기에 의한 식해 피해가 크게 늘어났기 때문이었다.

헤어리베치 종자 수확 시기별 발아율과 경실종자 비율은 Table 5와 같다. 모든 시험 연차에서 종자 수확이 늦어질수록 발아율은 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 개화 후 경과일수가 길어지면서 성숙한 종자 비율이 많아지기 때문인

Table 5. Change of germination rate, hard seed rate and viviparous germination rate days after flowering in hairy vetch, 2009~2011

Year	DAF	Germination rate	Hard seed rate	Viviparous germination rate
		(%)	(%)	(%)
2009*	35	62 ^d	24 ^a	0
	42	67 ^{cd}	24 ^a	0
	48	70 ^{bc}	24 ^a	0
	54	77 ^{ab}	25 ^a	0.3
	58	81 ^a	26 ^a	0.7
2010*	35	71 ^b	15 ^b	0
	42	72 ^b	19 ^{ab}	0
	48	73 ^b	21 ^a	0
	54	76 ^{ab}	23 ^a	0
	58	80 ^a	22 ^a	0.2
2011*	39	68 ^a	21 ^a	0
	49	70 ^a	23 ^a	14.2
	53	72 ^a	24 ^a	37.1

^{a, b, c, d} Means in the same column with different letters were significantly different (p<0.05).

DAF : days after flowering.

* Rainy season started from 55 DAF (July 2) in 2009, from 46 DAF (July 2) in 2010, and 40 DAF (June 22) in 2011.

것으로 판단된다. 경실종자 비율은 시험 연차 간에 약간씩 차이가 있지만 종자 수확 시기가 늦어질수록 경실종자 비율이 약간 증가되는 경향을 보였다. 토양수분이 많거나 소립의 종자 이면서 성숙도가 높은 종자일수록 경실이 생기는 비율이 높아진다는 보고(Choi et al., 1996)에 비추어 볼 때 늦게 수확한 종자에서 나타난 경실종자 비율 증가 경향도 성숙한 종자의 비율이 높아진 때문인 것으로 판단된다. 2009년도와 2010년도에는 수발아 발생이 매우 적었는데 장마가 늦게 시작되어 성숙한 종자가 강우에 노출되는 시간이 적었기 때문인 것으로 생

각된다. 2011년도의 경우 개화 후 40일 이후에 수확한 종자의 수발아 발생률이 크게 증가하였는데 성숙 종자가 장마기 강우에 지속적으로 노출되었기 때문이었다. 종자 수발아 발생은 강우 지속 시간에 영향을 크게 받는 것으로 보고된 바 있다(Cho, 1995).

이상의 본 시험 결과를 종합하여 판단하면 헤어리베치 종자 수량이 많고 충분한 발아력을 가지는 수확 시기는 개화 후 42일에서 54일이며, 이 기간 내에서 장마를 회피할 수 있는 수확 기간이 헤어리베치 다수확 채종 기간으로 판단된다.

IV. 요약

본 시험은 친환경농업 및 조사료 용도로 재배가 증가하고 있는 헤어리베치를 대상으로 국내 헤어리베치 종자 채종 시 개화 후 경과 일수에 따른 채종 수량 추이를 조사하여 안전 다수확 채종 기간을 구명하기 위하여 경기도 수원시에 위치한 농촌진흥청 국립식량과학원 시험포장에서 헤어리베치 품종 ‘청풍보라’를 이용하여 2009년부터 2011년까지 3개년에 걸쳐 시험하였다. 2009년도는 개화 후 35일(6월 11일), 42일(6월 18일), 48일(6월 24일), 54일(6월 30일), 58일(7월 4일) 등 5회, 2010년도는 개화 후 35일(6월 21일), 42일(6월 28일), 48일(7월 4일), 54일(7월 10일), 58일(7월 14일) 등 5회, 그리고 2011년에는 개화 후 39일(6월 21일), 49일(7월 1일), 53일(7월 5일) 등 3회 수확하여 종자 수량과 발아율을 조사한 결과 종자 수량은 개화 후 경과 일수와 비례하여 증가하다가 개화 후 42일(2010년도), 49일(2011년도), 54일(2009년도)에 정점을 나타낸 이후 도복으로 인한 꼬투리 소실로 수량이 감소하였다. 수확 시기가 늦어질수록 1,000립 중과 발아율이 증가하였으나 장마기 이후에 수확된 종자는 수발아 종자 발생이 증가하였다. 이상의 본 시험 결과에 의하면 헤어리베치 종자 안전 다수확을 위한 수확 시기는 개화 후 42일에서 54일 사이에 장마 전 기간으로 판단되었다.

V. 인용 문헌

- Brandsæter, L.O., A. Olsmo, A.M. Tronsmo, and H. Fykse. 2002. Freezing resistance of winter annual and biennial legumes at different developmental stages. *Crop Science*. 420:437-443.
- Cho, H.S., W.Y. Park, W.T. Jeon, K.Y. Seong, C.G. Kim, T.S. Park, and J.D. Kim. 2011. Effect of green manure barley and hairy vetch on soil characteristics and rice yield in paddy. *CNU Journal of Agricultural Science*. 38(4):607-791.
- Cho, J.Y. 1995. *Upland farming* (4th Ed). Hyangmunsa, Seoul, Korea. p. 46.
- Choi, B.H., B.H. Hong, K.H. Kang, J.K. Kim, and S.H. Kim. 1996. *Seed Science*. Hyangmunsa, Seoul, Korea. p. 190.
- Hargrove, W.L. (Ed.). 1982. *Ga Agr Exp Sta Spec Publ 19*. In: Health, M.E. R. F. Barnes, D.S. Metcalfe : *Forages* (4th Ed.), Iowa State University, Iowa, USA. p. 150.
- Hoveland, C.S. and C.E. Townsend. 1985. Other legumes (winter annual legumes, vetches). In : *Forages* (4th Ed.), Iowa State University, Iowa, USA. pp. 149-151.
- Jeon, W.T., S.O. Hur, K. Y. Seong, I.S. Oh, M.T. Kim, and U.G. Kang. 2011. Effect of green manure hairy vetch on rice growth and saving of irrigation water. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(2): 181-186.
- Lee, H.J., J.S. Lee, and J.H. Seo. 2002. Decomposition and N release of hairy vetch applied as a green manure and its effects on rice yield in paddy field. *Korean J. of Crop Science*. 47(2):137-141.
- NICS. 2010. *Information collection book of cultivation and utilization in hairy vetch*. National Institute of Crop Science. [In Korean]
- Power, J.F. and J.F. Zachariassen. 1993. Relative nitrogen utilization by legume cover crop species at three soil temperatures. *Agron. J.* 85:134-140.
- Seo, J.H. and H.J. Lee. 2008. Mineral nitrogen effects of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) on Maize (*Zea mays* L.) by green manure amounts. *Journal of Agronomy*. 7(3):272-276.
- Shin, C.N., D.A. Kim, K.H. Ko and Y.W. Kim.

2000. Forage performance of introduced vetch cultivars and Korean native vetch. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 20(4):251-258.
13. Shin, C.N., K.H. Ko, J.T. Kim, J.K. Lee, S. Seo, B.R. Seong, G.J. Choi, J.D. Kim, and M.G. Oh. 2007. Growth characteristics and productivity of new hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) early-maturing "Cold Green" and medium-late maturing "Cheong Pa". *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 27(4):257-262.
14. SAS. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Inst, In, Cary, NC.
15. Seo, J.H. 2005. Improvement of hairy vetch seed production by mixture cropping of hairy vetch and triticale. *Korean J Crop Sci.* 50(2):73-78.
16. Svetsugo, I. and S. Kovayashi. 1952. Studies in *Vicia villosa* ROTH, with special reference to the fertilization and seed production. *Crop Sci. Soc. Proc.* 21(1/2):150-151. [In Japanese, English summary]
17. Walton, G. 1991. Vetches. *Farmnote* (No.56/91), West. Aust. Dept. of Agri.
- (Received May 31, 2012/Accepted June 14, 2012)