

수입 및 국내 채종 자운영 종자의 발아 특성

김상열[†] · 오성환 · 최경진 · 박성태 · 김정일 · 여운상 · 강항원

국립식량과학원 기능성작물부

Germination Characteristics of Chinese Milk Vetch(*Astragalus sinicus* L.) Seeds Produced in China and Korea

Sang-Yeol Kim[†], Seong-Hwan Oh, Kyung-Jin Choi, Sung-Tae Park, Jeong-Il Kim, Un-Sang Yeo, and Hang-Won Kang

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 627-803, Korea

ABSTRACT Germination characteristics of Chinese milk vetch(CMV) seeds produced from Hanam Province, China and Milyang, Korea were investigated to give basic information on the stability of seedling establishment in the CMV cultivation. The germination percentage of the imported CMV seed from China varied according to importation year and seed collection site ranging from 79~95%. The germination of black colored seed coat was lower than the light green colored ones and germination by seed weight was not significantly different. Although the seed germination was lower under dark than in the presence of light, it was not significantly different. The germination of the imported CMV seed slightly declined to only less than 6% after one-year of storage under natural environment conditions but it significantly decreased after two years. However, when the seed was stored at the 5°C, the seed germination was the same as after two years of storage. On the other hand, fresh CMV seed produced in Milyang, Korea had only 8% germination due to seed coat dormancy but the germination increased to 73~85% after breaking seed dormancy after a year of storage. The high germination percentage of 72~82% was still maintained even after 27 months of seed storage unlike the CMV seed produced from China. These results indicate that CMV seeds do not require light for germination and the seed from China should be used within one-year after importation while the seeds produced from Korea can be used even after two years from harvest for stable CMV seedling establishment in the CMV-rice cropping system.

Keywords : Chinese milk vetch, germination, seed viability, storage duration, light requirement

자운영은 월년생 녹비작물로 질소비료 사용을 절감하고, 잡초발생을 경감 할 뿐 만 아니라 토양비옥도를 증진시키는 등 여러 가지 장점이 있어 우리나라에서 겨울동안 휴경논에 많이 재배되고 있다(정 등, 1995;정 등, 1996;Cho & Choe, 1999;강 & 강, 2002;정 등, 2007). 최근들어 자운영 재배 면적은 2007년부터 점차 감소하고 있지만 여전히 가장 많이 재배되고 있는 녹비작물이다. 특히 2013년까지 화학비료를 40% 절감을 목표로 하는 정부의 친환경 농업정책에 따라 자운영의 중요성은 더욱 커지고 있다.

현재 자운영 종자는 벼 수확전 9월 중·하순 10a당 3~5 kg을 뿌리면 벼 수확 전에 출아를 하여 월동을 하고 이듬해 4월 중순 경에 개화를 하여 5월 하순 경에 종자가 성숙하게 된다(황 등, 2007). 일반적으로 농가에서는 자운영 종자가 성숙되기 전 3월~4월에 일찍 논을 경운하기 때문에 자운영 종자를 매년 파종하고 있는 실정이다. 국내에 필요한 자운영 종자 수급을 위해 매년 중국에서 많은 양이 수입하고 있는데 자운영종자 수입량은 자운영 재배 면적과 더불어 증가하여 2007년에는 2004년의 2배가량인 3,253톤(40억원)을 수입하여 외화 낭비가 심하다.

논에서 무비로 벼 재배가 가능한 2.5톤/10a의 충분한 자운영 생초량을 얻기 위해서는 m²당 600개 이상의 입모수를 확보해야 하는데 활력이 우수한 종자 확보가 필수적이다. 이를 위해서는 수입 및 국내산 자운영 종자의 발아특성 구명이 필요하다. 지금까지 자운영 종자의 발아 및 휴면 특성에 대한 연구결과를 보면 자운영 종자는 수확당시 강한 기계적인 휴면이 있고 수확후 5~6개월이 경과해야 휴면이 타파되어 80% 이상 발아율을 나타낸다고 보고하였다(Suetsugu & Ueki, 1960;Na et al., 2007;Kim et al., 2008a;Kim et al., 2008b). 또 발아 적온은 15~20°C(Shim & Kang, 2004)와 20~25°C(정 등, 2007)로 연구자들에 의해 약간의 차이가

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1174
(E-mail) kimsy3@rda.go.kr <Received August 7, 2009>

있었다.

최근 농가에서 수입 자운영 종자를 과다신청 하거나 파종기 일실로 적기에 파종을 하지 못하여 남은 종자를 보관하고 있는 농가가 많이 있고 또 국내 친환경 유기농업에서 살충제가 처리된 수입종자 사용을 금지하고 있어 국내 자운영 종자 생산을 시도 하고 있는데(이 등, 2008), 자운영 종자의 활력 유지기간에 대한 정보가 부족하여 사용 후 남은 종자의 재사용여부 판단에 어려움이 있다. 또 수입 및 국내산 자운영 종자의 발아특성에 대한 자료는 미흡한 실정이다. 따라서 자운영 재배 농가의 안전 입모수 확보를 위한 기초자료를 제공하고자 수입 및 국내 자운영 광의 필요유무, 종자의 성숙도와 발아율 및 종자활력 유지 기간을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

수입 및 국내산 자운영 2종류를 이용하여 시험을 수행하였다. 수입 자운영 종자는 2005년~2007년 중국 하남성에서 생산한 종자를 대구시 농업기술센터, 고성군 농업기술센터, 밀양 종자관리소에서 농협무역을 통해 구입한 종자를 분양받아서 실시하였다. 종자는 포대당 1 kg씩 30시료를 수집하여 실시하였다. 국내생산 자운영은 2005년과 2006년 9월에 수입한 중국 자운영종자를 벼 수확을 위한 낙수직전 9월24~25일에 기능성작물부 답작포장(밀양)에서 5 kg/10a 파종 하여 다음해 자운영 결실기에(6월2일) 꼬투리를 인력으로 수확한 후 종자를 분리한 다음 수입자운영 종자와 같이 상온 및 5°C 냉장고에 보관한 후 발아시험을 수행하였다.

발아시험은 20°C 발아기(Conviron, Canada)에서 4반복으로 실시하였다. 지름이 9 cm인 petridish에 Whatman #1 여과지를 한 장 깔 다음 자운영 종자 100립을 치상 하고 증류수 5 ml을 가한 후 광조건 하에서 10일간 실시하였다. 종피색별 발아율은 수입종자를 물로 세척하여 농약과 이물질 제거한 다음 실험실에서 음건하여 종피색이 검은색과 녹색을 분리하여 실시하였고, 종자 크기별 발아시험은 1 mm 채를 이용하여 채를 통과한 것과 남은 것을 가지고 시험을 실시하였다.

종자의 광발아성 여부를 알기 위해 petridish에 종자를 넣고 증류수를 부은 다음, 압조건 처리는 2점의 알루미늄 호일로 싸고, 다른 1세트는 광조건 상태에서 실시하였다.

수입 및 국내산 자운영 종자의 저장방법 및 기간별 발아율 및 종자활력을 조사하기 위해 상온 종자저장실과 5°C 냉장고에 보관 후 1년마다 2년간 발아율 및 종자 활력을 조사하였다. 종자활력은 종피를 면도날로 상처를 낸 다음 발

아 시험을 하여 발아가 된 것은 종자 활력이 있는 것으로 판단하였다. 저장기간 동안의 1년간 저장실 및 외부 온도 및 습도변화는 자동온도 기록장치(Thermo recorder TR-71U, T and D Corporation, Japan)를 이용하여 저장기간 동안 2시간 마다 기록한 자료를 이용하였다.

결과 및 고찰

수입 자운영 종자의 수입연도 및 수집 지역별 종자 발아율은 표 1과 같다. 수입자운영 종자 발아율은 연도 및 수집 지역에 따라 크게 달랐다. 중국산 자운영 종자의 수입당시 발아율은 79~95%로 연도에 따라 달랐고 2006년산 수입종자의 발아율은 79%~95%로 생산지역이 모두 중국 하남성이지만 수집지역 따라 16% 차이가 있어 같은 생산지역이라도 종자 생산환경 및 수확시기가 지역간에 차이가 있음을 알 수 있다. 중국산 자운영 종자의 수입당시 발아율은 수입 연도에 관계없이 79%이상으로 높았는데 이는 중국에서 수출당시 휴면 타파를 시키거나 수확한 후 1년이상 지난 종자를 수출하는 것으로 추측된다. 일반적으로 자운영 종자는 수확직후 종피가 딱딱하여 강한 기계적인 휴면이 있어 발아율은 10% 정도로 낮고 수확후 5~6개월이 지나서야 휴면은 타파되어 80% 이상의 발아율을 나타내었다(Suetsugu & Ueki, 1960;Shim & Kang, 2004;Na et al., 2007;Kim et al., 2008a;Kim et al., 2008b;이 등, 2008). 수입종자의 수입당시 종자 활력은 2005년도 종자는 83%로 낮았으나 2006년 및 2007년도 종자는 94% 이상으로 높아 종자발아율과 비슷한 경향을 나타내었다.

종피 색깔 및 종자 크기는 성숙정도를 나타내는데 종자가 성숙이 될 수록 종피가 녹색에서 검은색으로 변화하였다(Suetsugu & Ueki, 1960). 종피가 검은색인 종자의 발아율은 녹색인 종자보다 발아율은 낮았으나 종자 활력은 비슷하였다(표 2). 이러한 결과는 검은색 종자가 녹색 종자보다 더 성숙된

Table 1. Yearly variation of seed germination and viability of imported Chinese milk vetch seed from China, 2005 to 2007.

Year	Seed collection site	Germination (%)	Seed viability (%)
2005	Milyang	79c	83b
2006	Goseong	79c	94a
	Daegu	95a	97a
	Milyang	86b	96a
2007	Milyang	87b	96a

관계로 종피가 더 딱딱하여 기계적인 휴면성이 더 강하여졌기 때문에 사료된다.

크기별로는 종자가 큰 것이 작은 종자보다 발아율은 약간 높았으나 유의성은 인정되지 않았고 종자활력은 크게 차이가 없었다. 이러한 결과는 작은 자운영 종자도 충분히 성숙이 되어 상당한 발아능력을 가진 다는 것을 나타낸다. 밀 품종간 종자크기와 최종 발아율은 크게 차이가 없었다고 보고하였다(Lafond & Baker, 1986).

자운영 종자의 생산 지역으로 볼때 종자 1,000립중의 무게는 밀양에서 생산한 종자가 중국 종자 보다 무거웠으나 발아율은 약간 낮았으며 종자 활력은 차이가 없었다.

자운영 종자 발아시 광의 영향을 조사한 결과, 종피에 파상처리를 한 종자는 광 및 암 조건 모두에서 발아율이 96~98%로 비슷하였으며 종피 파상처리를 하지 않은 무처리 종자의 발아율은 광조건에서 발아율이 7~9% 정도 높았으나 통계적인 유의성은 없었다(표 3). 이러한 결과는 자운영 종자를 가을에 벼 입모중에 파종시 벼 잎의 균락 및 벼짚 등에 의해서 광이 차단되어도 입모에 크게 영향을 받지 않는다는 것을 나타낸다. 많은 잡초종자 발아시험에서 암조건에서도 광조건과 비슷한 발아율을 나타내었다(Gramshaw & Stern, 1977;Baskin & Baskin, 1998;Vinod et al., 2008).

수입 및 국내생산 자운영 종자의 종자활력 유지기간을 알기위해 상온에 종자를 보관한 저장실 및 외부의 평균기온 및 습도는 그림 1과 같다. 종자저장실 내부 및 외부의 1년 동안의 평균온도 및 습도는 각각 17.3°C, 62.2%, 13.6°C 64.3%로 2007년 10월부터 2008년 3월까지의 종자보관실 내부의 평균온도가 실외보다 높았던 관계로 전체적으로 2.6°C가 높았으나 습도는 비슷하였고 보관실외부 온도 및 습도는 변이가 심한 반면 내부는 외부보다 보다 비교적 변이가 적었다.

중국산 자운영 종자의 저장 방법 및 기간별 발아율 및 종자활력은 표 4와 같다. 자운영 종자를 상온에 보관할 경우 수입 1년후 발아율은 수입당시 발아율 79~89%보다 6%가 낮았고, 2년 후에는 종자활력이 급격히 떨어져 33~35%가 낮았다. 종자 활력도 종자 발아율과 비슷한 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 농가에서 수입자운영 종자를 필요이상과다 신청하거나 파종기를 일실하여 남은 자운영 종자를 보관하고 있을 경우 가급적 수입 후 1년 이내에 사용하는 것이 바람직하며 수입 후 1년이 경과한 종자는 10a당 추천 파종량 5 kg/10a 보다 1.1배, 2년 경과한 종자는 추천 파종량의 1.4배를 뿌려야 입모수 확보에 크게 문제가 없다는 것을 의미한다. 한편 자운영 종자를 저온에 보관할 경우 2년이 지나도 발아율 및 종자활력은 수입당시와 비슷하였는데 이

Table 2. Germination of Chinese milk vetch seeds as influenced by seed coat color and seed size.

Classification		1,000 seed weight (g)		Germination (%)		Seed viability (%)	
		Milyang	China	Milyang	China	Milyang	China
Seed coat color	Black	3.95	3.40	80	71	98	99
	Green	3.51	3.30	85	90	98	98
	Significance	*	ns	ns	*	ns	ns
Seed size	Big	3.72	3.31	85	92	99	97
	Small	2.58	2.13	81	88	99	96
	Significance	*	*	ns	ns	ns	ns

※ Milyang : seed produced at Department of Functional Crop, Milyang, Korea

China : seed imported from Hanam Province, China

* : significant at 5% level by t-test, ns : not significant

Table 3. Germination of Chinese milk vetch seeds as influenced by light and darkness.

Seed source	Seed coat treatment	Germination(%)		
		Light	Darkness	Difference
China 2006	Clipped	96	96	ns
	Intact	80	71	ns
Milyang 2006	Clipped	98	96	ns
	Intact	89	82	ns

ns : not significant at 5% level by t-test

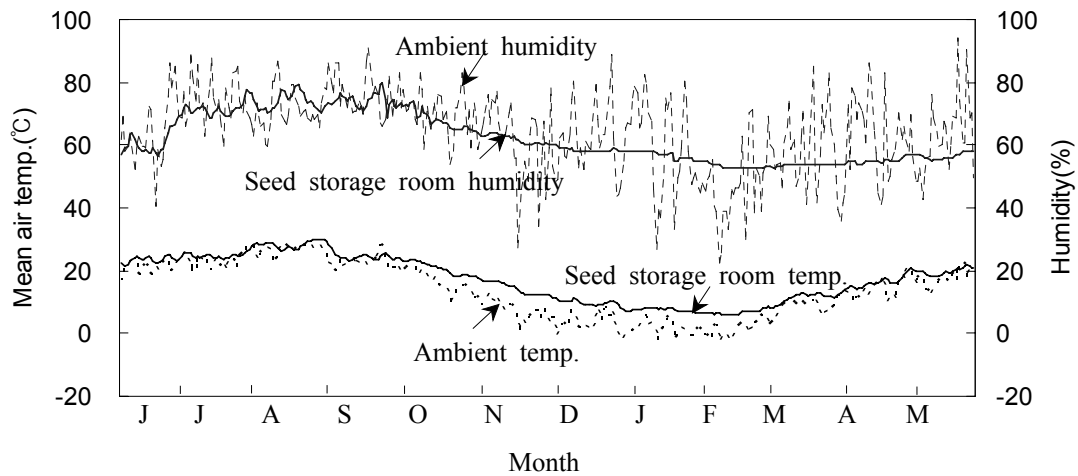


Fig. 1. Mean temperature and humidity of seed storage room and ambient environment during one year period(June 2007-May 2008) of Chinese milk vetch seed storage.

Table 4. Germination percentage and seed viability of imported Chinese milk vetch seeds from China as influenced by the duration and methods of seed storage.

Year of seed imported	Storage duration (Month)	Germination (%)		Seed viability (%)	
		Ambient temp.	5°C	Ambient temp.	5°C
Sep 2005	0	79 a	-	83 a	-
	12	73 b	80 a	77 b	83 a
	24	46 c	73 b	55 c	82 a
Sep 2006	0	89 a	-	96 a	-
	12	83 a	88 a	88 b	96 a
	24	54 b	82 a	69 c	97 a

Means with the same letter in column are significantly different at 5% level by DMRT

Table 5. Germination percentage and seed viability of Chinese milk vetch seeds produced in Milyang as influenced by the duration and methods of seed storage.

Year of seed harvested	Storage duration (Month)	Germination (%)		Seed viability(%)	
		Ambient temp.	5°C	Ambient temp.	5°C
Jun 2006	0	8 c	-	98	-
	15	85 a	12 c	96	97
	27	82 a	31 b	96	96
Jun 2007	0	8 b	-	95	-
	15	73 a	11 b	93	94
	27	72 a	9 b	92	94

Means with the same letter in column are significantly different at 5% level by DMRT

러한 결과는 자운영 종자를 저온에 보관할 경우 종자활력을 오래 유지 시킬 수 있다는 것을 의미한다.

한편 국내서 채종한 자운영종자의 저장방법 및 기간별 발아율 및 종자 활력변화는 표 5에서와 같이 수확당시 발아율

은 경실종자에 따른 휴면율이 높아 8%로 낮았으나 종자보관실에서 1년 3개월 저장 후 휴면이 자연적으로 타파된 결과 발아율이 73~85%로 높았고, 2년 3개월 저장후에도 여전히 전년도와 비슷한 72~82%의 발아율과 92~96%의 종

자 활력을 나타내었다. 이러한 경향은 수입자운영 종자가 수입후 2년후에는 종자활력이 떨어져 발아율이 급격히 낮아지는 결과와 달리(표 4) 국내 자운영 종자는 수확후 2년 3개월이 지나도 종자활력은 수확후 1년 3개월이 경과한 종자에 비해 크게 떨어지지 않아 표준량을 파종하면 충분히 안전 입모수를 확보할 수 있다는 것을 나타낸다. 이러한 원인은 수입종자는 수확후 1년이 지난 종자가 수입되기 때문에 국내 채종 자운영 종자와는 수확후 기간이 1년이나 차이가 나고, 또 국내 채종 자운영 종자는 6월초 수확당시 강한 기계적 휴면이 있어 휴면이 타파되는데 5~6개월의 기간이 소요되었기 때문으로 사료된다. 따라서 당해에 수확한 종자를 9월에 파종하려면 파종직전 70~80°C에서 2~3일간 열처리를 하여 휴면을 타파시킨 후 파종하거나(Kim et al., 2008a) 휴면이 완전히 타파된 수확후 1년이 경과한 종자를 사용해야 안전한 입모수 확보가 가능하다는 것을 나타낸다. 반면 저온에 보관한 자운영 종자는 2년 3개월이 경과 하여도 휴면이 완전히 타파되지 않아 발아율이 9~31%로 낮았다.

적 요

자운영 파종시 입모증진을 위한 기초 자료를 얻고자 수입 및 국내산 자운영 종자의 발아특성을 구명한 결과는 다음과 같다.

1. 수입 자운영 종자의 발아율은 79~95%로 수입 년도 및 수집지역에 따라 달랐다.
2. 종피가 검은색인 종자의 발아율은 녹색인 종자보다 발아율은 낮았으나 종자 활력은 비슷하였다.
3. 크기별로는 종자가 큰 것이 작은 종자보다 발아율은 약간 높았으나 종자활력은 크게 차이가 없어 작은 종자라도 상당한 발아력을 가졌다.
4. 광조건이 암조건보다 발아율이 7~9% 높았으나 통계적인 유의성은 없어 자운영 종자의 발아에 광의 영향은 크게 받지 않았다.
5. 수입자운영 종자는 휴면이 타파된 종자가 수입되기 때문에 상온보관시 1년후에는 발아율이 수입당시 보다 6%가 낮았고, 2년후에는 33~35%나 낮아 수입후 1년이 경과한 종자는 10당 추천 파종량 5 kg/10a 보다 1.1배, 2년 경과한 종자는 추천 파종량의 1.4배를 뿌려야 안전 입모수 확보가 가능할 것으로 사료된다.
6. 국내산 자운영 종자는 수확후 강한 기계적 휴면이 있어 상온에서 휴면이 타파되는데 5~6개월이 소요되기 때문에 중국 수입종자와 달리 상온에서 수확후 2년 3개월이 경과하여도 발아율이 72~82%로 수확 후 1년 3개월이 경과한 종자 발아율(73~85%)과 비슷하였다. 따라서 국내생산

자운영 종자의 경우 2년 3개월이 경과한 종자라도 10당 추천 파종량 5 kg/10a을 뿌리면 안전 입모수 확보가 가능할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Baskin, C. C. and J. M. Baskin. 1998. Ecology of seed dormancy and germination in grasses. Pages 30-83 in G. P. Cheplick, ed. Population Biology of Grasses. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Cho, Y. S. and Z. R. Choe. 1999. Vetch effects for the low-input no-till direct-seeding rice-vetch cropping system. Kor. J. Crop Sci. 44(3) : 221-224.
- Gramshaw, D. and W. Stern. 1977. Survival of annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud.) seed in a Mediterranean type environment, II: Effects of short-term burial on persistence of viable seed. Aust. J. Agric. Res. 28 : 93-101.
- Kim, S. Y., S. H. Oh, W. H. Hwang, S. M. Kim, K. J. Choi and H. W. Kang. 2008a. Physical dormancy in seeds of Chinese milk vetch(*Astragalus sinicus* L.) from Korea. Kor. J. Crop Sci. 53(4) : 421-426.
- Kim, S. Y., S. H. Oh, W. H. Hwang, S. M. Kim, K. J. Choi and B. G. Oh. 2008b. Optimum soil incorporation time of Chinese milk vetch(*Astragalus sinicus* L.) for its natural re-seeding and green manuring of rice in Gyeongnam Province. Kor. J. Crop Sci. and Biotech. 11(3) : 193-198.
- Lafond, G. P. and R. J. Baker. 1986. Effects of temperature, moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheat cultivars. Crop Sci. 26 : 563-567.
- Na, C. S., Y. H. Lee, S. H. Hong, C. S. Jang, B. H. Kang, J. K. Lee, T. H. Kim, and W. Kim. 2007. Change of seed quality of Chinese milk vetch(*Astragalus sinicus* L.) during seed developmental stages. Kor. J. Crop Sci. 52(4) : 363-369.
- Shim, S. I. and B. H. Kang. 2004. Ecophysiology of seed germination in Chinese milk vetch(*Astragalus sinicus* L.). Kor. J. Crop Sci. 49(1) : 19-24.
- Suetsugu, I. and C. Ueki. 1960. On the hard-coatedness in Renge seeds. Bull. Hokuriku Agr. Exp. Sta. No.1, pp. 89-121.
- Vinod, K. P., K. Chejara, D. B. R. Whalley, B. M. Sindel, and C. Nadolny. 2008. Factors affecting germination of coolatai grass(*Hyparrhenia hirta*). Weed Sci. 56 : 543-548.
- 이병진, 최진룡, 김상열, 오성환, 김준환, 황운하, 안종용, 오병근. 2008. 자운영 종자생산을 위한 적정 수확시기 구명. 한작지. 53(1) : 70-74.
- 황동용, 강위금, 구연충, 김상열 등 28인. 2007. 자운영 이용 친환경 쌀 생산 기술. 영남농업연구소. 141p.
- 정지호, 소재돈, 이경수, 김호중. 1995. 자운영에 의한 토양개선 및 벼 생산성 증대 연구. 농업논문집 37(1) : 255-258.
- 정지호, 최송열, 신복우, 소재돈. 1996. 자운영에 의한 수도의

- 질소시비량 절감 연구. 농업논문집 38(2) : 299-303.
- 정지호, 강종국, 양창휴, 심형권, 최만영, 임일빈, 이상복, 김희권, 윤봉기, 이 인. 2007. 호남지역 자운영 이용 친환경 벼 재배기술. 호남농업연구소. 66p.
- 강위금, 강종국. 2002. 두과녹비작물 재배와 이용. 제3장 자운영. 농촌진흥청. pp. 85-130.