

## 菜蔬 退化種子와 健全種子 浸漬溶液의 電氣傳導度, 有機 및 無機成分의 差異\*\*

閔 泰 基\*

### Differences of Electrical Conductivity, Organic and Inorganic Constituents in Leakage from Aged and Non-aged Vegetable Seeds\*\*

Tai Gi Min\*

**ABSTRACT** : The leakage characteristics of electrical conductivity, inorganic constituents-K, Ca, Mg and Na, total sugar and total amino acid from the exudates of some vegetable seeds of viable and non-viable (artificially aged) were quantified to get basic information about the detection of the non-viable seeds. The crops studied were radish, cabbage, broccoli, onion and carrot. The time course electrolyte leakage was different from viable and non-viable seed of cruciferae but not sensitive in onion and carrot seed. In inorganic constituents, potassium leakage was the greatest amount and difference between viable and non-viable seeds, but Ca, Mg and Na leakages were not as much differences as potassium. Total sugar as glucose and total amino acid as glycine leaked a lot more in aged radish, cabbage and broccoli seed than non-aged seed and the large differences were appeared after 4 hour imbibition.

As a results, in general the leakages from the aged seeds were greater than from the non-aged seeds in most components tested but they were varied depending on species or varieties and components.

**Key words** : Leakage, Electrical conductivity, Sugar, Amino acid, Aged seed

種자가 水分을 흡수하면 種子內에 함유하고 있는 水溶性 物質을 밖으로 漏出하는데 그 중에는 페놀물질, 糖, 有機酸, 이온, 蛋白質 등이 포함된다<sup>2,10)</sup>. 이러한 物質들은 일반적으로 水分吸收 初期段階에서 급속히 漏出되며 살아 있는 種자와 죽은 種子에서 공히 漏出되나 특히 죽은 種子에서 월등히 많은 量이 漏出된다고 알려져 있다<sup>9)</sup>. 이것은 種子細胞膜이 수분흡수 初期段階에서 整頓되

지 않았거나 種皮의 傷處 또는 老衰 혹은 種皮가 제 기능을 하지 못할 때, 種皮의 破壞 등에서 기인된다고 報告되었다<sup>7,9)</sup>.

이와 같이 退化種子에서 健全種子보다 많은 量의 種子 內容物質이 漏出된다는 원리를 이용하여 健全種자와 退化種자를 구별하므로써 種子 發芽率이나 種子勢를 예측하는 방법이 연구되었는데 그 중에 電氣傳導도를 이용하는 방법이 있다. 이

\* 大邱大學校 自然資源大(College of Natural Resources, Taegu University, Kyungsan 713-714, Korea)

\*\* 이 論文은 '92年度 韓國科學財團 研究支援에 의한 研究結果의 일부임( 과제번호:921-1500-053-2) <'95. 2. 20. 接受>

것은 종자를 낱개 단위로 선택할 수 있는 방법이 아니라 일정 종자량에서 누출되는 용액의 전기전도도를 비교하여 종자의 발아율이나 종자력을 비교하여 예측하는 방법이다<sup>11)</sup>.

최근에 Taylor 및 Min<sup>15)</sup>은 *Brassica*屬 채소종자의退化種子에서 페놀물질의 일종으로서 螢光物質인 sinapine이 누출되는 것을 발견하고 종자를 水分吸收시킨 후에 cellulose로 얇게 코팅함으로써 sinapine을 cellulose層에 吸着되도록 하여 UV광에서退化種子인 螢光種자를 낱개 단위로 선택하는 기술을 개발하였다. 또 우리나라에서 많이 재배되고 있으며 종자輸出에서 주요 품목인 무(*Raphanus*屬)種子에서도 sinapine을 이용한種子選別이 가능하였다<sup>8)</sup>. 이러한種子처리는退化種자를 선택할 수 있는 새로운 기술로서 螢光을 감지하는 color sorter(種子色彩選別機)를 이용한다면 자동으로 많은 量의 종자를 선택할 수 있다.

農業的인 면에서나 種子產業的인 면에서 발아율이 높고 종자력이 우수한 高品質의 종자를 만드는 기술이 절실하게 요구되고 있는 실정이다. 따라서 이러한種子選別技術을 더욱 發展시키기 위한 基礎作業으로退化種자와健全種자가 水分을 吸收할 때 누출되는 溶液 중에 sinapine 이외에 電氣傳導度, K, Ca, Mg 및 Na 등의 無機成分과 全糖 및 아미노산의 含量 差異를 조사하여 이들을 앞으로 種子選別에 應用할 수 있는지를 檢討하였다.

## 材料 및 方法

본 시험에 사용된 종자는 모두 홍농종묘로부터 제공된 종자로서 電氣傳導度 및 無機物 成分을 위하여 Broccoli(Greenchallenger), 무(총각알타리), 배추(서울배추), 양파(홍농종묘), 당근(홍농종묘)을 이용하였으며 全糖과 아미노산 成分을 위하여 배추 1품종(엇갈이배추), 무 2품종(용현무, 총각알타리), Broccoli 2품종(Eu-Green, Gr-

eenchallenger), 참깨(안산), 양파, 당근종자를 이용하였다. 健全種자와退化種子 사이의 漏出物의 差異를 보기 위하여 종자를 인위적으로退化처리하였는데,退化처리는 종자를 NaOCl 1%용액에 10분간 담구어 소독한 후 물이 담긴 데시케이터 용기에 종자를 퍼놓고 뚜껑으로 密封한 후 45℃ 인큐베이터에 두면서 종자가 거의 발아하지 않을 때까지退化처리하였다.退化된 종자는 4~5℃ 冷藏庫에 보관하면서 시험에 이용하였다.

種子에서 漏出되는 試料溶液을 얻기 위하여 健全種子 및退化種子 0.5g을 15ml의 3차 蒸溜水에 浸漬하였으며, 電氣傳導度는 30분 간격으로 試料溶液에 conductivity meter(Oyster)로 電氣傳導度를 측정하였고 無機物 分析은 種子浸漬 6시간 후에 溶液을 채취하여 K, Ca, Mg 및 Na를 atomic absorption spectrometer(varian)를 이용하여 定量하였다. 全糖 및 아미노산 分析을 위하여 種子浸漬溶液을 1, 2, 4, 8시간별로 채취하였으며 全糖은 Dubois<sup>6)</sup> 방법으로 phenolsulfuric acid를 사용하여 定量하였고, 아미노산은 Yemm<sup>16)</sup>의 방법으로 glycine을 標準으로 하고 ninhydrin으로 發色하여 定量하였다. 試料로 사용된 健全種자의 발아율은 표 1과 같다.

Table 1. Germination rate of the seed(non-aged) used in this experiment

Crop	Germination(%)
Cabbage	
(cv:Seoulbaechu)	90
(cv:Utgaribaechu)	90
Radish	
(cv:Yonghyun)	88
(cv:Chongakaltari)	85
Broccoli	
(cv:Eu-Green)	60
(cv:Greenchallenger)	74
Sesame	
(cv:Ansan)	85
Onion	75
Carrot	70

## 結果 및 考察

### 1. 電氣傳導度の 差異

電氣傳導度の 크기는 種子內에서 電氣傳導物質(이온)이 밖으로 漏出된 量에 따라 달라지는데 그림 1에서 보면 退化種子에서 시간이 경과할수록 健全種子보다 電氣傳導도가 대체적으로 높아짐을 알 수 있다. 그러나 種子 種類에 따라 그 差異가 매우 다르게 나타나고 있다. 같은 十字花科 菜蔬 種子인 Broccoli, 무 및 배추種子에서는 시간이 지날수록 電氣傳導度の 差異가 크게 나타나고 있으나 양파 및 당근種子에서는 差異가 거의 없었다. 최근에는 電氣傳導도를 single seed 단위로 자동적으로 측정하는 기계를 이용하여 種子活性檢定에 이용하기도 하였으나 退化種자를 大量으로 選別해서 分배해 내는 역할은 할 수 없는 한계점을 가지고 있다<sup>11)</sup>. 또 그림 1에서와 같이 種자의 종류마다 退化種자와 健全種子 사이에 差異가 다양하여 種子活性檢定에 응용할 수 있는 범위는 한정되어 있는 듯하다.

### 2. 無機物の 差異

무, 배추, broccoli, 양파, 당근種子에 대하여 健全種자와 退化種자의 K, Ca, Mg 및 Na의 漏出을 分析하였다(그림 2). 그림 2에서 보는 바와 같이 대체적으로 退化種子에서 無機物 漏出이 健全種子보다 많았으나 無機物 중에는 potassium이 가장 많이 漏出되었고, 품종 간에는 十字花科 채소작물인 무, 배추, broccoli에서 양파 및 당근보다 많이 漏出되었다. 이러한 현상은 그림 1에서의 電氣傳導度 성적과 비슷하며 電氣傳導度の 증가를 가져오는 주요 요소는 potassium이온이 아닌가 생각되는데 이것은 退化種자의 電氣傳導도가 broccoli>배추>무 순으로 큰데 potassium 漏出도 이와 같기 때문이다.

본 시험에서 分析한 無機物 중에서 種子退化 檢定에 응용할 만한 것은 potassium으로 생각되는

데 그것은 漏出의 量이 많고 健全種자와 退化種子 사이에 漏出量의 差異가 비교적 크게 나타나고 있기 때문이다. Ca, Mg 및 Na는 量도 적을 뿐만 아니라 漏出量의 差異가 크지 않아 種子退化 檢定에 응용하기에는 적합하지 않을 것으로 보인다. 따라서 sinapine 漏出을 응용하여 種자를 選別했던 것처럼 potassium 漏出을 檢定하여 肉眼으로나 機械로 識別할 수 있는 방법만 考案된다면 退化種子 選別에 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

### 3. 全糖의 差異

種자는 貯藏物質로서 澱粉, 脂肪, 蛋白質 등을 가지고 있으며 그 중에는 糖도 많은 種에서 발견된다. sucrose<sup>1,13)</sup>는 양배추 및 보리의 주요 貯藏物質이며 raffinose나 stachyose<sup>14)</sup>는 콩과작물 등에서 주요 貯藏物質이라고 알려져 있다.

앞에서 언급된 바와 같이 種자를 물에 浸漬했을 때 여러가지 種子內容物質이 漏出되는데 그 중에 糖도 예외가 아니다. 양파 및 배추種子에서 種자가 退化됨에 따라 全糖의 漏出이 增加하였다는 報告가 있다<sup>4,5,13)</sup>. 본 시험에서 배추 1품종, 무 2품종, broccoli 2품종 및 참깨 1품종, 양파 및 당근 각 1품종에서 退化種子 및 健全種子 사이의 全糖의 漏出을 조사하였다(표 2). 표 2에서 보면 무, 배추, broccoli 種子에서는 退化種子에서 시간이 갈수록 糖의 漏出이 差異가 컸으나 양파, 참깨, 당근種子에서는 差異도 적었고 漏出量도 적었다. 健全種자와 退化種子 사이에 糖 漏出의 差異를 이용하여 退化種자를 檢定하고 分離할 수 있으려면 漏出된 糖을 肉眼으로 識別할 수 있는 방법을 考案하여야 되며 이러한 연구가 더욱 필요하다. 이러한 種子 活性檢定에 糖의 漏出을 이용할 경우 품종에 따라 그 效率성이 달라질 것으로 보이며 본 시험에서 보면 十字花科 種子에서 더 효과적일 것으로 생각된다.

### 4. 아미노산의 差異

배추와 마늘 種子에서 아미노산 漏出이 檢出되었으며 이것이 發芽와 관계있다는 보고가 있으며

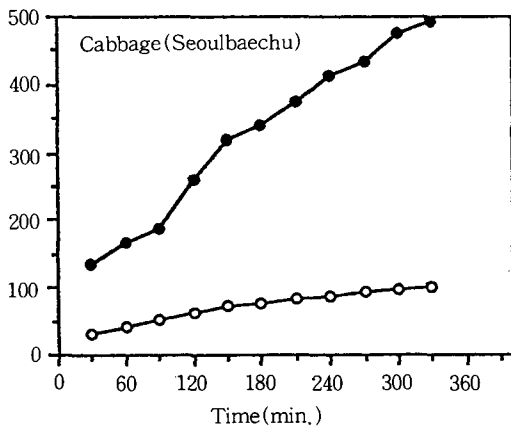
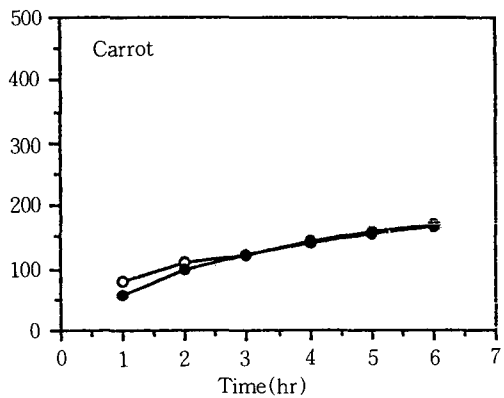
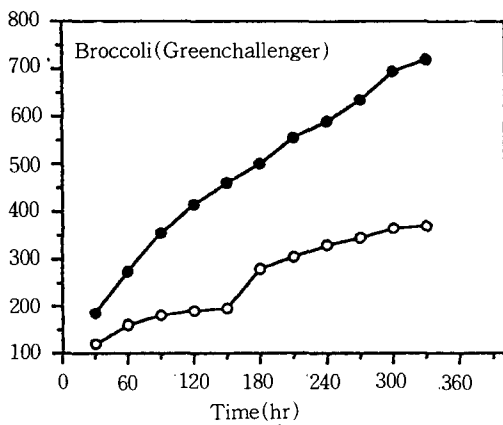
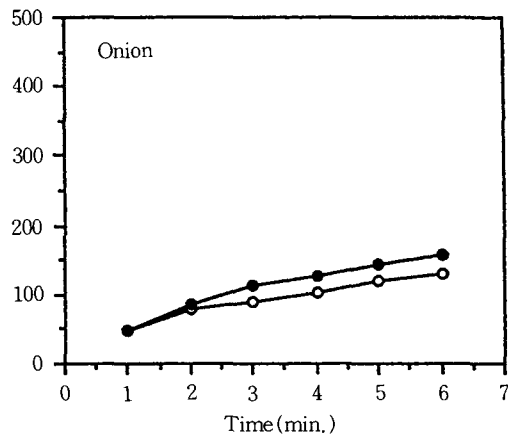
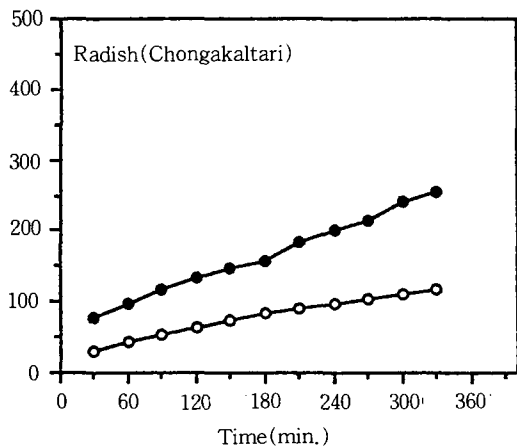


Fig. 1. Time course of electrolyte leakage from viable and non-viable seed of 5 vegetable crops. (Open symbol: control-viable seed, Closed symbol: aged-non viable seed)

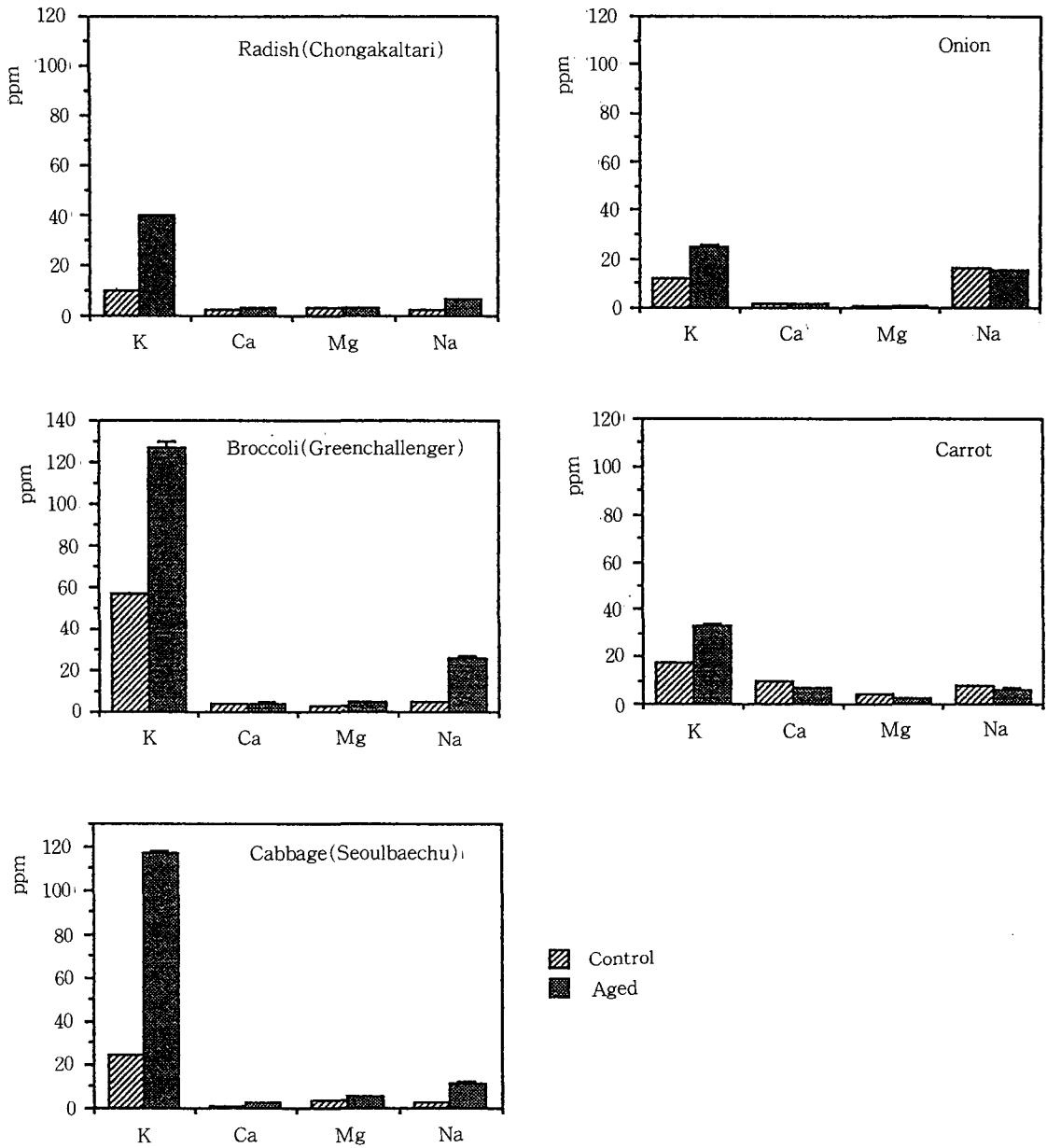


Fig. 2. Inorganic constituents(K, Ca, Mg and Na) leakage from viable(control) and non-biable seed(aged) of 5 vegetable crops.

<sup>17)</sup> 退化된 토마토種子에서 아미노산 漏出이 健全種子보다 많았다는 보고가 있다<sup>3)</sup>. 표 3에서 보면 人爲的으로 退化시킨 種子, 즉 發芽力을 喪失한

種子에서 公同적으로 아미노산이 健全種子보다 많이 漏出되는 것을 볼 수 있다. 또 十字花科 種子에서 뚜렷한 경향을 보여 주고 있어 앞에서 논의

Table 2. The time course leakage of total sugar from control (non-aged) and aged seeds of vegetable crops

Crop	Soaking time(hr)	Control	Aged
		$\mu\text{g} / \text{ml}$	$\mu\text{g} / \text{ml}$
Cabbage (cv:Utgaribaechu)	1	20.2± 3.7	42.7± 4.8
	2	23.7± 9.1	133.8±13.5
	4	28.1± 8.3	816.9±17.3
	8	30.5± 9.0	1041.0±20.0
Radish (cv:Yonghyun)	1	8.5± 1.6	5.8± 0.4
	2	13.2± 3.5	7.9± 0.7
	4	10.6± 5.0	11.2± 0.9
	8	87.4± 8.4	284.7±61.1
(cv:Chongakaltari)	1	57.3± 7.6	98.9±13.5
	2	58.8±11.2	172.5±30.0
	4	171.7±45.9	420.5± 6.2
	8	335.9±57.9	1127.1±50.0
Broccoli (cv:Eu-Green)	1	12.6± 0.6	13.1± 0.6
	2	22.9± 1.2	97.0±20.7
	4	24.1± 3.6	197.0±20.5
	8	260.3±26.3	1018.0±23.0
(cv:Greenchallenger)	1	21.3± 9.7	20.1± 3.2
	2	25.3± 1.0	99.1±12.6
	4	28.2± 1.0	193.7±26.6
	8	252.5±33.0	1355.6±23.2
Sesame (cv:Ansan)	1	61.9± 6.2	50.5± 2.5
	2	77.8± 8.7	60.4± 2.5
	4	70.9± 6.8	61.7± 2.8
	8	77.9± 9.2	83.8± 6.1
Onion (Heungnong)	1	32.0± 2.2	30.0± 1.0
	2	35.2± 4.0	40.0± 3.5
	4	45.2± 5.0	42.5± 4.0
	8	46.0± 6.0	50.0± 6.7
Carrot (Heungnong)	1	55.4± 3.5	40.2± 5.5
	2	55.8± 4.2	56.8± 3.4
	4	60.0± 5.5	65.3± 5.8
	8	60.5± 5.5	65.5± 3.2

- Total sugar is quantified from 0.5g of seed soaked in 15ml distilled water for 1, 2, 4 and 8 hours.  
 - The data are expressed as  $\mu\text{g} / \text{ml} \pm \text{SE}$  total sugar as glucose.

된 全糖이나 電氣傳導度에서와 동일한 경향을 나타내었다. 무 種子는 대체로 물에 浸漬후 4시간이 지나면 無處理 種子와 退化처리 種子사이에 아미 노산 漏出의 差異를 뚜렷이 나타내었고 배추種子

Table 3. The time course leakage of total amino acid from control (non-aged) and aged seeds of vegetable crops

Crop	Soaking time(hr)	Control	Aged
		$\mu\text{M}$	$\mu\text{M}$
Cabbage (cv:Utgaribaechu)	1	26.0± 3.8	52.0± 6.0
	2	36.1± 9.5	117.5± 4.5
	4	73.3± 7.5	271.3±35.8
	8	113.5± 7.8	459.3±22.1
Radish (cv:Yonghyun)	1	19.8± 8.9	22.8± 2.5
	2	38.1± 7.8	40.3± 7.5
	4	40.6± 5.3	58.0± 2.6
	8	106.0± 4.6	976.9±17.0
(cv:Chongakaltari)	1	46.4± 3.2	51.6± 7.1
	2	68.3±12.2	95.2±17.0
	4	127.8±26.5	142.1± 2.7
	8	209.5±10.1	269.0± 15.9
Broccoli (cv:Eu-Green)	1	115.3±26.5	184.4±15.0
	2	118.6±22.6	322.0±26.5
	4	270.1±33.1	528.8±66.8
	8	553.7±53.0	858.9±60.0
(cv:Greenchallenger)	1	41.6± 5.3	115.8±17.7
	2	97.7± 7.9	162.6±11.6
	4	121.3±10.9	427.3±65.3
	8	542.3±79.2	922.1±60.0
Sesame (cv:Ansan)	1	27.4±11.6	52.9±10.0
	2	48.8± 3.4	64.7± 2.2
	4	48.0± 5.5	69.8± 6.1
	8	48.4± 6.0	89.1±17.6
Onion (Heungnong)	1	22.3± 3.2	20.5± 5.0
	2	25.5± 5.5	28.9± 3.3
	4	30.0± 6.5	32.9± 6.7
	8	33.5± 4.8	40.0± 5.5
Carrot (Heungnong)	1	33.2± 5.8	35.6± 5.9
	2	40.2± 6.6	38.9± 3.8
	4	44.3± 7.7	40.5± 5.9
	8	45.0± 7.0	48.9± 8.0

– Total sugar is quantified from 0.5g of seed soaked in 15ml distilled water for 1, 2, 4 and 8 hours.  
 – The data are expressed as  $\mu\text{M} \pm \text{SE}$  total sugar as glucose.

나 broccoli種子에서도 같은 경향이었으며 비교 적 많은 量의 아미노산이 漏出되었다. 참깨나 양

과, 당근種子에서는 적은 量의 아미노산이 漏出되었고 그 差異도 크지 않았다. 이러한 傾向은 全糖에서도 동일하였다.

지금까지의 結果를 볼 때 退化된 種子일수록 健全種子보다 電氣傳導度, 無機物, 糖 및 아미노산의 漏出이 많았다. 이러한 이유의 하나는 種子在 退化하면 細胞膜의 기능이 저하되고, 細胞膜의 기능이 저하된다는 것은 細胞膜을 구성하는 세포가 죽는다는 것을 의미한다고 하였다<sup>2)</sup>. 그러나 본 시험에서도 볼 수 있듯이 같은 成分이라도 漏出의 量이나 差異에 있어서 作物의 種에 따라 서로 다르며 多樣하여 어떤 품종에는 이것을 응용하는데 신빙성이 없을 수도 있다. 電氣傳導度 측정으로는 고추나 토마토 種子の 活性 測定이 어렵다고 보고된 바 있다<sup>12)</sup>. 그러므로 漏出物을 이용하여 種子の 退化를 檢定하고자 할 경우에는 種子の 종류에 따라 또는 품종에 따라 먼저 健全種子和 退化種子 사이에 漏出되는 成分의 種類나 量, 그리고 漏出의 差異를 정확히 평가하여야 할 것으로 생각된다. 또 여러가지 성분에서 健全種子和 退化種子 사이에서 분명히 漏出의 差異가 있으므로 이를 이용하여 退化種子を 檢定하여 選別하고자 할 경우 漏出物에 의한 化學的인 發色反應을 誘導하여 肉眼이나 機械로 識別할 수 있어야 할 것이다. 이미 十字花科 退化種子에서 螢光物質인 sinapine이 漏出되는 것을 이용하여 種子を 選別할 수 있는 연구가 되어 있으므로, 다른 성분도 같은 原理로 種子を cellulose로 코팅하고 漏出되는 성분을 發色할 수 있는 發色藥을 種子에 spray하여 種皮에 發色되면 肉眼으로 識別할 수 있고 color sorter 機를 이용하면 자동으로 發色된 有色種子を 選別할 수 있을 것이다. 여러가지 成分에서 sinapine과 같이 漏出의 差異를 보이고 있어 앞으로 退化種子を 識別할 수 있는 發色藥이나 化學反應에 의한 種皮 및 種皮의 코팅層에 대하여 色彩變化를 誘導할 수 있는 基礎研究가 더욱 進行되어야 할 것으로 생각된다.

## 摘 要

種子が 水分을 吸收할 때 특히 退化種子에서 種子の 內容物質을 밖으로 漏出하는데 *Brassica*屬의 種子是 螢光物質인 sinapine이 漏出되는 것을 이용하여 退化種子を 選別하는 기술이 개발되어 있다. 따라서 본 시험에서는 무, 배추, broccoli, 참깨, 양파, 당근種子에서 sinapine이외에 電氣傳導度, 無機成分(K, Ca, Mg, Na), 全糖, 아미노산 등의 성분들이 退化種子和 健全種子 사이에 어떠한 差異로 漏出되는지를 검토하여 이들 성분을 이용할 때 退化種子を 檢定할 수 있는 指標로 사용될 수 있는지를 檢討하였다.

1. 種子浸漬溶液의 電氣傳導度는 退化種子에서 시간이 경과할수록 높아졌는데 十字花科 種자인 무, 배추, broccoli 種子에서 뚜렷한 差異가 있었으나 양파와 당근種子에서는 電氣傳導도 낮았고 差異도 거의 없었다.
2. 無機物의 漏出에서는 無機成分중 potassium이 가장 많이 漏出되었으며 退化種子和 健全種子 사이의 差異도 컸지만 기타 Ca, Mg, Na에서는 漏出量도 적었고 差異도 적었다. 또 十字花科 種子에서는 漏出이 많았고 양파와 당근種子에서는 漏出이 적었다.
3. 全糖의 漏出도 退化種子에서 健全種子보다 높았으며 역시 十字花科 種子에서 漏出量과 差異가 컸으나 양파, 당근種子에서는 漏出量과 差異가 적었다.
4. 아미노산의 漏出도 退化種子和 健全種子 사이에 差異가 컸으나 품종간 差異가 多樣하였고 十字花科 種子에서 漏出量이 많았으나 양파나 당근種子에서는 漏出量이나 差異가 적었다.
5. 全糖과 아미노산은 種子浸漬 후 約 4시간에서부터 健全種子和 退化種子에서 漏出量의 差異를 보였다.



## 引用文獻

1. Abdul-Bark, A.A. and J.D. Anderson. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science* 10:31-34.
2. Bewley, J.D. and M. Black. 1985. *Seeds. Physiology of development and germination*. Plenum Press, New York and London. pp. 367.
3. Coolbear P., A. Francis and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature presowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35:1609-1617.
4. Doijode S.D. 1985. Onion seed quality in relation to seed deterioration under accelerated aging conditions. *Vegetable Science* 12(2):59-63.
5. Doijode S.D. 1990. Solute leakage in relation to loss of seed viability on accelerated aging in different onion cultivars. *Indian J. Plant Physiology* 33(1):54-57.
6. Dobois M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chem.* 28(3):350-356.
7. Duke S.H. and G. Kakefuda. 1981. Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of legume seeds. *Plant Physiology* 67:449-456.
8. 閔泰基. 1994. Sinapine漏出을 이용한 十字花科 菜蔬의 退化種子 選別法. *한국작물학회지*. 39(5):473-479.
9. Powell A.A. and S. Matthews. 1979. The influence of testa condition on the imbibition and vigor of pea seeds. *J. Exp. Bot.* 30:193-197.
10. Priestley D.A. 1986. Seed aging implication for seed storage and persistence in the soil. Comstock Publishing Associates: Ithaca, New York pp. 304.
11. Steere W.C., W.C. Levengood and J.M. Bondie. 1981. An electronic analyser for evaluating seed germination and vigor. *Seed Sci. & Technol.* 9:567-576.
12. Sundstorm F.J., J.E. Armstrong, R.L. Edward and B.L. McDowell. 1986. Relationship between laboratory indices of hot pepper seed vigor and crop greenhouse performance. *Seed Sci. & Technol.* 14:705-714.
13. Takayanagi, K. and K. Murakami. 1968. Rapid germinability test with exudates from seed. *Nature* 218:493-494.
14. Tanaka, M., D. Thananunkul, T.C. Lee and C.O. Chichester. 1975. A simplified method for the quantitative determination of sucrose, raffinose and stachyose in legume seeds. *J. Food Sci.* 40:1087-1088.
15. Taylor, A.G., T.G. Min and C.A. Mallaber. 1991. Seed coating system to upgrade brassicaceae seed quality by exploiting sinapine leakage. *Seed Sci. & Technol.* 19:423-434.
16. Yemm, E.W. and E.C. Cocking. 1955. The determination of amino acid with ninhydrin. *The Analyst* 80:209-213.
17. Zheng, X. 1991. The relationship between exudate and vigor of vegetable seeds. *Acta Horticulturae Sinica* 18:143-147.