

## 돼지감자 種子の 休眠성과 發芽誘導를 위한 種子處理

林根發\* · 李浩鎭\*\*

### Seed Dormancy of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Seed Treatment for Germination Induction

Kun Bal Lim\* and Ho Jin Lee\*\*

#### ABSTRACT

Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a biomass potential crop has several distinct advantages such as vigorous growth on poor land and high yield of carbohydrate. In this crop, seed dormancy has hampered the efforts of seed-propagation and to use them in breeding programs for improving jerusalem artichoke. Several seed treatments were tested to determine their effectiveness in overcoming the seed dormancy found in five collected varieties of jerusalem artichoke. The first results showed that the seed fertilities of five collected varieties ranged from 2.4% to 14.7% and the number of seed produced by one plant ranged from 88 to 1058. Germinability of seeds stored for 3 months at room temperature after harvest was almost 0% and it was not improved by addition to the treatments of temperature, light and GA<sub>3</sub>, while germinability of seeds stored for 27 months at room temperature after harvest increased to 47.5% in germination rate. But the removal and pin-pricking of seedcoat were very effective in breaking the seed dormancy, giving germination of 96.8% and 82.3%, respectively. These results showed that the seed dormancy of jerusalem artichoke was induced by the seedcoat. Besides the treatment of seedcoat removal and seedcoat-pinpricking, the treatment of low and wet stratification was also effective in breaking the seed dormancy of jerusalem artichoke. Whole dormant seeds incubated for 70 days in low and wet condition germinated over 85%.

#### 緒 言

돼지감자(一名 : 뚱판지)는 北美가 原産인 菊花科(Compositae) 해바라기屬(*Helianthus*) 植物로 아메리카 인디언에 의해 'Askipaw' 또는 'Skibwan'으로 불리면서 栽培되어 Pottage 라는 soup을 만드는데 쓰이거나 'Skibwan'이란 원래 '날것'이란 意味로 날것 그대로 利用되어졌다 한다.<sup>8)</sup>

17C초 인디언에 의해 耕作되어 利用되어지는 것이 처음 發見된 후 유럽으로 전과되었는데<sup>5,8)</sup> 돼지

감자가 병충해에 強할 뿐 아니라 肥沃度가 낮은 토양에서도 比較的 잘 자라고 저장 養分으로 D-fructose polymer를 形成하는데 관심을 갖고 이를 직접 澱粉産業에 응용하거나 간접적으로 여러가지 발효 公정에 탄소원으로 利用코자 하는데 研究의 勳점이 주어져 왔다.<sup>7,10,17,18,21)</sup>

돼지 감자는 같은 屬의 해바라기와는 달리 地上部에 植物學的 種子(Botanical Seed)와 地下部에 塊莖(Tuber)을 거의 동시에 形成하는데 이들은 모두 다음 世代를 이어가는 번식 器官으로서 意味를 지니고 있다. 보통 栽培는 塊莖에 의한 영양체 번식을

\*畜産試驗場(Livestock Experiment Station, Suwon 440-700, Korea)

\*\*서울大學校 農科大學(Coll. of Agric. Seoul Nat'l Univ, Suwon 440-744, Korea) <'89. 6.25 接受>

위주<sup>3,23,27)</sup>로 하는데, 이미 돼지감자를 栽培한 경우 수확후 잔존괴경은 월동이 可能하고 번식력이 매우 높아 除去하기가 어려운 정도이다.<sup>11,13,14)</sup>

영양체 번식을 위주로 하는 植物에서 種子에 의한 實生번식은 주로 새로운 遺傳因子 組成을 지닌 營養系(Clone)를 획득하기 위한 植物改良 目的의 手段으로 利用되어져 왔으며<sup>12,14)</sup> 그 밖에 植物遺傳 資源의 수집 및 保存, 그리고 최근 감자의 경우에서 처럼 직접 栽培에 응용되어 實用化된 경우도 보고되어 있다.<sup>12,22)</sup>

그러나 돼지감자의 영양번식 器官인 塊莖은 高溫에서 저장관리가 不可能하고 實際利用部位인 씨감자의 種子量이 상당량 必要할 뿐 아니라 媒介病蟲 및 種薯의 退化問題도 제기된다.

이와 같이 영양체 번식을 위주로 하기 때문에 제기되는 문제점들은 種子에 의한 增殖으로 대부분 해소시킬 수 있을 뿐 아니라 種子에 의한 實生번식은 遺傳素材의 保存과 전파, 새로운 品種의 育成을 위하여 必須의인 것이나 實生번식에 關한 기존의 研究는 全無한 상태이다.

따라서 本 研究에서는 Biomass 또는 Fructose 生産材로서 돼지감자를 開發 및 改良하기 위하여 기존의 塊莖 번식 대신 花器에서 착생된 種子들을 發芽시키고 進전한 幼苗와 植物體를 育成하는 方法을 확립코자 하였다.

이를 위하여 우선 國內外에서 수집한 5種 돼지감자의 花器에서 種子結實을 조사하였고 수집 種子들의 發芽特性을 밝히고 환경條件을 달리하여 發芽誘導를 시도하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 種子의 發芽

서울大 農大 飼料作物學 敎室에서 수집한 돼지감자 品種을 對象으로 수집중 保存 포장에서 1984년부터 1987년까지 매년 11월 각 수집종의 花器들을 채취하였으며 약 2주동안 室內에서 음진한 후 花器로부터 種子를 정선하였다. 그후 種子를 다시 1주 음진하여 品種別로 Vial에 담아 室內에 보관하여 오면서 各 試驗의 材料로 利用하였다.

#### 1) 種子의 結實과 形態 및 發芽特性 조사

돼지감자의 種子의 結實정도를 조사하기 위하여 70×30cm로 재식된 JA2, JA6, Mammoth French White, D-19, K-8 등 5個 品種 보존구에서 開

花로부터 약 45日이 지나 種子성숙이 完了되었을 때 15個體씩 地上部를 채취하여 各 品種別로 植物體當 花器數, 花器當 種子數 및 稔實率을 측정하였다.

또한 돼지감자 種子의 形態와 發芽特性을 조사하기 위하여 상기 5個 品種 種子의 1000粒重 및 果皮, 胚, 種皮의 比率를 조사함과 동시에 果皮除去 또는 種皮除去된 種子를 해부현미경으로 관찰하였으며, Slicetome(MW-1000)을 利用하여 JA6 種子를 종단 또는 횡단하여 Scanning electron microscope으로 種子內部 構造를 조사하였다.

돼지감자 種子의 發芽力 조사는 室內 저장기간이 약 3個月인 상기 5品種 種子에 온도, 光, GA3處理條件을 달리하여 品種當 50粒씩 3반복으로 Petri-dish에 Whatman No.2 여과지 2매를 깔고 Liebenberg 발아시험기에 치상하여 치상후 10일에 幼根이 種皮를 뚫고 2mm 이상 자란 個體數를 조사하여 發芽率을 계산하였다. 아울러 실내 저장기간이 3月, 15月, 27月, 39月된 상기 5品種의 20℃ Liebenberg 발아시험기에서 10일 후 發芽率을 조사하여 3個月 저장 種子의 發芽力과 比較하였다.

#### 2) 發芽誘導를 위한 種子處理

蒐集種중 種子生産이 比較的 많은 品種인 JA6에서 채취되어 室內에서 약 3個月 보관한 種子를 材料로 果皮와 種皮除去를 위해 약 36時間 수중에 침지시켰다가 손으로 일단 果皮를 제거하였으며 다시 약 5時間 수중에 침지後 種皮의 한쪽 끝을 Pin으로 더뜨리고 파열된 種皮의 반대 部位를 압착하여 種皮除去 種子를 얻었다.

이와 같은 方法에 의해 果皮만 제거된 種子, 種皮除去 種子 및 種皮에 Pin으로 구멍을 뚫은 種子의 發芽를 無處理 種子의 發芽와 比較하기 위하여 各 50粒씩 3반복으로 20℃ Liebenberg 발아상에 암상대로 치상하여 수중침지기간을 포함하여 10일 후 各 處理 種子의 發芽率을 조사하였다.

또한 室內에서 저장한 期間이 약 3個月인 JA6 種子를 두께 약 3cm의 목면에 쌓아 흡습시킨 후 Polyethylene bag 속에 넣어 수분증발을 막은 뒤 3.5±1.5℃ 냉장고에 보관하여 低溫濕層 處理하였다.

저온 습층처리 期間이 47日, 52日, 57日, 62日, 67日, 98日 되는 때에 種子를 꺼내어 50粒씩 5반복으로 20℃ Liebenberg 發芽箱에 치상하여 치상後 10일에 發芽率을 조사하였다.

## 結果 및 考察

돼지감자는 開花와 더불어 塊莖肥大가 이루어지고 5.19) 아울러 花器로부터 植物學的 種子(Botanical seed)를 形成하여 營養체 번식과 實生번식이 동시에 可能하도록 되어 있다. 그러나 돼지감자의 實生 번식이나 種子수확 및 利用에 관한 보고들은 거의 없는데 번식수단을 營養체로 하는 植物에서도 역시 改良을 위해서는 實生번식의 확립이 필요하다.

본 試驗에서는 돼지감자의 種子에 의한 實生번식을 시도하기 위하여 種子結實과 種자의 形態 및 發芽特性에 대하여 조사하였다.

### 1. 種자의 結實과 形態 및 發芽特性

돼지감자는 조숙종의 경우 7월 중순, 만숙종의 경우 9월 하순에 開花하였는데 水原地方에서 11월 지상부가 거의 고사하였을 때 조사한 植物體當 花器數는 品種간에 차이가 있어 JA 6 品種의 164.5개에서 K-8 品種의 52.4개까지 다양하였다(표 1).

조사된 돼지감자 品種의 조만숙정도는 D-19, JA 6, Mammoth French White, K-8, JA 2 順으로 대체로 조숙종일수록 形成되는 花器數가 많았는데 이는 돼지감자의 生育日數가 너무 짧은 地域에서 開花하지 않는다는 報告<sup>9)</sup>에 미루어 볼 때 조숙종일수록 충분한 生育日數가 확보되기 때문인 것으로 보이며 따라서 돼지감자의 開花는 品種의 조만숙과 관련을 맺고 있는 것으로 추정되었다.

1개의 花器는 品種에 큰 차이없이 약 60여개의 小花(Disk floret)들로 構成되어 있었으며 각 小花마다 果皮는 모두 形成되어 있었지만 대부분 不稔粒으로 種子稔實率은 많은 경우 D-19의 14.7%, 적은 경우 JA 2에서 2.43%에 불과하였으며 따라

서 花器當 稔實 種子數는 많은 경우 8.82개 정도이었다(표 2).

以上の 結果는 돼지감자 種자의 實生율이 약 10% 정도라는 外國의 보고<sup>9)</sup>와 대체로 일치하고 있었는데 이와같이 저조한 돼지감자 種子稔實率은 돼지감자 改良을 위한 目的의 種子利用에 制限要因으로 作用하게 될 것이므로 돼지감자 種자의 實生율이 낮은 원인이 보다 확실히 구명되어야 할 것으로 보인다.

돼지감자 種자는 果皮와 種皮 및 幼根을 갖는 子葉으로 構成되어 있었는데 1000粒重은 6.40~8.06g 정도로 形態面에서 해바라기 種자와 유사하였으나 소형이었으며 果皮가 29.6~36.6%, 種皮가 3.34~3.78% 및 나머지 59.77~66.92%가 幼根과 子葉을 갖는 胚로 構成되어 있었다(표 2).

돼지감자 種子에서 果皮를 除去하면 種皮에 둘러싸인 種자가 나출되었는데 幼根과 그 반대면 子葉선단 部位 쪽에 果皮와 種子 사이에 公극이 存在하였다.

種자를 48時間 以上 수중에 침지하여 種子에 水分을 충분히 흡수시키면 種皮와 胚 사이에 수분층이 形成되었는데 이때에 種皮의 한쪽 끝을 바늘로 터뜨린 후 반대 部位를 누르면 種皮의 一部가 파열되면서 種皮가 除去된 種자를 얻을 수 있었다. 種皮가 除去된 種자는 幼根을 축으로 子葉이 약 15° 벌어지는 特性을 나타냈다.

種皮가 一部 除去된 種자는 子葉이 녹색되고 동시에 팽창하면서 發芽하였는데 이때 種자는 서서히 種皮를 탈출하였다(사진 1).

種자의 幼根은 Procambial ring을 따라 V字 形態로 分化되어 있었고 幼根과 子葉을 둘러싸고 있는 種皮는 세개의 세포층으로 構成되어 있었는데 해바라기 種자의 構造<sup>25)</sup>와 比較하였을 때 内部構造의

Table 1. Means of No. of flower/plant, No. of seed/flower and seed fertility in five varieties of jerusalem artichoke.

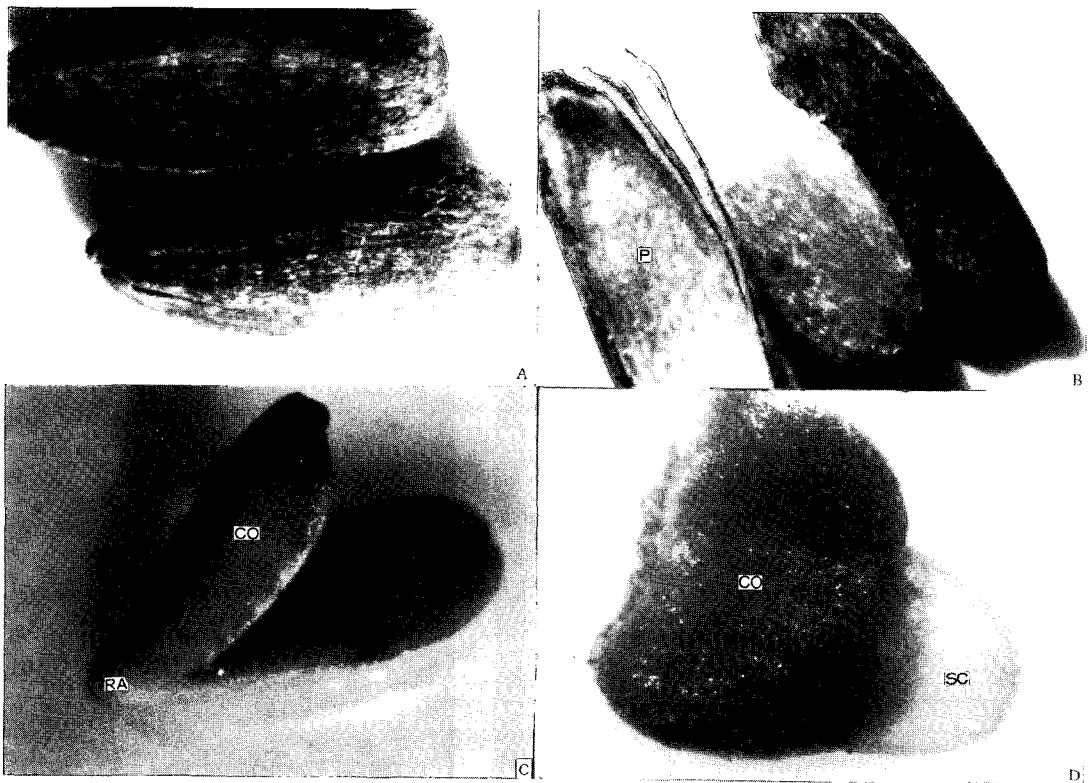
Var.	No. of flower /plant	No. of floret /flower	No. of seed /flower	fertility (%)
JA 2	60.4b	59a	1.46b	2.43 c
JA 6	164.5a	62a	6.43a	10.72ab
Mammoth French White	70.3b	57a	8.82a	14.70 a
D-19	95.2b	63a	8.04a	13.40 a
K-8	52.4c	60a	3.77b	6.28 b

Means within rows followed by the same letter were not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test

**Table 2.** Characteristics of jerusalem artichoke seeds

Var.	1000-seed wt. (g)	Composition of seed dry wt. (%)		
		Pericarp	Embryo	Seed coat
JA 2	7.70 b	30.54 b	66.12 b	3.34 a
JA 6	8.06 a	36.62 a	59.77 b	3.61 a
Mammoth French white	7.71 b	33.60ab	62.69ab	3.71 a
D-19	7.60 b	29.60 b	66.92 a	3.48 a
K-8	6.40 c	35.73 a	60.49ab	3.78 a

Means within rows followed by the same letter were not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.



**Photo 1.** Seeds of jerusalem artichoke (JA 6) A : Intact seeds B : Pericarp removed seed showing pericarp and embryo C : Seedcoat removed seeds D : Seed coat and cotyledon P : Pericarp Sc : Seedcoat Co : Cotyledon Ra : Radicle

큰 차이를 發見할 수 없었다.

그러나 돼지감자 種子는 品種간에 큰 차이없이 보통의 發芽 處置방법에 의해 發芽를 하지 않았는데 즉, 채취 後 室内보관 期間이 3 個月인 JA 2 와 4 種 種子에 發芽온도와 光條件의 有無處理 및 GA 3 處理를 각각 달리하여 發芽箱에 處置하여 10 일 되는 때에 種子의 發芽率을 조사한 결과 대체로 發芽率은 0 %에 가까웠다(표 3).

이와같이 돼지감자 種子가 品種 또는 처리에 큰 차이없이 發芽하지 않는 結果는 돼지감자 改良 또는 栽培目的의 種子利用에 큰 制限要因으로 생각되었으며 따라서 人爲的으로 種子發芽를 誘導시키는 方法을 모색할 필요가 있었다.

種자가 보통 發芽하지 않는 경우 胚의 미숙에 기인하거나<sup>24)</sup> 種子休眠에 의한 것으로 해석할 수 있는데 胚의 미숙상태가 아닌 休眠에 의한 경우 저장

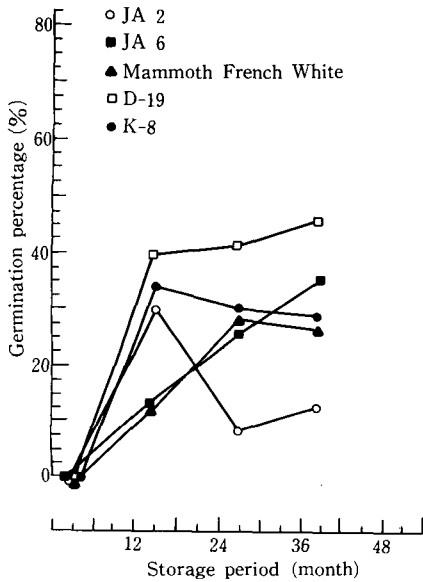


Fig. 1. Germination of intact seed in relation to storage period.

期間이 增加함에 따라 休眠이 점차 소거되고 따라서 種子在 發芽하는 것이 一般的이다.

돼지감자 種子는 形態構造의 면에서 보통 發芽가 잘 되는 해바라기 種子와 차이없이 幼根과 子葉이 충분히 分化되어 있었음으로<sup>25)</sup> 일단 種子休眠에 의해 發芽되지 않는 것으로 추정하고 이를 확인하기 위하여 JA 2 등 5個 品種 種子를 대상으로 室内 저장기간이 3, 15, 27, 29個月된 種子를 20°C Liebenberg 發芽箱에 貯藏하여 10日 後 저장기

간에 따른 種子の 發芽率變化를 조사하였다.

실내에서 2年 저장된 D-19, K-8, Mammoth French White, JA 6, JA 2 種子の 發芽率은 各各 42, 30, 28, 26%로 저장기간이 3個月인 5個 品種 種子の 平均 發芽率이 0%에 가까운 점과 비교하여 볼 때 品種간에 차이가 있었지만 室内 저장기간이 증가함에 따라 돼지감자 種子는 점차 發芽할 수 있음을 확인할 수 있었다(그림 1). 따라서 돼지감자 種子가 發芽하지 않는 원인은 대체로 種子休眠에 의한 것으로 추정할 수 있었다.

## 2. 發芽誘導를 위한 種子處理

種子の 不發芽를 해석하는데 있어 胚의 미숙상태에 의한 休眠이 아닌 경우 不發芽種子の 發芽誘導方法은 胚를 둘러싸고 있는 部位, 즉 果皮 또는 種皮를 人爲的으로 除去하거나 저온습층 處理에 의한 發芽의 誘導가 보편화 되어 있다.<sup>24)</sup>

따라서 室内 저장기간이 3個月인 JA 6의 4品種 種子에 發芽誘導를 위해 種皮除去와 저온습층 處理를 실시하였다.

### 1) 種皮除去效果

돼지감자 種子는 果皮와 種皮에 의해 幼根과 子葉으로 구성된 胚가 둘러싸여져 있었고(사진 1) 돼지감자 種子를 水中에 약 2일간 침지하여 두면 種子는 수분을 충분히 흡수함과 동시에 種皮와 胚 사이에 수분이 集積되어 種皮와 胚는 수분에 의해 격리되고 있음을 관찰하였다.

Table 3. Effects of temperature, light and GA3 on germination of intact seed after 10 days

Treatments	Var.					
	JA2	JA6	Mammoth French White	D-19	K-8	
Temperature* (°C)	15	0	0	0	0	
	20	0	3.4	0	10.5	
	25	7.9	0	0	0	
	30	0	10.5	0	12.1	
	35	0	0	0	2.6	
Light**	light condition	0	0	3.6	0	0
	dark condition	0	0	0	0	0
GA3*** (ppm)	0	0	0	0	0	
	10	0	2.8	0	9.8	
	100	8.2	4.9	0	0	
	1000	0	0	0	0	

\*at dark condition

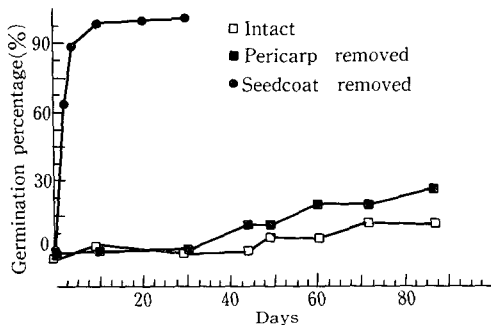
\*\*at 20°C

\*\*\*at 20°C and dark condition after 3 day soaking

**Table 4.** Germination percentages of five varieties as influenced by complete or partial removal of pericarp and seed coat.

Seed treatment	Mean of germination at 10 days (%)				
	JA 2	JA 6	Mammoth French White	D-19	K-8
Intact	0 b	4.6b	0 b	0 c	0 c
Pericarp removed	0 b	0b	3.8 b	0 c	0 c
Seedcoat removed	8.2 a	96.8a	98.2 a	89.6 a	98.6 a
Seedcoat pinpricked	86.4 a	88.2a	92.4 a	76.2 b	68.2 b

Means within rows followed by a same letter were not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.



**Fig. 2.** Cumulative germination of seedcoat removed seed compared with intact or pericarp removed seed(JA 6)

이때에 果皮를 除去하고 바늘로 種皮의 한쪽 끝을 뚫은 뒤 반대편을 누르면 種皮가 파열되면서 種皮가 除去된 胚가 나출되었다. 이러한 方法에 의해 果皮 除去 種子, 種皮除去 種子 또는 種皮에 구멍을 뚫은 處理種子들의 20℃ Liebenberg 發芽箱에서 20일 後 發芽率을 室內 貯藏기간이 3個月인 無處理 休眠種子의 發芽率과 比較한 結果 種皮를 除去하였거나 種皮에 바늘로 구멍을 뚫은 處理에 限하여 品種간에 큰 차이없이 거의 完全한 發芽誘導가 可能하였다(표 4).

그러나 無處理 種子 및 果皮만 除去한 種子是 發芽하지 않았으며(표 4) 또한 種皮除去 種子是 20일 後 4일 以內에 대부분 發芽하였는데 비해 無處理 및 果皮만 除去한 種子是 20일 後 90일까지도 30% 미만의 發芽에 불과하였다(그림 2).

이와같이 種皮除去 또는 種皮에 구멍을 뚫은 處理에 의해 거의 完全한 發芽誘導가 可能하였음은 돼지감자 種子가 胚의 미숙에 의해 發芽되지 않는 것은 아니고 種皮의 존재여부에 따라 돼지감자 種子의 發芽여부가 결정되고 있음을 나타낸다.

이러한 現象은 일종의 種子休眠으로 Nikolaeva<sup>15,16)</sup>

의 種子休眠區分에 따르면 Exogenous dormancy(A)에 해당되는데 보통 種皮에 의한 休眠(Seedcoat induced dormancy)으로 分類되고 있으며<sup>1,24)</sup> 種皮에 의한 休眠을 포함한 種子의 休眠은 보통 자연상태에서 저온습윤 期間을 거치는 동안 소멸되어 가는 것이 一般적이다.

이때에 種子休眠의 소거원인에 관해서는 주로 種皮의 산소투과성의 變化와 種皮內部的 Inhibitor와 Promotor의 균형의 상실에 의한 結果로 해석되고 있다.<sup>4,15)</sup>

그러나 돼지감자 種子休眠은 표 4의 發芽誘導方法으로부터 추론하여 볼 때 種皮에 의한 休眠狀態에 있음을 알 수 있었고 또한 그림 1의 結果로부터 돼지감자 種子의 種皮休眠은 室內 貯藏기간이 증가함에 따라 점차 소멸되고 있음을 알 수 있었다.

## 2) 低溫濕層處理效果

休眠種子가 겨울동안의 저온습윤 期間을 거치면서 休眠現象이 점차 소거되어질 때 種子休眠의 타파에 소요된 低溫期間을 低溫要求度라 하고<sup>24,26)</sup> 休眠種子是 이 要求가 충족되어지는 경우에 한하여 發芽할 수 있다고 보고되어 있다.<sup>2)</sup> 저온요구가 충족되어 졌다는 의미는 種皮에 의한 休眠의 경우 種皮가 더 이상 發芽抑制 要因으로 작용하지 않을 만큼 變化하였던가 胚休眠의 경우 種子內部的 發芽抑制物質과 促進物質의 균형이 상실되었던 경우로 區分할 수 있는데 低溫濕層處理는 種皮休眠과 胚休眠의 打破를 위해 모두 使用되는 方法으로 보고되어 있다.<sup>24)</sup>

따라서 JA 6 休眠種子를 Thevonet<sup>20)</sup> 등이 사과 休眠種子에 시도한 方法에 따라 목면에 種子를 쌓은 뒤 흡습시키고 수분증발을 막기 위해 Polyethylen bag에 담아 3.5℃ 냉장고에 貯藏하여 두고 處理期間이 47日, 57日, 67日, 98日 되는 때에 種子를 꺼내어 20℃ Liebenberg 發芽箱에 20일 後

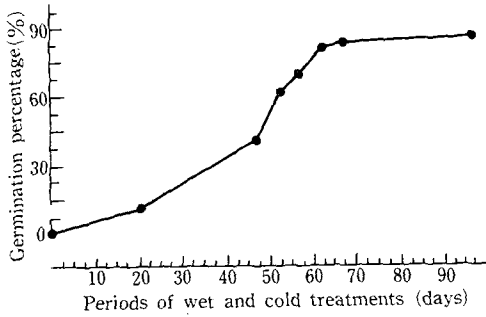


Fig. 3. Germination of intact seeds(JA6) treated at 3.5°C on wet cotton wool

10일 후 平均發芽率을 조사한 결과 47일까지는 40%, 57일까지 70%, 67일까지 83%, 98일까지는 90% 이상의 種子가 發芽하였다(그림 3).

이와같이 JA6 休眠 種子는 저온습층處理에 의해 85% 이상의 平均發芽率을 보였는데 處理期間이 增加함에 따라 85% 이상 發芽하는데 소요되는 發芽期間이 아울러 단축되었다. 따라서 돼지감자 休眠 種子의 發芽誘導를 위한 低溫濕層處理는 種皮除去方法과 함께 效果的이었다.

### 摘 要

國內外에서 수집한 5種(JA 2, JA 6, Mammoth French White, D-19, K-8) 돼지감자 花器에서 種子結實을 조사하였고 수집 種子들의 發芽特性을 밝히고 환경條件을 달리하여 發芽誘導를 시도하여 다음의 結果를 얻었다.

1. 稔實率은 品種에 따라 차이가 있어 JA 2의 2.4%에서 Mammoth French White의 14.7% 범위에 있었으며 1株로부터 채취 가능한 種子粒數는 JA 2의 88個에서 JA 6의 1,058個 범위이었다.

2. 수확후 3個月 室內 저장된 種子는 약 0%의 發芽率을 나타냈으며 온도, 光 및 GA3에도 發芽가 誘導되지 않았다. 그러나 室內에서 27個月 저장된 種子는 D-19 品種에서 47.5%까지 發芽하였다.

3. 種皮除去된 種子는 96.8%의 發芽率을 나타냈으며 種皮에 바늘로 구멍을 뚫었을 때에도 82.3% 發芽하였다. 따라서 種皮除去 方法에 의해 完全한 發芽誘導가 可能하였으며 돼지감자 休眠 種子는 種皮에 의해 發芽가 抑制되고 있음을 알 수 있었다.

4. 休眠 種子를 약 70일 低溫濕層處理한 경우 85% 이상의 發芽率을 나타냈으며 이 경우 種皮存在여부에 관계없이 어느 경우에도 發芽하였다.

### 引 用 文 獻

1. Bidwell, R.G.S. 1974. Plant Physiology. Macmillan publishing co. New York. pp. 538-541.
2. Come, D. 1978. Post harvest physiology of seeds as related to quality and germinability. In Quality and germinability of seeds. pp. 165-190.
3. David A. Wall, Ferdinand A. Kiehn, and George H. Friesen. 1986. Control of jerusalem artichoke(*Helianthus tuberosus*) in Barley(*Hordeum vulgare*). Weed Sci. 34: 761-764.
4. Dov koller. 1972. Environmental control of seed germination. In Seed biology. T.T. Kozlowski edit. Academic press p.31.
5. Jeiser Jr, C.B. 1976. Sunflowers. In evolution of crop plants. N.W. Simmonds edit. p.37. Longman(London and Newyork) Press.
6. Kahn, A.A. 1977. Seed dormancy: Changing concepts and theories. In the physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. A.A. Khan edit. Elsevier/North-Holland Biomedical press pp.29-50.
7. Kosaric, N., A. Wiczorek, G.P. Cosentino and Z. Duvnjak. 1985. Industrial processing and products from the jerusalem artichoke. Advances in biochemical engineering, Springer Velag.
8. Kosaric, N., G.P.Cosentino, A.Wiczorek and Z. Duvniak 1984. The jerusalem artichoke as an agricultural crop. Biomass; 5: 1-36.
9. Le Cochec, F. 1985. Les possibilites de production de grains de Topinambour(*Helianthus tuberosus* L.). Abstracts of 1st international conference on jerusalem artichoke and other bioenergy resources. Jun. 26-28, Korea.
10. Lee, C.C. 1978. Jerusalem artichoke-A potential solar crop for food and energy supplies. Ms thesis, Kansas State University.
11. Lim, K.B. and H.J.Lee. 1983. Biomass

- production and cultivation of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as an energy crop. Seoul National University, College of Agri. Bull. 8(1) : 91-101.
12. Li, C.H. and C.P. Shen. 1979. Production of marketable and seed potatoes from botanical seed in the people's republic of China. In production of potatoes from true seed, Report of planning conference on the production of potatoes from true seed held at Manila, Philippines Sep. 13-15, 1979. pp.21-28.
  13. Lim, K.B. and H.J.Lee. 1983. Effects of planting date and cutting management on jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) J. Korean Grassl. Sci. 4(2) : 147-151.
  14. Mendoza, H.A. 1984. Selection of uniform progenies to use TPS in commercial potato production. In innovative methods for propagating potatoes. Report of the XXIII planning Conference, Dec. 10-14, 1984 Lima, Peru. pp.5-16.
  15. Nikolaeva, M.G. 1980. Factors controlling the seed dormancy pattern. In the physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. A.A. Kahn edit. North-Holland publishing company. pp.51-74.
  16. Nikolaeva, M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Nat. Sci. Found., Washington, D.C.
  17. Sharon E. Fleming and Jan W.D. Groot Wassink. 1979. Preparation of high-fructose syrup from the tubers of the jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). CRC critical reviews in food science and nutrition, Nov. 1979, pp.1-28.
  18. Stauffer, M.D. 1980. Developing the technical capability for separating and utilizing inulin and protein fractions from jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers.
  19. Stauffer, M.D., Chubey, B.B. and Dorrell, D.G. 1981. Growth yield and compositional characteristics of jerusalem artichoke as they relate to biomass production. In : Fuels from biomass and wastes. D.L. Klass and G.H. Emert edit. Ann Arbor Science publishers Inc. p.79.
  20. Thevenot, C. and Come, D. 1973. C.R. Acad. Sci. Paris D-277, 1873-1876. In the physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press. pp.284.
  21. Underkofler, L.A., W.K. Mcpherson and Ellis I. Fulmer. 1937. Alcoholic fermentation of jerusalem artichokes. Industrial and engineering chemistry Vol. 29 pp.1160-1164.
  22. Upadhyya, M.D. 1979. Potential for potato production from true seed under developing country conditions. In Production of potatoes from true seed, Report of planning conference on the production of potatoes from true seed held at Manila-philippines Sep. 13-15, 1979. pp.12-20.
  23. Vanstone, D.E. and B.B. Chubey. 1978. Herbicides for control of volunteer jerusalem artichoke. Can. J. Plant Sci. 58 : 571-572.
  24. Villiers, T.A. 1972. Seed dormancy. In seed biology. T.T. Kozlowski edit. Academic press. pp.219-281.
  25. Walter Dedio and Eric D. Putt. 1980. Sunflower. In hybridization of crop plant. American Society of Agronomy. p.81.
  26. Wareing, P.E. 1982. Hormonal regulation of seed dormancy-past, present and future. In the physiology and biochemistry seed development, dormancy and germination. A.A. Kahn edit. Elsevier Biomedical press. p.188.
  27. Wyse, C.L. and L. Wilfahet. 1982. Today's weed : Jerusalem artichoke. Weeds Today 13(1) : 14-16.