

작두콩 종자의 종피파상과 침지처리가 발아에 미치는 영향

두홍수* · 백원재** · 류점호*†

*전북대학교 생물자원과학부(농업과학기술연구소), **무주 적상 초등학교

Effects of Scarification and Soaking Treatment on Germination of Sword Bean Seed

Hong Soo Doo*, Won Jae Baek** and Jeom Ho Ryu*†

*Faculty of Biological Resources Science (Institute of Agricultural Science & Technology), Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

**Cheoksang primary school, Muju 568-830, Korea

ABSTRACT: Seed coat of sword bean (*Canavalia gladiata*) is very thick and hard, it is difficult to absorb water during germination and it requires much time that cotyledon come out from seed coat since seminal root appeared. Therefore this experiment was carried out to increase the germination rate by easing water absorption through mechanical scarification on seed coat. Non-scarification seed did not germinated at 7 days after treatment but scarification seed showed germination rate of 98%. Therefore mechanical scarification of seed coat was increased germination rate. Non-scarification seed absorbed less than 10% water of dry weight at 8 hours after treatment but scarification seed absorbed about 90% water at 7 hours after treatment and more than 150% water at 8 hours and swelled about 1.4~1.5 times in length and width of seed. Germination rate of scarification seed was high under high temperature and it was 96% and 93% at 25°C and 30°C, respectively. The rate of cotyledon emergence on clay loam soil was the highest among bed soils. Soaked seed after mechanical scarification in distilled water was germinated faster than non-soaked seed on early in bed soil. The rate of cotyledon emergence was more than 92% at 9 days after sowing but non-scarification and soaked seed was germinated late and showed very low germination rate as 67%.

Keywords : sword bean, germination rate, scarification, soaking, water absorption, temperature, bed soil, *Canavalia gladiata*

작두콩(*Canavalia gladiata*)은 콩과의 1년생 덩굴성 식물로써 영명은 sword bean, 한명(漢名)은 刀豆라 하며 우리나라에서는 작두콩 또는 칼콩이라 부른다. 원산지는 열대아시아

지역으로써 사료작물, 녹비작물 또는 토양 보호작물로 재배되며, 어린 협과 알맹이는 채소로 이용된다(Purse-glove, 1974). 일본에는 에도시대인 1600년대 초기에 도입된 것으로 추정되며 그 이후에 소규모로 재배되었는데(Hoshikawa, 1981) 순화(馴化)지역을 설정하는데 어려움을 겪기도 하였다. 최근에 국내에서 작두콩 재배에 관하여 많은 관심이 집중되고 있으나 재배법에 대한 구체적인 연구보고가 없어 일부 재배농가에서는 구전에 의한 재배법이나 자신의 경험을 바탕으로 재배하고 있는 실정이므로 체계적인 연구에 의한 재배방법 구명이 필요하다.

종자으로써 번식하는 식물을 재배하기 위해서는 종자의 발아율을 향상시키는 것이 중요한데, 작두콩은 종피가 딱딱한 경질(硬質)종자이므로 발아가 잘 되지 않는 것으로 알려져 있으며, 재배농가별로 발아율이 20~30% 또는 60~70%로써 큰 차이를 보이고 있다. 발아율을 향상시키기 위해서는 휴면에 관여하는 여러 요인들을 이해하고 발아에 적합한 조건들을 알맞게 조절함으로써 가능하다(Kelly *et al.*, 1992; Mayer & Shain, 1974). 발아에 필요한 외부적 요인이 충분조건임에도 종자의 발아가 지연된다면 내부적 요인인 휴면이 가장 큰 원인이겠지만 종피의 견고함에 의하여 발아율이 낮은 것도 있다(崔 等, 1991). 종피가 두꺼운 작물은 발아율과 발아세가 낮은 원인이 되고 있는데, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 종피나 과피에 기계적으로 파상처리를 함으로써 휴면타파 및 발아세를 향상시키기도 하였다(Bevilacqua *et al.*, 1987; Manning & van Staden, 1987).

콩의 수분흡수에 있어서 Parrish & Leopold(1977)는 종피를 제거한 콩의 수분흡수는 완전한 콩의 흡수속도와 큰 차이를 보이지 않는다고 하였다. 그러나 콩의 수분흡수를 용이하게 하기 위하여 메탄올로 전처리 하면 흡수속도가 증가하는데 이는 알콜에 의한 종피의 연화현상으로 추정되며(Hsu *et al.*, 1983) 종피파상에 의한 수분흡수 조장은 발아율이 향상될 것이다.

†Corresponding author: (Phone) +82-63-270-2513 (E-mail) jeomho@moak.chonbuk.ac.kr

<Received December 26, 2000>

본 연구는 작두콩 종자의 발아율을 높이기 위하여 종피파상과 온도처리에 따른 발아율 그리고 육묘상토별 발아율을 조사하였으며, 침지시간에 따른 수분흡수율을 조사하였다.

재료 및 방법

작두콩 종자는 전라북도 고창군 성내면 부덕리의 독농가에서 1998년 10월 중순에 채종하여 음건한 꼬투리(莢)를 분양받아 1999년 5월에 사용하였다.

인공적인 종피파상에 의한 종자의 발아율 증가 여부를 조사하기 위하여 종피에 칼날을 이용하여 배꼽(臍) 반대편 중앙 부위에 0.3±0.1 mm의 깊이로 파상처리를 하였다. 종피에 파상처리한 종자는 petri dish(φ12×3 cm)에 2장의 여과지(Whatman No. 1)를 깔고 petri dish당 50 ml의 증류수를 주입한 후 10립씩 치상하였다. 수분의 유실을 방지하기 위하여 parplast film으로 밀봉한 다음 25±1°C의 항온기에서 실험하였다. 실험기간 중 petri dish에 약 3 ml의 증류수를 3회에 나누어 첨가하여 흡수에 따른 용기 내 수분부족을 방지하였다.

종피의 파상처리 여부에 따른 종자의 수분흡수율을 조사하기 위하여 파상처리를 하지 않은 종자와 파상처리를 한 종자를 25±1°C로 조절된 증류수에 침지한 후 동일한 온도의 항온기에서 시간의 경과에 따라 10시간까지 매시간 종자의 흡수량을 조사하였다. 흡수량 조사는 각 처리별로 30립씩 취하여 여과지로 종피에 묻은 수분을 제거한 후 digital balance로 칭량하였고, 흡수율은 건물기준인 [(흡수 후 중량-건조중량)/건조중량]×100으로 환산하였으며, 건조중량은 수분함량 13%로 보정하여 사용하였다.

작두콩 종자의 발아적온을 조사하기 위하여 전술한 방법과 동일한 방법으로 온도처리를 하였는데, 처리온도는 10, 15, 20, 25, 30°C이며 항온기의 온도편차는 ±1°C이었다.

한편 육묘상토별 발아율을 조사하기 위하여 전술한 방법으로 종자에 파상처리를 한 후 수분흡수를 위해 8시간 동안 증류수에 침지시켰다. 육묘상토는 식양토, 모래, 미사 및 콤포스트를 공시하였는데, 12구 트레이(L30×23×7 cm)에 각각의 육묘상토를 채운 후 종자를 파종하고 약 1 cm 깊이로 복토하였으며, 트레이는 비닐하우스 내에 설치하였다. 사용한 콤포스트는 영국의 Bulrush Co. 제품으로써 이화학적 성질은 Table 1과 같다.

육묘상에서 종자의 파상처리 후 침지시간에 따른 발아율을

Table 1. Physico-chemical properties of used Compost[†].

pH	Conc. of salts (dS/m)	OM (%)	Air permeability (%)	N (mg/L)	P ₂ O ₅ (mg/L)	K ₂ O (mg/L)
5.5~5.6	1,517	80	1,014	210	240	270

[†]Compost was made in Bulrush Co. in England.

알아보기 위하여 식양토와 모래 및 vermiculite를 각각 2:1:1(v/v/v)로 혼합한 육묘상토를 12구 트레이에 채운 후 파상처리 한 종자를 각각 0, 2, 4, 8 및 12시간동안 침지하여 상기한 방법과 동일하게 처리하였다.

이상의 실험은 각 처리별로 50립씩 3반복으로 하였으며, 발아조사는 치상 후 매일 실시하였는데, 유근이 2 mm 이상 신장한 것을 발아한 것으로 간주하였다. 단 파종상토 및 파종전 침지시간 실험에서는 자엽이 지상부로 출현하는 자엽출현율을 조사하였다. 발아율과 자엽출현율은 공시종자 수에 대한 발아 및 자엽출현 종자의 백분율로 하였다.

결과 및 고찰

파상처리에 따른 종자의 발아율

작두콩의 발아에 있어서 종피에 파상처리를 하지 않은(무파상) 종자는 치상 후 7일이 경과하여도 발아가 전혀 되지 않았다. 그러나 파상처리를 한(파상) 종자는 치상 후 7일만에 98%의 발아율을 보여 종피의 파상처리는 종자의 발아율을 증가시키는 효과가 있었다(Fig. 1).

종피가 두꺼운 작물의 종자에 파상처리를 함으로써 휴면타파 및 발아세를 향상시키기도 하고 종피를 제거한 콩의 수분흡수는 침지 시 종피의 경도와 초기의 수분함량에 영향을 받는다고 하였는데(Bevilacqua *et al.*, 1987; Manning & van Staden, 1987), 작두콩에 있어서도 종피의 파상처리가 발아율을 향상시키고 발아일수를 단축시키는 것으로 나타났다.

파상처리에 따른 종자의 수분흡수율

무파상과 파상 종자의 수분흡수율을 조사한 결과, 무파상 종자의 수분흡수율은 처리 후 8시간이 경과하여도 10% 이하로써 수분흡수가 매우 적었다. 그러나 파상종자는 불과 1시간이 지난 후에 수분이 흡수된 것을 알 수 있었으며, 7시간이 지난 후에는 종자 건조중의 90%에 가까운 수분을 흡수하였고, 8시

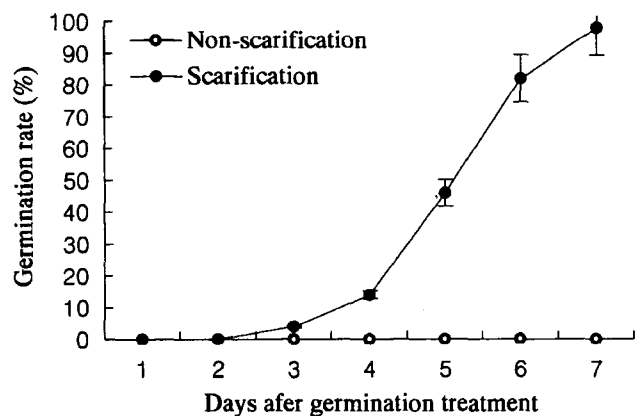


Fig. 1. Effects of scarification on germination of sword bean seed.

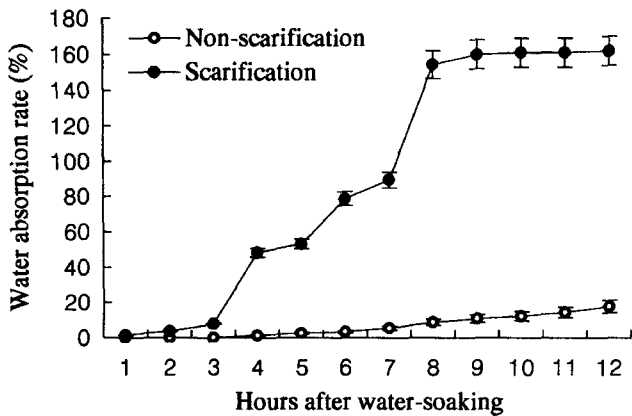


Fig. 2. Effects of scarification on water absorption of sword bean seed.

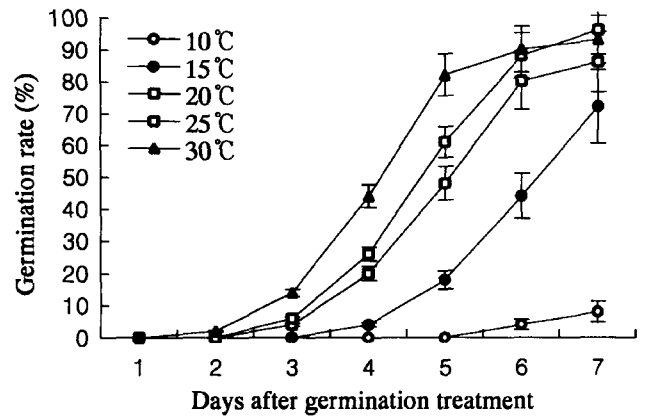


Fig. 4. Effects of temperature on germination of sword bean seed.

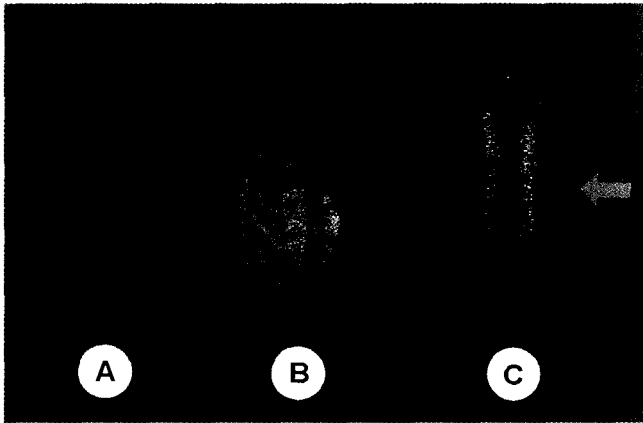


Fig. 3. Water absorption of sword bean seeds under $25 \pm 1^\circ\text{C}$ growth chamber after soaking for 8 hours in distilled water. (A) seed before water absorption; (B) non-scarification seed after water absorption; (C) scarification seed after water absorption. Arrow indicates scarification part, and bar is 10 mm length.

간 후에는 종자 건조중의 150% 이상의 수분을 흡수하였다 (Fig. 2). 수분흡수율의 증가는 약 8시간 후에 평형상태에 도달하였으며, 종실의 길이와 폭은 각각 1.48배와 1.44배 증가하였다. 그러나 무파상 종자는 8시간이 경과하여도 수분흡수율의 증가가 10% 미만이었으며 종실의 길이와 폭은 각각 1.16배와 1.31배 증가하였는데 (Fig. 3), 종피만이 수분을 흡수하고 부풀어있을 뿐 자엽부위는 수분흡수가 충분하게 되지 않은 상태이었다. 따라서 앞서 실험한 종피의 파상처리와 무파상처리 종자간의 발아율 차이는 수분흡수가 가장 큰 원인으로 추정된다.

한편 콩의 크기와 밀도는 수분의 흡수량 및 흡수속도와 상관관계가 있으며 (Quast & da Silva, 1977), 콩을 $20\sim 37^\circ\text{C}$ 에 침지하는 경우 초기 2시간 동안에 수분이 급속히 흡수되며 그 이후에는 흡수속도가 점차 감소하였다 (Wang *et al.*, 1979). 작두콩은 백립중이 $180\sim 240$ g으로써 크기가 매우 크기 때문에

수분흡수에 매우 불리한 조건인데, 본 실험에서 파상처리를 한 경우 3시간 이후부터 급격한 수분흡수를 보여 크기에 따른 흡수량과 속도에 차이가 있음을 확인하였다. 일반적으로 콩의 종자는 발아시 수분의 흡수량이 많은데, 풍건종자중 (風乾種子重)의 105~160%까지 품종별로 다양하며 침지 온도에 의해서도 흡수가 최고조에 도달하는 시간이 각각 다른 것으로 보고되었다 (Kim *et al.*, 1985). 본 실험의 결과 작두콩의 발아에는 종피가 큰 영향을 미치며 수분흡수율은 종피에 의해 영향을 받는 것으로 추측된다.

온도에 의한 발아율 차이

종피에 파상처리를 한 후 온도를 다르게 한 항온기에서 7일간 발아시험 한 결과는 Fig. 4와 같다. 대체로 발아온도는 상온 이상의 온도에서 양호하였는데, 발아처리 7일 후의 발아율은 10°C 에서 8% 미만, 15°C 에서는 72%, 20°C 에서는 86%, 25°C 에서는 96%의 발아율을 보였고 30°C 에서는 93%였다. 25°C 와 30°C 의 7일 후 발아율은 큰 차이를 보이지 않았으나 5일 후의 발아율은 30°C 에서 82%인 반면 25°C 에서는 61%로써 큰 차이를 보였고 그 이후로는 2~3%의 차이만 나타났다. 그런데, 30°C 의 고온에서는 발아소요일수는 짧아지지만 발아처리 후 3일 쯤부터 종자가 부패하였다.

두류의 발아소요일수는 10°C 에서 6일, 15°C 에서 4일, 20°C 에서 2.5일 그리고 25°C 에서 1일이라 하였는데 (趙, 1984), 작두콩은 콩보다 그 크기가 7~10배 이상 큰 종자로서 콩보다 발아소요일수가 더 긴 것으로 나타났다. 대부분의 작물에서 발아 최적온도는 $25\sim 30^\circ\text{C}$ 범위이지만 두류는 $30\sim 35^\circ\text{C}$ 까지이다. 따라서 작두콩은 두류에 비하여 발아온도에는 큰 차이가 없지만 발아소요일수가 약간 긴 것으로 생각된다.

종피의 파상처리 후 상토별 자엽의 출현율

작두콩의 육묘에서 상토를 달리할 경우 자엽의 출현율은 Fig. 5와 같다. 처리구의 종자들은 파상처리를 하고 8시간 등

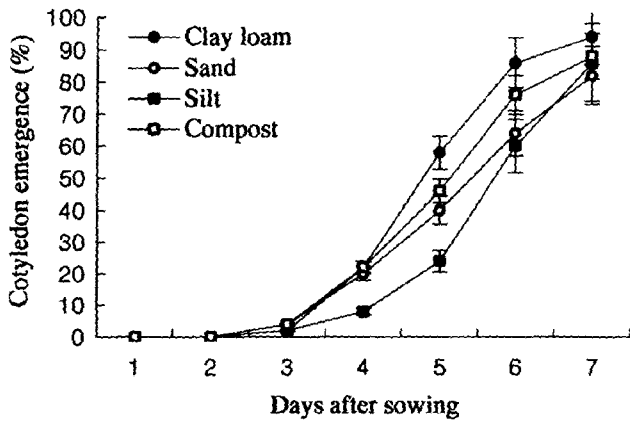


Fig. 5. Effects of seedling bed soils on cotyledon emergence of sword bean seed.

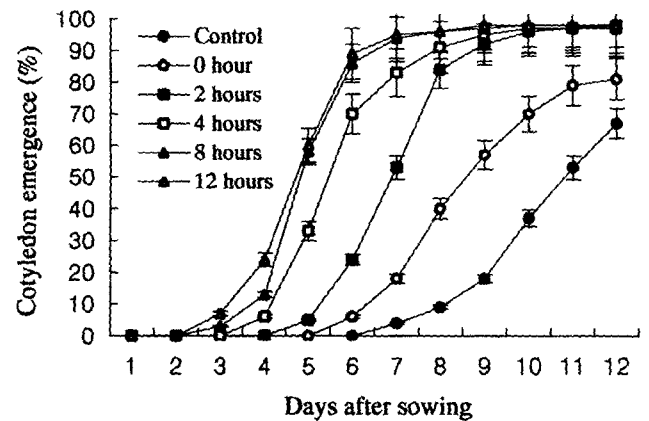


Fig. 6. Effects of scarification and pre-soaking times on cotyledon emergence of sword bean seed. Control is not soaking and scarification, the others are soaking times after scarification treatment.

안 증류수에 침지시킴으로써 충분한 수분흡수를 마친 다음에 파종하기 때문에 처리구 모두 자엽의 출현율이 파종 7일 후에 80% 이상이었다. 이들 중 식양토가 파종 후 4일부터 다른 상태에 비하여 약간 높게 나타났고 7일 후에는 94%로써 가장 높았다. 반면 미사 처리구는 5일부터 급격하게 증가하여 7일 후에는 육묘용 상태보다 약간 높은 자엽출현율을 보였다.

이러한 결과는 앞서 실험한 항온기에서의 실험과 유사한 결과를 보여 종자에 파상처리를 한 후 육묘상에 파종해도 무방할 것으로 생각되며 발아율만을 고려할 경우 육묘용 파종 상태는 식양토가 공시한 상태중 가장 양호한 결과를 보였다. 그러나 육묘상의 상태는 정식 후의 생육과 관계가 있으므로 본포장의 토양환경과 관련지어 결정해야 할 것이다. 일반적으로 콩과작물에서 발아상의 수분함량은 최대용수량의 70% 정도가 알맞고 과습상태는 발아를 억제하는데(趙, 1984), 이 같은 과습상태는 발아의 필수요소인 수분, 산소, 온도 및 광선 중에 산소부족으로 인한 발아억제가 가장 큰 요인으로 작용할 것이다.

종피의 파상처리 후 파종전 침지처리에 따른 자엽의 출현율

파상 종자의 수분흡수를 위해 증류수에 침지한 후 육묘상에 파종할 경우 침지시간이 길수록 출아가 조기에 시작되었고 출아소요일수도 짧았다. 파상처리 후 침지시간이 길수록 자엽의 출현시기도 빠르게 나타났는데, 8 및 12시간 침지처리는 파종 후 6일만에 86% 이상이었으나 대조구를 포함한 0, 2 및 4시간의 침지처리는 70% 이하였다. 침지시간이 짧을수록 발아소요일수가 약 1-2일 정도 늦었지만 7일 후의 자엽출현율은 4시간 이상 침지처리구 모두 90% 이상이었고 9일 후에는 2시간 이상 침지처리구 모두 92% 이상이었다. 한편, 파상처리를 하였으나 침지처리를 하지 않은 처리구는 파종 6일 후에 자엽이 출현하기 시작하였고 9일 후의 자엽출현율도 57%로써 파상처리 후 침지처리에 비하여 매우 낮았다. 종피파상 후 침지

처리를 한 종자들은 파종 10일 후에 약 96% 이상의 자엽출현율을 보였고 그 이후에는 비슷하였으나 침지처리를 하지 않은 처리구는 10일 후에 70%였고 12일 후에는 약 81%로써 종피파상 후 침지처리에 비하여 약 17% 낮았다. 한편 종피파상과 침지처리를 하지 않은 대조구는 파종 후 7일째 발아가 시작되었고 자엽출현율도 처리구에 비하여 매우 낮았으며, 파종 12일 후의 자엽출현율이 67%에 불과하였다(Fig. 6).

이와 같은 결과는 작두콩의 발아에 있어서 수분흡수가 발아에 매우 중요한 요인으로 작용하며, 앞서 수행한 수분흡수율에서 7시간 후에 90% 이상의 수분을 흡수하는 것과(Fig. 2) 관계되는 것으로 추정된다. 즉 작두콩이 충분한 수분흡수가 이루어진 후에는 발아시(發芽始)나 발아세(發芽勢)에는 큰 차이가 없을 것으로 보이며, 따라서 작두콩의 종피파상 처리 후 침지시간을 8시간 내외로 함으로써 충분한 수분흡수(약 150%)가 이루어진 후 비교적 토양통기가 양호한 토양에 파종하면 발아율을 높이는 동시에 출아소요일수를 단축시킬 수 있을 것이다.

본 시험의 결과 작두콩의 수분흡수를 용이하도록 하기 위하여 종피에 파상처리를 하고 충분한 수분흡수를 시킴으로써 출아율을 30% 이상 향상시킬 수 있었는데, 이는 종피나 과피에 기계적으로 파상처리를 함으로써 경질종피의 수분흡수억제 장벽을 제거하여 발아를 향상시키기 때문이다(Bevilacqua *et al.*, 1987; Manning & van Staden, 1987). 그러나 파종 후 토양 수분함량이 과다하면 산소부족으로 인하여 발아가 억제되었고 부패하였으며, 부족하면 종피가 연화되지 않음으로써 자엽이 전개되지 않아 초생엽이 출현할 때 단단한 종피에 의해 방해를 받아 초생엽의 출현이 다소 지연되는 개체도 발견할 수 있었다. 따라서 趙(1984)가 제시한 70%를 유지시키는 것이 과습에 의한 종자의 부패를 방지하고 발아율을 증가시킬 수 있을 것이다.

적 요

작두콩의 종피는 매우 두껍고 단단하여 발아시 수분흡수가 어렵고 종근의 출현 이후 자엽이 종피로부터 나오는데 많은 시일이 소요된다. 따라서 종피에 기계적인 파상처리를 함으로써 수분흡수를 용이하게 하여 발아율을 높이고자 실시한 시험의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 작두콩의 무파상 종자는 처리 후 7일이 경과하여도 발아가 전혀 되지 않았으나, 파상처리 종자는 98%의 발아율을 보여 종피의 파상처리는 종자의 발아율을 증가시켰다.

2. 무파상 종자의 수분흡수율은 처리 후 8시간이 경과하여도 10% 이하였으나, 파상처리 종자는 7시간이 지난 후에 종자 건조중의 약 90% 수분을 흡수하였으며 8시간 후에는 종자 건조중의 150% 이상의 수분을 흡수하였고 종실의 길이와 폭은 약 1.4~1.5배 부풀었다.

3. 파상처리한 종자의 발아율은 고온일수록 높았는데, 25°C와 30°C에서 각각 96%와 93%였다.

4. 육묘상에서 상토별 자엽의 출현율은 식양토가 94%로써 모래, 미사 및 콤포스트에 비하여 가장 높았다.

5. 육묘상에서 종피에 파상처리하고 증류수에 침지한 종자가 무파상 종자에 비하여 발아가 조기에 시작되었고, 자엽의 출현율도 파종 9일 후에 92% 이상이었으나 종피파상과 침지처리를 하지 않은 종자는 발아가 늦었고 자엽의 출현율도 67%로써 매우 낮았다.

impermeable seed coat of *Sesbania punicea*. *Ann. Bot.* 59 : 335-341.

趙載英. 1984. 三訂 田作. 鄉文社. 서울. pp. 248-249.

崔鳳鎬, 洪丙憲, 姜光熙, 金鎮淇, 金碩鉉. 1991. 新制 種子學. 鄉文社. 서울. pp. 190-199.

Hoshikawa, K. 1981. Natamame (Sword bean). in *Shokuyou Sakumotu (Food Crops)*. Yoken-do, Tokyo. pp. 547-548.

Hsu, K. H., C. J. Kim, and L. A. Wilson. 1983. Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. *Cereal Chem.* 60 : 208-211.

Kelly, K. M., J. van Staden, and W. E. Bell. 1992. Seed coat structure and dormancy. *Plant Growth Regulation* 11 : 201-209.

Kim, W. J., E. S. Shin, C. K. Kim, and C. B. Yang. 1985. Factors affecting hydration rate of black soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17(1) : 41-44.

Manning, J. C. and J. van Staden. 1987. The role of the lens in seed imbibition and seedling vigor of *Sesbania punicea* (Cav.) Benth. (Leguminosae : Papilionoideae). *Ann. Bot.* 59 : 705-713.

Mayer, M. A. and Y. Shain. 1974. Control of seed germination. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25 : 167-193.

Parrish, D. J. and A. C. Leopold. 1977. Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physiol.* 59 : 1111-1115.

Purseglove, J. W. 1974. *Tropical crops : Dicotyledons*. Longman. London. pp. 242-246.

Quast, D. C. and S. D. da Silva. 1977. Temperature dependence of hydration rate and effect of hydration on the cooking rate of dry legumes. *J. Food Sci.* 42(5) : 1299-1303.

Wang, H. L., E. W. Swain, C. W. Hesseltine, and H. D. Health. 1979. Hydration of whole soybeans affects solid losses and cooking quality. *J. Food Sci.* 44 : 1510-1513.

인용문헌

Bevilacqua, L. R., F. Fossati, and G. Dondero. 1987. 'Callose' in the