

ORIGINAL ARTICLE

## 필름코팅 소재들이 배추 종자의 발아 및 활력에 미치는 영향

강점순\* · 김현도 · 이정은 · 제병일 · 이용재 · 박영훈 · 최영환

부산대학교 원예생명과학과

### Influence of film-coated Materials on Germination and Seedling Vigor of film-Coated Chinese Cabbage Seeds

Jum-Soon Kang\*, Hyeon-Do Kim, Jung-Eun Lee, Byoung-Il Je, Yong-Jae Lee, Young-Hoon Park, Young-Whan Choi

*Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea*

#### Abstract

The purpose of this study was to identify for extenders, adhesives, colorants, and fungicides suitable for the production of high-quality film-coated seeds of Chinese cabbage. In addition, the effect of various additives used for film coating on the germination of coated seeds and seedling vigor was investigated to establish appropriate treatment conditions for film coating efficiency. The germination rate and germination speed in Chinese cabbage film-coated seeds did not differ significantly depending on the type and concentration of the extender, while the use of Talc resulted in superior granulation capacity and adhesion of the seed coat in comparison to Zeolite. There was no significant difference in the germination rate depending on the type of adhesive used for film coating of Chinese cabbage seeds, but the germination rate was slightly slower in the film-coated seeds using carboxymethyl cellulose as an adhesive. On the other hand, the seeds coated with a film using 1% PVA as an adhesive not only maintained hardness enough to withstand external pressure, but also showed a high germination rate. In addition, the suitable disinfectant for film coating was venoram, and the treatment concentration was good at 250 mg·L<sup>-1</sup>. The type of colorant used in the film-coated seeds of Chinese cabbage did not significantly affect the germination rate, germination speed, and seedling vigor. The seeds film-coated using the liquid colorant were superior in appearance to the seeds film-coated with the solid colorant, which implies the possibility of reduction in the manufacturing costs by using the water-soluble paints as colorants for film-coated seeds.

**Key words** : Adhesives, Chinese cabbage, Colorants, Film-coated, Germination

#### 1. 서론

최근 다수확 등 우량형질의 종자가 등장함에 따라 발아능이 우수한 종자의 요구도가 증가하고 있다. 세계 종자처리 시장규모는 2018년 417억 달러 이상으로 추정되고(Lee, 2020) 현재 종자 코팅기술은 세계적으로 10억

달러의 시장을 형성하고 있다(Kang et al., 2020). 세계 종자시장은 미국을 선두로 프랑스, 네덜란드 등의 농업 선진국이 주도하고 있으며, 이들은 우량 품종 육성뿐 아니라 종자의 가치를 상승시킬 수 있는 종자처리 및 가공 기술 개발에 많은 투자를 하고 있다(Gevrek et al., 2012).

Received 24 November, 2021; Revised 10 December, 2021;

Accepted 13 December, 2021

\*Corresponding author: Jum-Soon Kang, Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea  
Phone : +82-55-350-5523  
E-mail : kangjs@pusan.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우리나라는 일부 원예작물에서 육종기술은 우수한 편이지만 종자가공 기술은 아직 선진국에 비해 개선해야 할 부분들이 많다(Kim, 2020). 작물의 생산성을 향상시키기 위해서는 우량 형질의 품종개발과 아울러 종자의 품질을 향상시키는 가공기술이 확보되어야 한다.

종자를 보호하기 위해 종자 처리제를 사용한 것은 초기 작물보호 방법 중 하나였다. 종자처리제는 작물을 보호하기 위하여 고대부터 농민들이 사용하였던 방법이었고, 기록상 가장 오래된 종자처리 사례로서는 양파 즙액, 사이프러스 추출물, 재(Ash), 올리브 잔재의 활용을 들 수 있다(Smith and Secoy, 1975). 그러다가 17세기부터 종자에 소금물 처리가 이용되어 왔으며, 구리 화합물 또는 비소와 수은이 종자처리에 이용되기 시작하였다(Sahoo et al., 2014, Sharma et al., 2015). 오늘날 종자처리제는 새로운 기술의 개발로 더욱 발전하고 있으며, 그 시장규모도 증가할 것으로 예측된다.

1960년대에는 종자의 표면을 소독하거나 보호하는 목적으로 종자처리를 사용하였다. 그러다 처음으로 침투성 살균제가 종자처리에 사용된 것은 1968년이었으며, 침투성 살균제는 종자표면에 약효를 미칠 뿐 아니라 유묘를 공기 전염성 병원균으로부터 보호하는 역할까지 하였다(Korea Seed & Variety service, 2011). 그 이후 새로운 종류의 살균제, 살충제, 살선충제가 개발되어 인간 및 환경에 대한 영향은 줄이면서 예방 방제가 가능한 병해충은 늘어나게 되었다(ISF, 2007).

1990년 이후에 파종된 종자를 각종 병원균과 충해로부터 보호하기 위해 살균제나 살충제를 종자에 피막처리해 왔으나 이러한 관행적인 방법은 먼저 발생량이 많고 처리자의 건강을 해치는 단점이 있었다(Robani, 1994).

필름코팅 종자는 원래 종자의 형태와 모양을 유지시키면서 크기만 2% 증가시킨 것으로 피막처리에 비해 먼지발생량을 줄여 재배자가 안전하게 이용할 수 있을 뿐만 아니라 균일한 약제 처리가 가능하다(Kunkur et al., 2010; Avelar et al., 2012). 또한 종자 외형이 좋아지고 밝은색으로 코팅된 것은 식별이 용이할 뿐만 아니라 입묘를 향상시키기 위해 살균제, 살충제, 생물방제제 및 유용미생물의 첨가가 용이하여 병원균의 침입으로부터 종자와 유묘를 보호할 수 있는 장점이 있다(Robani, 1994).

필름코팅을 제조하는 과정은 먼저 필름코팅 제조기에

종자를 넣고 조제한 코팅물질을 첨가하면서 코팅 종자가 완성된다. 필름코팅 종자 생산에 포함되는 물질로는 살균제, 살충제, 생물방제제, 색소 및 착색제가 있으며 필요로 하는 목적에 따라 성장조절물질이 첨가되기도 한다(Taylor et al., 1998).

시판중인 채소종자는 필름코팅 처리된 것들이 대부분이지만 불량발아 환경조건에서 높은 발아력을 보유했어야 하는 것 등 아직까지 개선해야 하는 부분들이 많다.

따라서 본 연구는 고품질의 필름코팅 종자를 생산하고 수입에 의존하고 있는 착색제를 대체할 수 있는 물질을 탐색하여 필름코팅의 효율화를 위한 적정 처리 조건을 확립하고자 하였다. 또한 필름코팅에 사용되는 착색제가 유묘세와 포장조건에서 묘출현율 및 생육에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 증량제 탐색

필름코팅 종자생산을 위해 사용된 증량제는 talc와 zeolite였다. 증량제는 1%의 polyvinyl alcohol(PVA) 용액 1 L를 조성한 후 이곳에 증량제인 talc와 zeolite 각각 25 g·L<sup>-1</sup> 및 50 g·L<sup>-1</sup> 첨가하였고, 착색제로는 Farbosol red 1.5 g·L<sup>-1</sup>을 첨가하였다. 실험에 사용된 채소 종자는 배추 종자(CR-황상, 현대종묘)였다. 필름코팅 종자 제조는 종자코팅기(Seed processing, Enkhsizen, Holland)에 배추 종자 200 g을 넣고, 위와 같이 조성된 필름코팅 혼합용액을 서서히 첨가하여 필름코팅 하였다. 필름코팅된 종자의 경도조사는 종자 경도계(Fujiwara, Japan)를 사용하였고 수직으로 압박하여 깨어질 때의 압력(g/cm<sup>2</sup>)으로 표시하였다. 필름코팅된 종자는 실온에서 24시간 동안 필름코팅전의 초기흡수율로 건조시킨 후 20℃에서 발아력을 조사하였다. 발아실험은 petridish(9.0 cm)에 흡습지(Whatman No. 2) 2장을 펴고 발아온도별로 종자 100립을 3반복으로 치상하였다. 발아조사는 종자를 치상한 후 13일까지 12시간 간격으로 조사하였고 발아 판정은 유근이 종피를 뚫고 1.0 mm 이상 신장된 것을 기준으로 하였다. 최종발아율과 최종발아율에 대한 50% 발아에 소요되는 일수(T<sub>50</sub>)는 아래 공식에 의해 산출하였다. 그 밖의 발아실험은 ISTA(International Seed Testing Association)기준에 근거

하여 시행하였다.

$$T_{50} = T_i + \frac{(N+1)/2 - N_i}{(N_j - N_i)} \times (T_j - T_i)$$

$N$ : 발아조사 마감시간까지 발아된 종자수의 합계

$N_i$ : 에 대한 50% 직전까지 발아된 종자수의 합계

$N_j$ : 에 대한 50% 직후에 발아된 종자수의 합계

$T_i$ :  $N_i$  시점까지 소요된 발아기간

$T_j$ :  $N_j$  시점까지 소요된 발아기간

## 2.2. 접착제 탐색

필름코팅 종자에 적합한 접착제를 선별하기 위하여 carboxymethyl cellulose (CMC)와 polyvinyl alcohol (PVA) 1% 및 2% 용액을 각각 조성한 후 이곳에 증량제인 talc 25 g·L<sup>-1</sup>과 착색제인 Farbosol red 1.5 g·L<sup>-1</sup>을 첨가하였다. 필름코팅 종자제조는 위의 방법과 동일하였다. 접착제 종류를 달리하여 필름코팅한 종자는 실온에서 24시간 건조시킨 후 20℃에서 발아력을 조사하였다.

## 2.3. 살균제 종류 탐색

필름코팅 종자에 적합한 살균제 선별하기 위해 1%의 PVA 용액을 1 L을 조성한 후 증량제인 talc 25 g·L<sup>-1</sup> 및 착색제 Farbosol red 1.5 g·L<sup>-1</sup>을 첨가하였다. 필름코팅 종자에 사용된 살균제는 베노람(동부한농)과 호마이(전진산업)이었고, 처리수준은 각각 250 mg·L<sup>-1</sup> 및 500 mg·L<sup>-1</sup>이었다. 이와 같이 살균제가 첨가된 필름코팅 혼합 용액으로 종자를 필름코팅하여 실온에서 24시간 건조한 후 20℃에서 발아력을 조사하였다.

## 2.4. 착색제 종류 탐색

필름코팅 종자에 적합한 착색제를 탐색하기 위한 사용된 색소는 Brilliant Blue R, F.Cromom Brown MRH, Farbosol Blue 3G, Farbosol Yellow F4G, Rifafix Orange 2 Rn, Rifafix Red 2BN, Rifafix Red 3BN 150, Rifafix Yellow Brown HN, Rifazol Brill. Blue R Sp 및 Rifazol Turquoise Blue G를 포함한 고형 색소 10 종류와 수성용 페인트 색소(더기반)로 사용하는 black, bright blue, bright green, brown yellow, red brown, yellow의 액체색소 6종류를 사용하였다. 종자 필름코팅용 착색제를 탐색하기 위해 사용된 접착제는 PVA 1% 1 L 용액으로 여기에 증량제인 talc 25 g을 첨

가하였으며, 고형색소는 각각 3 g(0.3%) 및 6 g(0.6%), 액체색소는 10 mL(0.1%) 및 20 mL(0.2%)를 첨가하였다. 또한 살균제로 호마이(전진산업)를 250 mg·L<sup>-1</sup> 첨가하였다. 이와 같이 혼합필름 코팅 조성 용액으로 필름코팅된 종자를 20℃에서 발아력을 조사하였다.

## 2.5. 필름코팅 종자의 착색제가 종자활력에 미치는 영향

실험에 사용된 배추종자는 대동배추(농우바이오)였고, 착색제가 필름코팅 종자의 종자활력에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 필름코팅 종자에 사용되는 착색제 종류와 필름코팅 종자제조 방법은 위에 방법과 동일하였다.

다양한 착색제로 필름코팅된 종자의 유묘활력은 BP 검정을 이용하였다. 이를 위해 BP 검정용 용지인 heavy 용지와 regular 용지를 증류수에 흡습시킨 후 25℃에서 1일간 보관하였다. 그 후 수분을 제거한 heavy 용지에 50립의 필름코팅 종자를 적당한 간격으로 배열시킨 후 regular 용지를 덮어 20℃의 항온기에서 종자활력을 조사하였다. 종자활력 조사는 2회에 걸쳐 시행되었다. 1차 조사는 치상 5일 후 정상묘, 비정상묘 및 불발아종자 등을 조사하였고, 최종조사인 2차 조사는 치상 10일 후에 실시하였다. 최종 조사일에는 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 증량제 탐색

필름코팅 종자제조에 사용되는 증량제는 종자의 외관을 좋게 하고 부피를 증가시키면서 발아에는 영향이 없어야 한다. Table 1은 배추의 필름코팅 종자에 적합한 증량제를 선별하고자 하였다. 배추 필름코팅 종자는 첨가되는 증량제의 종류 및 농도에 따라 발아율과 발아속도에는 큰 차이가 없었다. 따라서 필름코팅 종자제조에 증량제로 사용되는 talc와 zeolite는 발아에 영향을 미치지 않는 우수한 증량제였다. 다만 zeolite보다 talc를 필름코팅 증량제로 사용하였을 때 코팅형성 능력이 우수하였으며 종피 부착성도 좋았다. 또한 코팅종자의 경도도 zeolite에 높아 운송이나 기계화 파종하는 과정 중에 깨어질 우려가 적었다. 필름코팅 종자의 외관을 고려한다면 필름코팅에 적합한 증량제는 talc였고 첨가량은 25 g·L<sup>-1</sup>가 좋았다.

**Table 1.** Effect of different kinds of film coating particulate matter on percent germination, T<sub>50</sub>, easiness of granulation, and hardness of film coated Chinese cabbage seeds at 20°C

Film coating particulate matter	Concen. (g·L <sup>-1</sup> )	Germination (%)	T <sub>50</sub> (days)	Hardness <sup>2)</sup> (g)	Granulation capacity <sup>3)</sup>
Talc	25	100.0	0.7	282	++
	50	99.3	0.7	324	++
Zeolite	25	98.0	0.7	226	+
	50	99.3	0.7	268	+
Untreated		100.0	1.0	-	-
LSD(0.05) <sup>3)</sup>		NS	NS	18.4	-

<sup>2)</sup> Hardness is the force(g) required to crushed coated seed.

<sup>3)</sup> + good, ++ very good.

<sup>3)</sup> Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

**Table 2.** Effect of different kinds of film coating binder on percent germination, T<sub>50</sub> and hardness of film coated Chinese cabbage seeds at 20°C

Film coating binder <sup>2)</sup>	Concen. (%)	Germination (%)	T <sub>50</sub> (days)	Hardness <sup>3)</sup> (g)
Carboxymethyl cellulose(CMC)	1	99.3	0.8	228
	2	98.7	0.8	257
Polyvinyl alcohol(PVA)	1	99.6	0.6	297
	2	100.0	0.6	347
Untreated		100.0	0.9	-
LSD(0.05) <sup>3)</sup>		NS	0.12	22.4

<sup>2)</sup> Seed film coating with talc.

<sup>3)</sup> Hardness is the force(g) required to crushed coated seed.

<sup>3)</sup> Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

### 3.2. 접착제 탐색

필름코팅 종자에 사용되는 접착제는 종자와 피복물질 간의 결합을 증가시키는 데에 중점을 둔다. Table 2는 필름코팅에 적합한 접착제를 선발하고자 접착제 종류 및 농도를 달리하여 필름코팅 종자의 발아력을 조사한 결과이다.

필름코팅된 배추종자는 접착제의 종류 및 농도에 따라 발아율에는 유의적인 차이가 없었으나 발아속도에는 차이가 있었다. 무처리 종자의 발아율이 100%였고, 접착제 종류를 달리하여 필름코팅한 종자들도 98% 이상의 높은 발아율을 보였다. 또한 최종 발아율의 50% 발아하는데 소요되는 일수인 T<sub>50</sub>은 무처리 종자에서 0.9일 소요되었다. 접착제로 carboxymethyl cellulose를 사용하면 발아속도가 PVA에 비해 약간 늦어지는 경향이였다.

고농도의 접착제를 사용하여 필름 코팅된 종자는 경도가 증가하여 운송 중에 깨우질 확률은 낮으나 발아력이 저하될 수 있다. 코팅 종자 생산에 첨가되는 착색제의 처리농도는 접착제의 종류에 따라 다르지만 0.5-4.0% 범위가 적당하다고 알려져 있다(Baxter와 Wates, 1986). 그러나 본 실험에 사용된 PVA는 2%의 높은 농도에서도 발아를 억제하는 현상이 낮았다. 따라서 코팅 종자에 적합한 농도와 발아력을 고려한다면 배추의 필름코팅 종자제조에 적합한 접착제는 PVA였고 경제적 요인을 감안한다면 처리농도는 1%였다(Table 2).

### 3.3. 살균제 종류 탐색

종자에 병원균이 존재하면 종자 퇴화를 가속화시키고 유묘출현 후 입묘형성에도 영향을 주게 된다. 필름코팅

**Table 3.** Effect of different kinds of film coating fungicide on percent germination and T50 of film coated Chinese cabbage seeds at 20°C

Fungicide <sup>2)</sup>	Concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	Germination (%)	T <sub>50</sub> (days)
Venoram	250	100.0	0.6
	500	98.7	0.7
Homai	250	100.0	0.7
	500	99.3	0.6
Untreated		100.0	0.9
LSD(0.05) <sup>3)</sup>		NS	NS

<sup>2)</sup> Fungicide at 250, and 500mg·L<sup>-1</sup> were added to the during film coating processing and seed film coating with talc.

<sup>3)</sup> Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

**Table 4.** Effect of different kind of film coating color on percent germination and T50 of film coated Chinese cabbage seeds at 20°C

Color material <sup>2)</sup>	Concentration (%)	Germination (%)	T <sub>50</sub> (Days)
<i>Solid color material</i>			
Brilliant Blue R	0.3	99.3	0.8
	0.6	99.3	0.8
F.Cromom Brown MRH	0.3	98.7	0.8
	0.6	100.0	0.8
Farbosol Blue 3G	0.3	99.3	0.8
	0.6	100.0	0.8
Farbosol Yellow F4G	0.3	100.0	0.8
	0.6	98.7	0.8
Rifafix Orange 2 Rn	0.3	99.3	0.8
	0.6	100.0	0.8
Rifafix Red 2BN	0.3	100.0	0.8
	0.6	99.3	0.8
Rifafix Red 3BN 150	0.3	100.0	0.8
	0.6	100.0	0.8
Rifafix Yellow Brown HN	0.3	100.0	0.8
	0.6	100.0	0.8
Rifazol Brill. Blue R Sp	0.3	100.0	0.8
	0.6	100.0	0.8
Rifazol Turquoise Blue G	0.3	99.3	0.8
	0.6	100.0	0.8
Untreated		99.3	0.9
LSD(0.05) <sup>3)</sup>		NS	NS
<i>Liquid color material</i>			
Black	1.0	99.3	0.8
	2.0	100.0	0.8
Bright Blue	1.0	99.3	0.8
	2.0	99.3	0.9
Bright Green	1.0	99.3	0.9
	2.0	100.0	0.9
Brown Yellow	1.0	97.4	0.9
	2.0	98.7	0.8
Red Brown	1.0	99.3	0.9
	2.0	100.0	0.8
Yellow	1.0	98.7	0.9
	2.0	99.3	0.8
Untreated		99.3	0.9
LSD(0.05)		NS	NS

<sup>2)</sup> Seed film coating with talc.

<sup>3)</sup> Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

**Table 5.** Effect of different kind of film coating colorant on germination rate of film coated 'Palkong' Chinese cabbage seeds at 20℃

Film coating colorant	Germination rate(%)					
	5 days			10 days		
	Normal	Abnormal	Total	Normal	Abnormal	Total
<i>Solid color material</i>						
Brilliant Blue R	80.0	6.7	86.7	83.3	6.7	100.0
F.Cromom Brown MRH	86.7	4.4	91.1	90.0	3.3	98.7
Farbosol Yellow F4G	92.2	4.4	96.6	92.2	4.4	100.0
Rifax Orange 2 Rn	86.7	2.2	88.9	87.8	2.2	100.0
Rifax Red 2BN	88.9	4.4	93.3	91.1	3.3	98.7
Rifax Red 3BN 150	93.3	4.4	97.7	98.9	1.1	98.0
Rifax Yellow Brown HN	86.7	6.7	93.4	92.2	1.1	97.3
Rifazol Brill. Blue R Sp	80.0	8.9	88.9	86.7	3.3	99.3
Rifazol Turquoise Blue G	82.2	7.8	90.0	82.2	10.0	99.3
Farbosol Blue 3G	90.0	4.4	94.4	91.1	5.6	93.3
Farbosol Blue 6G	92.2	3.3	95.5	94.4	3.3	97.8
Untreated	86.7	8.9	95.6	91.1	6.7	100.0
LSD 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<i>Liquid color material</i>						
Red	88.9	3.3	92.3	91.1	2.2	99.3
Red Brown	85.6	12.2	98.7	88.9	8.9	99.3
Yellow	88.9	8.9	97.8	94.4	4.4	99.3
Brown Yellow	85.6	7.8	93.4	85.6	8.9	100.0
Bright Green	94.4	1.1	95.5	94.4	1.1	97.3
Bright Blue	90.0	3.3	93.3	91.1	5.6	98.0
Black	85.6	6.7	92.3	85.6	6.7	100.0
Untreated	86.7	8.9	95.6	91.1	6.7	100.0
LSD 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>2)</sup> Film coating solid colorant at 0.3% and liquid colorant 0.1% in binder solution(0.1% PVA) were added to the during seed coating processing. Seed film coating with talc.

<sup>3)</sup> Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

종자는 제조하는 과정 중에 살균제를 첨가함으로써 종자 소독을 겸할 수 있는 이점이 있다.

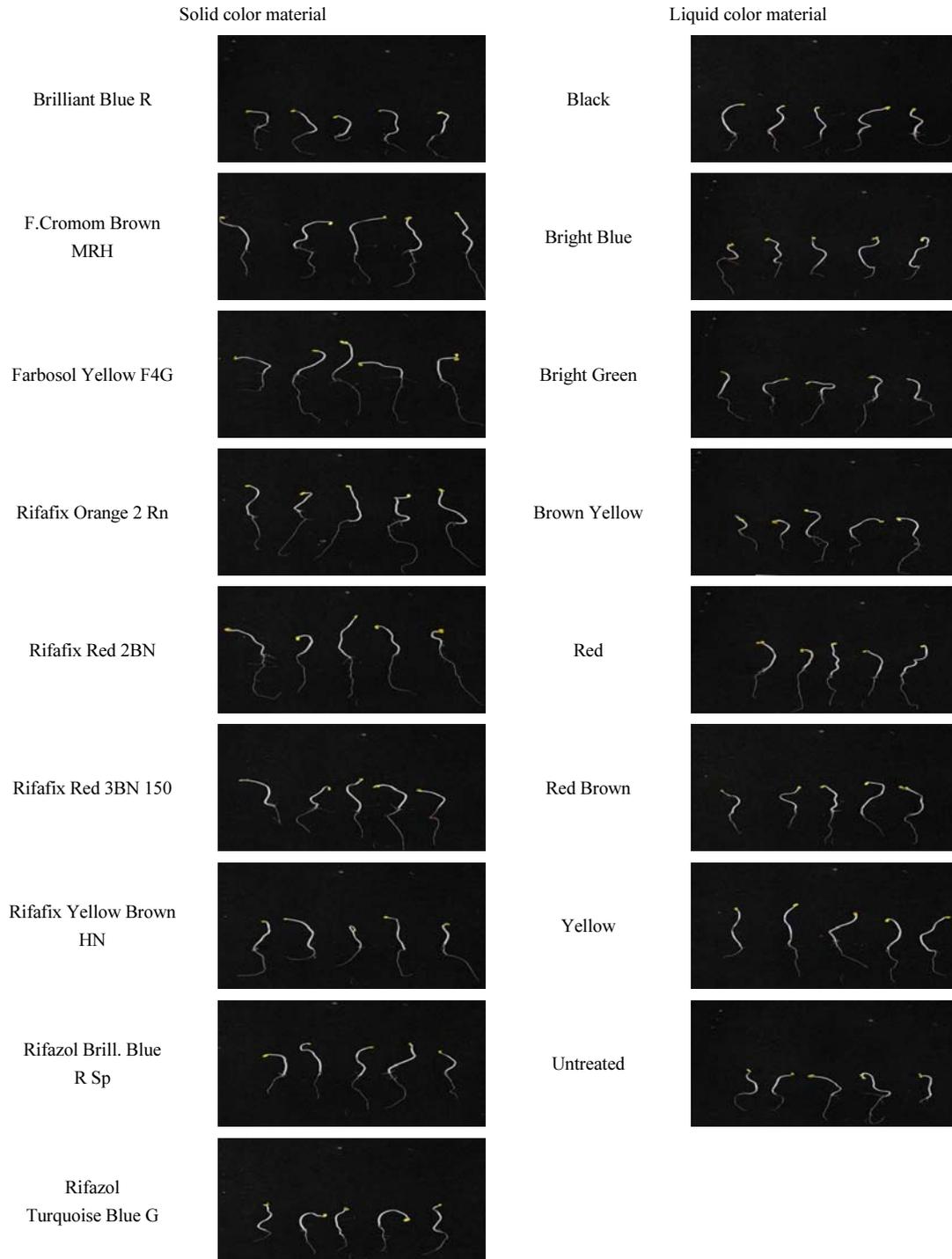
Table 3은 종자소독용 살균제를 농도별로 첨가하여 필름코팅된 종자의 발아성을 검정한 후 필름코팅 종자에 적합한 살균제를 탐색하고자 하였다.

필름코팅 재료로 사용되는 살균제 종류 및 처리농도에 의해 발아율과 발아속도는 큰 차이가 없었다. 무처리 종자는 발아율이 100%였으며 살균제가 첨가된 필름코팅 종자들도 98% 이상의 높은 발아율을 보였다. 발아속도 개념인 T<sub>50</sub>은 무처리 종자에서 0.9일 소요되었다. 반면 살균제를 첨가하여 필름코팅 종자들은 무처리 종자보다 오히려 발아속도가 빨랐지만, 통계적인 유의성은 인

정되지 않았다. 살균제 종류에 따라 발아력에는 큰 차이는 없었으나 발아속도를 감안한다면 적정 살균제는 베노람이었고, 적정농도는 250 mg·L<sup>-1</sup>가 좋은 것으로 판단되었다.

#### 3.4. 필름코팅 종자의 착색제가 발아에 미치는 영향

현재, 국내 종묘시장에 유통되고 있는 필름코팅 종자는 발아촉진과 종자보호에 도움이 되는 생물방제제, 생장조절제, 살균제 및 살충제가 첨가되어있으며 종자의 원형을 유지시켜 크기만 2% 증가시킨 것이다. 그러나 필름코팅에 사용되는 대부분의 착색제는 외국으로부터 수입해 사용하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 수입되는



**Fig. 1.** Changes in seedling growth of 'Palkong' Chinese cabbage seeds with different film coating colorant. Seedling growth measured 10 days after sowing at 20°C.

**Table 6.** Effect of different kind of film coating colorant on hypocotyl length, root length, fresh and dry weight of film coated 'Palkong' Chinese cabbage seedlings at 20°C

Film coating colorant	Hypocotyl length (cm)	Root length (cm)	10 day old seedling	
			Fresh weight (g)	Dry weight (g)
<i>Solid color material</i>				
Brilliant Blue R	3.5	3.2	0.04	0.002
F.Cromom Brown MRH	3.7	3.1	0.04	0.002
Farbosol Yellow F4G	3.2	3.3	0.03	0.002
Rifafix Orange 2 Rn	4.1	5.1	0.04	0.002
Rifafix Red 2BN	4.5	3.9	0.04	0.002
Rifafix Red 3BN 150	3.8	3.5	0.05	0.002
Rifafix Yellow Brown HN	3.1	5.7	0.04	0.002
Rifazol Brill. Blue R Sp	3.8	6.0	0.05	0.002
Rifazol Turquoise Blue G	3.8	4.2	0.04	0.002
Farbosol Blue 3G	4.2	3.0	0.06	0.002
Farbosol Blue 6G	3.8	3.3	0.05	0.002
Untreated	3.7	4.0	0.05	0.002
LSD 0.05	NS	1.7	NS	NS
<i>Liquid color material</i>				
Red	3.4	4.8	0.04	0.002
Red Brown	3.3	7.0	0.04	0.002
Yellow	3.5	5.5	0.04	0.002
Brown Yellow	4.3	2.9	0.04	0.001
Bright Green	4.1	3.7	0.05	0.002
Bright Blue	3.7	4.3	0.04	0.002
Black	4.3	4.3	0.05	0.002
Untreated	3.7	4.0	0.05	0.002
LSD 0.05	NS	1.4	NS	NS

<sup>2)</sup> Film coating solid colorant at 0.3% and liquid colorant 0.1% in binder solution(0.1% PVA) were added to the during seed coating processing. Seed film coating with talc. Seedling growth measured 10 days after sowing at 20°C.

<sup>3)</sup> Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

착색제를 대체할 수 있는 물질을 탐색하여 필름코팅 종자의 착색을 증진시키고자 하였다. 이와 함께 필름코팅 착색제들이 발아에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다(Table 4).

배추종자에서 발아율과 발아속도는 필름코팅 종자에 사용되는 착색제 종류와 처리농도에 의해 큰 영향을 받지 않았다. 무처리 종자의 T<sub>50</sub>은 0.9일이었고, 다양한 착색제로 필름코팅된 종자는 T<sub>50</sub>이 0.8-0.9일로 무처리 종자와 비슷한 발아속도를 보였다(Table 4). 또한 고체 착색제와 액체 착색제간의 발아율과 발아속도에는 큰 차이가 없었다.

필름코팅 종자는 착색되는 것이 일반적이며 착색된

필름 코팅종자는 채소종자에서는 소독처리, 화훼종자는 꽃의 색깔을 상징한다. 또한 착색된 필름종자는 품종간 구별과 파종이 용이하다. 더불어 재배자들은 살균제와 살충제가 첨가된 필름코팅 종자를 사용함으로써 토양 병원균으로부터 종자와 유묘를 보호할 수 있는 장점이 있다. 따라서 필름코팅 종자에 사용되는 착색제는 발아를 억제하지 않는 것으로 판단된다.

또한, 필름코팅 착색제로 수성 페인트 용액을 사용한 결과 발아를 크게 저해하지 않았으며 필름코팅 종자의 모양이 고체 착색제보다 우수하였다. 고체 착색제의 경우 사용하려면 용해해야 하는 불편함이 있으나 액체 착색제는 용액의 조제 및 희석이 간편하다는 장점이 있었다.

따라서 주로 외국에서 수입해오던 필름코팅의 착색제를 국내의 수용성 페인트로 대체할 수 있었다.

본 연구에서 필름코팅 착색제는 고체 착색제에 비해 액체 착색제가 발아를 억제시키지 않고 외관이 우수한 종자 필름코팅용으로 적합하였다. 따라서 수성 페인트 용액을 종자 코팅필름 착색제로 사용한다면 가격이 저렴하면서 외관이 우수할 뿐만 아니라 처리단가 절감에도 유용할 것으로 판단된다.

### 3.5. 필름코팅 종자의 착색제가 종자활력에 미치는 영향

실내 발아율 검정에서 필름코팅에 사용되는 착색제들은 종자발아를 억제하거나 지연시키지 않았다. 본 연구에서는 필름코팅에 사용되는 착색제들이 종자활력에 미치는 영향을 조사하고자 각각의 착색제를 이용한 필름코팅 종자를 BP 검정을 통해 20°C의 항온기에서 시기별로 종자활력과 유묘활력을 검정하였다(Table 5 및 Fig. 1).

‘팔공’과 ‘대통’ 배추종자를 필름코팅하여 종자활력을 조사한 결과 착색제의 종류에 따라 치상 후 5일째와 10일째의 발아세는 유의적인 차이가 없었다.

‘팔공’ 종자는 발아 10일째의 유묘의 하배축 길이, 생체중 및 건물중에서도 착색제 종류에 따른 차이는 없었다(Table 6). ‘대통’ 배추종자는 발아 10일째의 유묘의 하배축길이와 뿌리길이는 착색제 종류에 따라 차이가 있었으나, 생체중 및 건물중은 차이가 없었다. 전반적으로 액체 착색제가 고체 착색제보다 발아세와 유묘생육이 좋았지만 현저한 수준은 아니었다(Table 6, Fig. 1).

배추종자를 필름코팅했을 때, 필름코팅에 사용되는 착색제 종류가 종자활력과 유묘활력에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다. 이러한 연구결과들은 수용성 페인트인 액체 착색제들을 종자코팅 착색제로 이용 가능함을 제시하는 결과이며 앞으로 필름코팅 재료로 수용성 페인트 색소를 활용한다면 제조단가 절감에 유용할 것으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구는 고품질 필름코팅 종자 생산에 적합한 증량제, 접착제, 착색제, 살균제를 탐색하고자 하였다. 또한 필름코팅에 사용되는 여러 가지 첨가제들이 필름코팅 종자의 발아와 유묘활력에 미치는 영향을 조사하여 필름코팅의 효율화를 위한 적정 처리 조건을 확립하기 위해 수

행되었다.

배추 필름코팅 종자의 발아율과 발아속도는 증량제의 종류 및 농도에 따라 큰 차이가 없었으나 zeolite에 비해 talc를 사용하면 코팅형성 능력이 우수하였고 종피의 부착성이 좋았다. 배추종자의 필름코팅에 사용된 접착제 종류에 따라 발아율에는 큰 차이가 없었으나 carboxymethyl cellulose를 접착제로 사용하여 필름코팅된 종자에서는 발아속도가 약간 늦어지는 경향이었다. 반면 1%의 PVA를 접착제로 사용하여 필름 코팅한 종자는 외부 압력에 견딜 수 있을 정도의 경도를 유지할 뿐 아니라 높은 발아율을 보였다. 또한 필름코팅에 사용하기에 적합한 살균제는 베노람 이었고 처리농도는 250 mg·L<sup>-1</sup> 좋았다.

배추의 필름코팅 종자에 사용되는 착색제의 종류에 따라 종자 발아율, 발아속도 및 유묘활력에는 큰 영향을 주지 않았다. 액체 착색제를 사용하여 필름코팅된 종자는 고체 착색제로 필름코팅한 종자에 비해 외관이 우수하였다. 이러한 결과는 수용성 페인트를 필름코팅 종자의 착색제로 이용 가능하였다. 따라서 산업체에서 필름코팅 종자용으로 수용성 페인트를 활용한다면 제조단가 절감에 유용할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 과정은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

## REFERENCES

- Afzal, I., Javed, T., Amirkhani, M., Taylor, A. G., 2020, Modern seed technology: seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance, *Agriculture*, 10, 526.
- Amirkhani, M., Mayto, H. S., Netraali, A. N., Taylor, A. G., 2019, A Seed coating delivery system for bio-based biostimulants to enhance plant growth, *Sustainability*, 11, 5304.
- Avelar, S. A. G., Sousa, F. V., Fiss, G., Baudet, L., Peske, S. T., 2012, The use of film coating on treated corn seed, *Revista Brasileira de Sementes*, 34(2), 186-192.
- Baxter, J., Waters, L., 1986, Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration and germination of sweet corn at four matric potentials. *J.*

- Amer. Soc. Hort. Sci., 111, 17-20.
- Baxter, L., Waters, L., 1986, Effect of hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 111, 31-34.
- Duan, X., Burris, J. S., 1997, Seed physiology, production & technology, Crop science(USA), 30(6), 1264-1271.
- Geverek, M. N., Atasoy, G. D., Yigit, A., 2012, Growth and yield response of rice(*Oryza sativa*) to different seed coating agents, Int. J. Agric. Biol., 14(5), 826-830.
- Harman, G. E., Taylor, A. G., 1987, Improved seedling performance by integration of biological control agents at favorable pH levels with solid Matrix priming, Phytopathology, 78(5), 520-525.
- ISF, 2007, Seed treatment (A tool for sustainable agriculture), 1, ISF, 3-4.
- Im, D. H., Nam, J. H., Kim, J. H., Lee, M. J., Rho, I. R., 2020, Effect of pelleting treatment on seed germination in *Adenophora triphylla*, Korean J. Medicinal Crop Sci. 28(2), 128-135.
- Kang, J. S., 2013, Development of seed treatment and nondestructive classification technology, TRKO2014 00029993, MAFRA, Korea.
- Kang, W. S., Kim, M. G., Kim, S. Y., Han, S. H., Kim, D. H., 2020, Effect of seed priming and pellet and pellet coating materials on seedling emergence of *Aster koraiensis*, J. Korean Soc. For. Sci., 109(1), 41-49.
- Kaufman, G., 1991, Seed Coating : A tool for stand establishment; a stimulus to seed quality, HortTechnology, 1(1), 98-102.
- Kim, Y. K., 2020, Development of horticultural seed industry and breeding technology, Korean J. Breed. Sci. Special Issue, 103-111.
- Korea Seed & Variety Service, 2011, Breed protection gazette, 153, Korea.
- KREI, 2014, World Agriculture, E 03-2014-1, KOREA, 67-80.
- Kunkur, V., Hunje, R., Patil, N. K. B., Vyakarnhal, B. S., 2010, Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage, Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 20(1), 137-139.
- Lee, H. T., 2020, <http://www.afnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=202969>.
- Lowther, W. L., Johnstone, P. D., 1979, Coating materials for commercial inoculated and coated clover seed, N.Z. Journal of Agricultural research, 22, 475-478.
- Robani, H., 1994, Film-coating of Horticultural Seed, HortTechnology, 4(2), 104-105.
- Sahoo, R., Satapathy, B., Sahoo, S., 2014, Growth and physiological responses of the seedling of raphanus sativus following exposure of seed to mercury, Nature Environment and Pollution Technology, 13(1), 173-176.
- Scott, D., Archie, W. J., 2021, Sulphur, phosphate, and molybdenum coating of legume seed, New Zealand Journal of Agricultural Research, 21, 4, 643-649.
- Scott, J., M., Jessop, R. S., Steer, R. J., McLachlan, G. D., 1987, Effect of nutrient seed coating on the emergence of wheat and oats, Fertilizer research, 14, 205-217.
- Sharma, K. K., Singh, U. S., Sharma, P., Kumar, A., Sharma, L., 2015, Seed treatments for sustainable agriculture-A review, Journal of Applied and Natural Science, 7, 1, 521-539.
- Smith, A. E., Secoy, M., 1975, Forerunners of Pesticides in classical Greece and Rome, J. Agric. Food Chem., 23, 6, 1050-1055.
- Taylor, A. G., Allen, L. S., Bennett, M. A., Bradford, K. J., Burris, J. S., Misra, M. K., 1998, Seed enhancements, Seed Science Research, 8, 245-256.
- Taylor, A. G., Eckenrode, C. J., Strayb, R. W., 2001, Seed Coating Technologies and Treatments for Onion : Challenges and Progress, HortScience, 36(2), 199-205.
- Taylor, A. G., Harman, G. E., 1990, Concepts and technologies of selected seed treatments, Annual Review of Phytopathology, 28, 321-339.

- 
- Professor. Jum-Soon Kang  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
kangjs@pusan.ac.kr
  - Master degree. Hyeon-Do Kim  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
every921004@naver.com
  - Master. Jung-Eun Lee  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
wjddms3986@naver.com
  - Professor. Byoung-Il Je  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
bije@pusan.ac.kr

- 
- Professor. Yong-Jae Lee  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
yjl@pusan.ac.kr
  - Professor. Young-Hoon Park  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
yhpark@pusan.ac.kr

- 
- Professor. Young-Whan Choi  
Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University  
ywchoi@pusan.ac.kr