

종피의 연화처리, 세척 및 건조가 박 종자의 발아에 미치는 영향

강진호* · 강신윤 · 전병삼 · 이상우

경상대학교 농과대학

Effect of Seed Coat Softening, Washing and Drying on Seed Germination of Gourd

Jin Ho Kang*, Shin Yoon Kang, Byong Sam Jeon and Sang Woo Lee

College of Agriculture, Gyeongsang Natl. University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

The present experiment was carried out to determine the effect of seed-coat softening by various chemicals, washing, chilling, and light treatment alone and in combination during desiccation of seeds on germination of gourd (*Lagenaria siceraria* Standl.) seeds. Potassium hydroxide, sodium hydroxide, acetone, acetonitrile, and acetamide were used as chemicals for the softening. Washing, prechilling, drying and light treatment of the softened seeds were done for a hour with tap water, for one or three weeks at 3°C, 12 hr at 35°C, and 14 hr a day at 30°C with red light illumination or darkness, respectively. FR-yongjadaemok and FR-kunghap were used as test cultivars. Seed-coat softening with 10% acetone and acetonitrile for 1 hour enhanced and accelerated seed germination compared to the other chemicals and water imbibition. KOH treated for the softening was necessary to increase the germination rate of seeds for following chilling, but acetone did not influence their germinability regardless of chilling. Washing the softened seeds in tap water increased the germination rate in comparison with no-washing. During desiccation of the seeds sequentially treated with the softening, washing and chilling, red light treatment showed higher germination rate than dark one, suggesting that red light treatment are necessary during desiccation.

Key words – Gourd, Germination, Softening, Washing, Chilling, Light treatment

서 론

수박접목묘의 대목으로 이용되고 있는 박은 종자의 미발아로 인한 결주가 없어야 할 뿐만 아니라 출현된 유묘도 균일하여야만 한다. 종자 발아를 조장하여 유묘출현율을 향상시킴으로써 유묘의 균일성을 증대시키기 위해 파종전

종자에 priming, gibberellin 또는 저온 등 다양한 처리방법들이 제안되고 있으나[4], 최근 박 종자의 발아율 향상에는 종피연화 처리가 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[11]. 그러나 이들을 개별처리 하는 것보다는 이들을 적절히 조합한 복합처리가 효과적일 것으로 예측되나[3,6]. 복합처리의 경우 처리순서가 영향을 미치며 저온처리 전에 여타 처리를 가하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있다[8].

저온처리 전에 행할 수 있는 종피연화는 화학제의 이용, 온탕침지, 종피파상, 주공부위의 절단, 넓게는 증적처리 등

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : 82-55-751-5427, Fax : 82-55-751-6113
E-mail: jhkang@gshp.gsnu.ac.kr

다양한 형태의 처리가 있다[1,2,5,9,11]. 이러한 방법 중에서 화학제를 이용한 종피연화 처리가 환경오염을 유발시킨다는 문제점이 있으나 처리시간이 짧고 처리가 간편하다는 장점 때문에 많이 이용되고 있다. 종피연화에 이용되는 화학제는 H_2SO_4 등 강산성, KOH와 NaOH 등 강염기성, alcohol 또는 acetone 계열의 화합물 등 그 종류가 아주 다양하다[1,2,5]. 처리의 안정성과 처리효과를 고려할 때 염기성인 KOH 또는 NaOH, acetone이 주로 이용되고 있다[2,9,11]. 그러나 종피보다는 유근이 돌출하는 주공부위의 두께가 두터운 박 종자에 있어서 acetone과 함께 염기성 화학제의 효과도 아울러 검토되어야 할 것이다.

한편 화학제를 이용한 종피연화시 발아율은 처리농도와 처리시간에 의하여 많은 영향을 받는다[2,5]. 박 종자는 파종전 acetone 처리농도와 시간 그리고 종자처리 후의 건조방법에 따라 발아가 억제 또는 촉진되며[2,10,11], KOH를 이용한 종피연화시에도 처리방법에 따라 발아가 영향을 받는 것으로 알려져 있다[5,9]. 따라서 종피연화에 이용되고 있는 화학제와 처리방법 및 처리 후의 건조방법이 발아에 영향을 미치기 때문에 종피연화와 뒤이은 건조방법별 최적조건을 설정한 후 다른 처리요인과의 상호작용도 검토되어야 할 것이다. 본 연구는 박 종자의 발아율을 증대시키기 위한 연구의 일환으로 종피연화 처리가 발아율을 향상시킬 수 있는지 검토하기 위해 종피연화물질의 처리방법, 종피연화 후의 세척, 건조 및 저온처리의 단독처리와 복합처리에 따른 발아율 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

공시품종으로는 (주)중앙종묘의 용자대목과 (주)동부한농종묘의 궁합을 이용하였으며, 채종 당해년도의 종자를 분양 받아 비닐로 밀봉한 후 플라스틱 통에 넣어 실험에 이용될 때까지 3°C 냉장고에 보관하였다.

실험방법

종피연화 처리효과가 있는 것으로 알려진 KOH와 acetone의 처리방법을 조사하고자 5% KOH에 5, 10, 20분 또는 10% acetone에 30, 60분간 침중시켜 발아실험을 수행하였다. 두 번째 실험은 acetone과 특성이 유사하면서도 질

소를 포함하고 있어 priming 효과가 있을 것으로 기대되는 acetonitrile과 acetamide를 추가하여 최적조건의 5% KOH에 10분, 10%의 acetone, acetonitrile 및 acetamide에 60분, 대조구로 증류수에 1일간 종피연화 처리를 한 후에 3°C에서 1주 또는 3주간의 저온처리와 무처리로 구분하여 발아실험을 수행하였다. 세 번째 실험은 FR-1000, Dantos, Stopia 및 가짜도끼 등 4품종을 추가하여 5% KOH에 10분 또는 10% acetone에 60분간 침중한 후 선행실험과 같이 1주 또는 3주간 저온처리를 행한 다음 발아실험을 수행하였다.

네 번째 실험은 acetone 등 화학제를 이용한 종피연화 처리에 의해 종피로부터 누출된 점액질이 세척을 통하여 이를 제거하였을 때 제거하지 않은 경우와 발아율에 차이가 있는가를 비교하고자 10% acetone에 60분간 종피연화시킨 종자를 흐르는 수돗물에 1시간 세척하여 적색광을照射하면서 발아실험을 수행하였다. 마지막 실험은 10%의 acetone과 acetonitrile 용액에 60분, 5% KOH와 10% NaOH 용액에 10분, 대조구로 증류수에 1일간 종피 연화처리를 한 종자를 흐르는 수돗물에 1시간 세척하고서 3°C에 1주간 저온처리를 행한 후 35°C에서 적색광을 12시간 처리하거나 암상태에서 건조시켜 발아실험을 수행하였다. 한편 적색광은 660 nm의 peak로써 light emitting diode (LED) plate[GF-520S, (주)좋은인상]를 이용하여 처리하였다.

관리 및 조사

발아실험은 직경 9 cm의 petri dish에 여과지 2매 위에 처리 종자를 반복당 30립씩 3~4반복으로 치상하였다. 육묘장에서 3~4 cm 깊이로 파종이 이루어지고 있기 때문에 30°C 항온의 암상태로 발아실험을 수행하였다. 발아실험중 수분은 종자가 건조하지 않을 정도인 sprayer를 이용하여 1일 2회 공급하였으며, 기타 발아실험과 발아율 조사는 ISTA rule[7]에 준하여 실시하였다. 한편 발아율은 유근이 1 mm 이상 돌출한 것을 발아개체로 하여 매일 발아개체를 조사한 후 전체에 대한 비율로, 50%의 발아율에 소요되는 시간을 나타내는 T_{50} 은 Coolbear 등[4]이 제시한 공식으로 계산하였다.

결과 및 고찰

KOH와 acetone을 이용한 박 종자의 종피연화 처리효과

를 비교하고 효과적인 처리방법을 설정하고자 5% KOH 용액에 5, 10, 20분 또는 10% acetone 용액에 30, 60분간 침종시킨 종자를 이용하여 발아실험을 수행한 결과는 Fig. 1과 같다. 두 공시품종의 발아율은 KOH를 이용한 종피연화 처리시 무처리 또는 다른 처리시간에 비하여 10분간 처리할 경우 가장 높았다. 그러나 acetone을 이용한 종피연화 처리시 두 공시품종의 발아율은 처리시간에 관계없이 대체로 높았으나, 60분 처리시 보다 높게 나타났다. 따라서 박종자의 종피연화 처리는 5% KOH에서 10분간, 10% acetone에서 60분간 실시하는 것이 매우 효과적인 방법이었다. 발아율은 KOH보다는 acetone 처리에서 높은 것으로 나타나 박종자의 종피연화 처리로는 acetone을 이용한 처리가 보다 효과적이라 할 수 있다.

이상의 실험결과로부터 acetone과 유사한 질소화합물을 이용하여 종피연화와 priming을 동시에 처리함으로써 박종자의 발아율을 높일 수 있는가를 추적하고자 KOH와 acetone에 acetonitrile과 acetamide를 추가하여 5% KOH 용액에 10분, 10% acetone, acetonitrile 및 acetamide 용액에 60분, 대조구로서 증류수에 1일간 종피연화 처리 또는 침종한 후의 1주 또는 3주간 저온처리를 행하거나 행하지 않은 종자를 이용하여 발아실험을 수행한 결과는 Fig. 2와 같다. KOH로 종피연화 처리를 할 경우 두 공시품종의 발아율은 무처리보다 저온처리시 높았다. 그러나 acetone 또

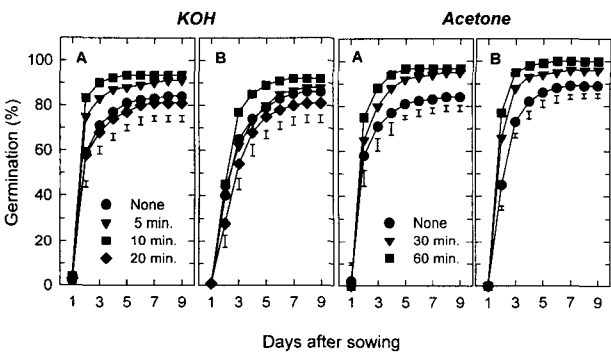


Fig. 1. Effect of imbibition period in seed-coat softening with potassium hydroxide and acetone on seed germination of gourd cv. FR-yongjadaemok (A) and FR-kunghap (B). Seeds were soaked in 5% potassium hydroxide and 10% acetone at 30°C in the dark. Vertical bars indicate the values of LSD.05 to compare the mean germination rates measured on the same day.

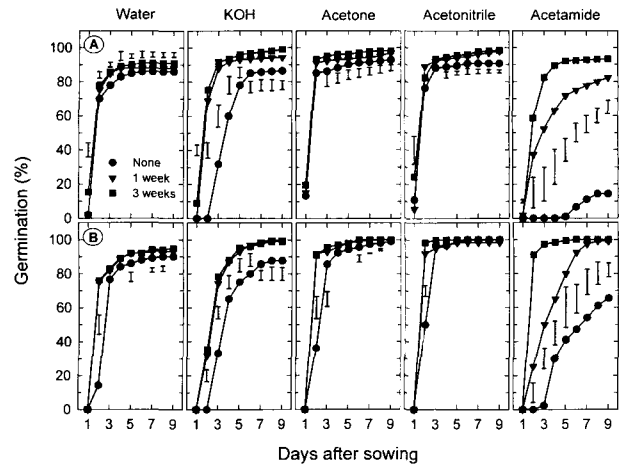


Fig. 2. Effect of chemicals used for seed-coat softening and chilling period given after the softening on seed germination of gourd cv. FR-yongjadaemok (A) and FR-kunghap (B). Water treatment was done for a day with distilled water and KOH treatment was done in 5% solution for 10 minutes. Acetone, acetonitrile and acetamide treatments were done for a hour with 10% solution. Vertical bars indicate the values of LSD.05 to compare the mean germination rates measured on the same day.

는 acetonitrile로 종피연화한 후 저온처리는 두 공시품종 모두 초기발아율을 현저히 증가시키는 것으로 나타났다. 한편 acetamide를 이용한 종피연화 후 저온처리를 하지 않을 경우 발아율은 현저히 감소되었으며, 저온처리 기간이 짧은 1주 처리에서도 발아가 억제되는 결과를 보였다. 따라서 박종자의 발아율은 acetone 또는 acetonitrile을 이용하여 종피연화 처리하는 것이 바람직한 방법이라 할 수 있으나, acetonitrile에 비하여 acetone 가격이 매우 저렴하기 때문에 acetone 처리가 보다 합리적 방법으로 사료된다.

상기 실험결과 KOH를 이용한 종피연화 후 저온처리를 하지 않을 경우 발아율이 저하되는 현상이 acetone 처리에서도 나타나는가를 추적하고자 용자대목과 궁합 이외에 (주)동부한농종묘 FR-1000, Stopia 및 수입종 Dantos, 가지도끼의 6개 품종에 5% KOH 용액에 10분, 10% acetone에 60분간 종피연화한 후에 무처리, 1주 또는 3주간 저온처리를 하여 발아실험을 수행한 결과는 Fig. 3과 같다. KOH를 이용하여 종피연화 처리를 할 경우 6개 공시품종 모두 처리기간에 관계없이 저온처리를 행하지 않을 경우 발아율은

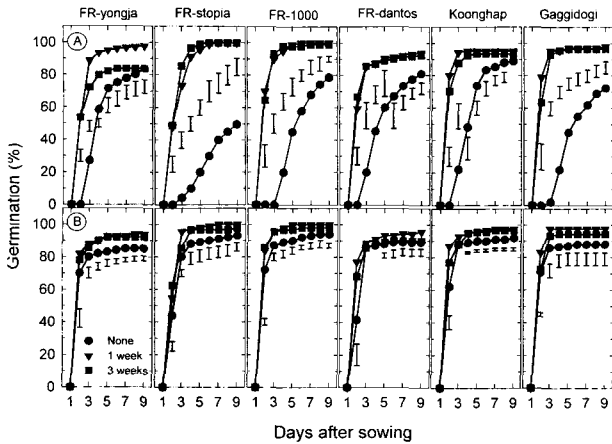


Fig. 3. Seed germination of 6 gourd cultivars as affected by chemicals used for seed-coat softening, potassium hydroxide (A) and acetone (B), and chilling period after the softening treatments. Acetone and the hydroxide treatments were done for 10 minutes with 5% solutions and a hour with 10% solution respectively, but chilling treatment was done at 3°C after the softening. Vertical bars indicate the values of LSD.05 to compare the mean germination rates measured on the same day.

현저히 감소되었다. 그러나 acetone으로 종피연화할 경우 저온처리를 하지 않는다면 발아율이 일부 감소되었으나 KOH 처리에 비하여 그 차이는 아주 작은 것으로 나타났다. 따라서 상기 실험결과를 종합하면 박 종자의 발아율을 높이기 위한 종피연화 처리로는 KOH보다는 acetone이 적절하나, acetone을 이용할 경우에도 처리의 안정성을 높이기 위하여는 1주일 정도 저온처리를 행하는 것이 보다 효과적인 방법으로 판단된다.

박 종자의 발아율을 향상시킬 수 있는 종피연화용 화합물은 다양하나 염기성인 KOH와 NaOH 또는 acetone이 효과가 우수한 것으로 알려져 있으나 이들을 이용하여 종피연화를 할 경우 비정상적인 발아개체가 증가하는 것으로 보고되고 있다[11]. 본 실험결과에서 KOH는 처리 후 저온처리를 행하면 발아가 억제되지 않는 반면, acetone은 처리 후에 저온처리를 생략하여도 발아율 감소가 적었다. 따라서 종피연화 단일처리시 관찰되는 비정상 발아개체를 줄이고 발아율을 향상시켜 육묘효율을 높이기 위한 종자처리 방법으로는 10% acetone에 60분간 종피연화시킨 후에 1주간 저온처리하는 것이 보다 합리적이라 할 수 있다. 그

러나 처리된 종자에 의해 생산된 유묘의 형태도 수박접목묘의 상품성에 관여하기 때문에 이에 관한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

상기 실험결과에서 종피연화와 저온을 단계적으로 조합한 처리방법이 박 종자의 발아율을 향상시킬 수 있는 것으로 나타났으나 acetone을 처리할 경우 종피에 함유된 점액질이 일부 누출되는 것으로 관찰되었다. 따라서 이의 제거 유무가 발아에 미치는 영향을 검토하고자 10% acetone 용액에 60분간 종피를 연화시킨 후 흐르는 수돗물에 1시간 세척시킨 종자를 1주간 저온처리를 행한 후 적색광을 처리하면서 건조시켜 발아실험을 수행한 결과는 Fig. 4와 같다. 박 종자의 발아율은 종피연화 후 물로 세척할 경우 세척하지 않는 것보다 높았다. 한편 저온처리 후 건조하지 않는 종자보다 적색광을 처리하면서 건조시킨 종자의 발아율이 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 종피연화 시킨 박 종자는 세척하여 저온처리를 가하여야만 발아율이 더욱 증가될 수 있을 것이다.

이상의 실험결과 박 종자의 발아율은 종피연화 후 세척시켜 적색광을 처리하면서 건조시킬 경우 가장 높게 나타

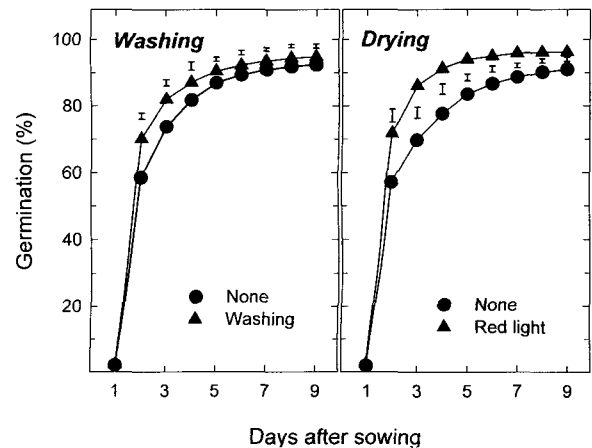


Fig. 4. Effect of washing done after the seed-coat softening (left) and drying under red light after the washing (right) on mean seed germination of gourd cv. FR-yongjadaemok and FR-kunghap. Washing and drying were done for a hour in tap water at room temperature and 12 hours at 35°C, respectively. Vertical bars indicate the values of LSD.05 to compare the mean germination rates measured on the same day.

Table 1. Effect of chemicals used for seed-coat softening and light treated during desiccation on seed germination and days to 50% germination (T₅₀) of gourd^{a)}

Parameters	Chemicals for seed coat softening									
	Water ^{b)}		Acetone		Acetonitrile		KOH		NaOH	
	Germ.	T ₅₀	Germ.	T ₅₀	Germ.	T ₅₀	Germ.	T ₅₀	Germ.	T ₅₀
	%	day	%	day	%	day	%	day	%	day
Cultivar (C)										
FR-yongjadaemok	82.0	1.53	97.5	1.36	95.5	1.45	94.0	1.81	91.5	2.05
FR-kunghap	85.5	1.65	98.5	1.46	98.0	1.53	91.0	1.74	87.0	1.72
LSD .05	ns	0.06	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.08
Light treated during desiccation (D) ^{c)}										
Dark	81.0	1.64	96.0	1.50	94.5	1.56	91.5	1.77	88.5	1.97
Red	86.5	1.54	100.0	1.31	99.0	1.42	93.5	1.78	90.0	1.79
LSD .05	3.9	0.06	2.3	0.15	2.6	0.08	ns	ns	ns	0.08
C×D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns

^{a)}The seed germination was measured on the 9th day after the test at 30°C in darkness.

^{b)}Water treatment was soaked for a day in distilled water, acetone and acetonitrile treatments were done in 10% solution for 1 hour, and KOH and NaOH treatments were done in 5% and 10% solution for 10 minutes, respectively.

^{c)}Drying under darkness or red light was done for 12 hours at 35°C after washing a hour in tap water and prechilling for a week at 3°C, respectively.

ns, **; Nonsignificant or significant at 0.01 probability, respectively.

나 이러한 처리조합이 입묘율도 향상시킬 것으로 예상된다. 한편 처리효과가 컸던 종피연화와 건조방법간의 상호작용을 검토하고자 10% acetone과 acetonitrile 용액에 60분, 5% KOH와 10% NaOH 용액에 10분, 증류수에 1일간 침종시켜 물로 세척한 후 1주간 저온처리한 종자를 35°C에서 12시간 암 또는 적색광을 처리하면서 건조시켜 발아실험을 수행한 결과 치상 후 9일차의 발아율과 T₅₀은 Table 1과 같다. 종피연화와 건조 중의 빛처리간에는 상호작용이 거의 없었으며 이들의 단순처리 효과만 있는 것으로 분석되었다. 두 공시품종의 발아율과 T₅₀은 acetone, acetonitrile 및 KOH로 종피연화 시킬 경우 차이가 없는 반면, 염기성 KOH와 NaOH 보다는 acetone과 acetonitrile로 종피연화 시킬 경우 건조 중 빛처리에 관계없이 발아율이 높았고 T₅₀이 단축되었다. 한편 종피연화 효과가 뛰어난 acetone과 acetonitrile로 처리된 종자는 암처리보다는 적색광을 처리하면서 건조시킬 경우 발아율이 높고 T₅₀이 단축되는 것으로 나타났다.

이상의 실험결과로부터 박 종자의 발아율을 향상시키기 위한 파종전 종자처리로는 10% acetone 또는 acetonitrile

용액에서 1시간 종피연화 처리, 물로 1시간 세척, 1주간 저온처리, 35°C에서 12시간 적색광을 처리하면서 건조하는 과정을 순차적으로 행하는 것이 가장 효과적인 방법으로 요약된다. 그러나 수박접목묘 생산에서 문제가 되고 있는 대목용 박의 비균일성의 극복과 종자로 감염되는 병원균을 차단하기 위한 처리방법이 상기 처리과정에 추가될 때 부가가치가 높은 기술로 정착될 수 있을 것으로 판단되므로 이에 관한 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 파종전 종자처리에 의해 박 종자의 발아율을 최대한 향상시킬 수 있는 방법을 강구하고자 종피연화, 세척, 저온 및 건조 중 적색광 처리가 발아에 미치는 영향을 조사하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 1) 종피연화는 염기성인 KOH 또는 NaOH로 처리하는 것보다 산성인 acetone과 acetonitrile 10% 용액에 1시간 처리하였을 때 발아율이 증가되고 발아가 촉진되는 것으로 나타났다. 2) Acetone으로 종피연화 시킨 종자는 이후에 행하여지는 저

온처리의 영향을 적게 받는 반면, KOH로 종피연화 시킨 종자는 저온처리가 행해지지 않을 경우 발아가 현저히 억제되었다. 3) 종피연화 후 흐르는 수돗물로 1시간 세척시킨 종자의 발아율은 세척하지 않은 것보다 높았다. 4) 종피연화, 세척 및 저온처리를 경과가 이루어진 종자는 건조과정에서 암처리보다는 적색광을 처리하였을 경우 발아율이 높았다.

감사의 글

이 논문은 농림부에서 시행한 농림수산물특정연구사업의 연구결과의 일부이며, 빗처리기에 필요한 LED plate를 제공하여 주신 (주)좋은인상에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Adkins, S. W., J. M. Naylor and G. M. Simpson. 1984. The physiological basis of seed dormancy in *Avena fatua*. V. Action of ethanol and other organic compounds. *Physiol. Planta*. **62**, 18-24.
2. Amritphale, D., S. Dixit and B. Singh. 1993. Effect of acetone on the induction and breakage of secondary dormancy in seeds of cucumber. *J. Exp. Bot.* **44**, 1621-1626.
3. Bewley, J. D. and M. Black. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. pp. 199-271. 2nd eds. Plenum Press, 233 Spring Street, New York, USA.
4. Coolbear, P., A. Francis and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* **35**, 1609-1617.
5. Gao, Y. P., G. H. Zheng and L. V. Gusta. 1998. Potassium hydroxide improves seed germination and emergence in five native plant species. *HortSci.* **33**, 274-276.
6. Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, Jr. and R. L. Geneve. 1997. *Plant propagation: Principles and practices*. pp. 177-215. 6th eds. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
7. ISTA. 1985. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. *Seed Sci. Tech.* **13**, 299-355.
8. Kang, J. H., D. I. Kim, K. S. Bae, K. Y. Jang and J. S. Shim. 1998. Effects of seed-coat softening and prechilling on seed germination and bulbil formation of *Polygonatum odoratum* Druce. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **6**, 210-215.
9. Kang, J. H., Y. S. Ryu and K. H. Jang. 1997. Study on dormancy mechanism and breaking epicotyl dormancy of *Polygonatum odoratum* seed. 1. Germination and bulbil formation as affected by after-ripening, KOH or gibberellin treatment. *RDA J. Agri. Sci.* **39** ('96 Agri. Inst. Coop.), 31-37.
10. Shen, Z. H., D. J. Parrish, D. D. Wolf and G. E. Welbaum. 2001. Stratification in switchgrass seeds is reversed and hastened by drying. *Crop Sci.* **41**, 1546-1551.
11. Yoo, E. H. 1998. Studies on germinability of *Lagenaria siceraria* Standl. AVRDC, Shanhua, 741 Tainan, Taiwan, ROC.

(Received August 19, 2002; Accepted November, 2002)