

## 검역잡초종자 발아력 제거를 위한 수입농산물 열처리 효과

문광옥<sup>1\*</sup> · 오진보<sup>2</sup> · 경은선<sup>3</sup> · 이용호<sup>4</sup> · 홍선희<sup>4</sup> · 강병화<sup>4</sup>

<sup>1</sup>농림축산검역본부 인천공항지역본부, <sup>2</sup>농림축산검역본부 제주지역본부,

<sup>3</sup>농림축산검역본부 호남지역본부, <sup>4</sup>고려대학교 생명과학대학

## Heat-treatment Effects of Agricultural Imports for Devitalization of Quarantine Weed Seeds

Kwang-Ok Moon<sup>1\*</sup>, Jin-Bo Oh<sup>2</sup>, Eun-Seon Kyoung<sup>3</sup>, Yong-Ho Lee<sup>4</sup>, Sun-Hee Hong<sup>4</sup> and Byeng-Hoa Kang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Incheon International Airport Regional Agency, Animal and Plant Quarantine Agency, Incheon 400-718, Korea

<sup>2</sup>Jeju Regional Agency, Animal and Plant Quarantine Agency, Jeju 690-755, Korea

<sup>3</sup>Honam Regional Agency, Animal and Plant Quarantine Agency, Gunsan 573-010, Korea

<sup>4</sup>College of Life and Environmental Science, Korea University, Seoul 136-701, Korea

(Received on March 22, 2013; Revised on May 22, 2013; Accepted on June 3, 2013)

**ABSTRACT.** Korea is carrying out weed quarantine by plant quarantine regulations including heat-treatment method to prevent the influx of exotic weeds. In order to confirm suitability for current heat-treatment criteria and find field-applicable methods which can completely devitalize quarantine weed seeds, the conditions for heat-treatment with/without 40% relative humidity were studied with 9 species among quarantine weed seeds and one weed species similar to quarantine weed. Dry heat-treatments had been tested under various temperatures and time conditions. All seeds were dead at the conditions of 95°C for 48 hours, 100°C for 36 hours, 110°C for 24 hours, 121°C for 4 hours and 130°C for 30 minutes. Heat-treatments at 40% relative humidity resulted in complete seed death at the conditions of 85°C for 36 hours and 90°C for 16 hours. The above results show that current heat-treatment criteria are not suitable for several quarantine weeds and these conditions could be applied as a quarantine method to prevent the influx of quarantine weeds along with agricultural imports. More specific conditions for heat tolerant species such as *Picris echioides* and heat susceptible species such as *Cuscuta* spp. are necessary and will improve plant quarantine process in devitalizing quarantine weed seeds with different heat tolerances.

**Key words:** Devitalization, Heat treatment, Heat-treatment, Quarantine, Weed seed

## 서론

우리나라를 비롯한 세계 여러 나라는 수입식물을 통하여 유해한 잡초가 유입되는 것을 방지하기 위하여 검역을 실시하고 있다. 우리나라는 3개속 17종의 검역잡초(Quarantine weeds)를 지정하고 있는데(QIA, 2012) 식물방역법상 검역잡초는 식물의 수입과정에서 ‘소독·폐기 등의 조치를 취하지 아니할 경우 식물에 해를 끼치는 정도가 크다고 인정되는 것’ 중 ‘국내에 분포하지 않거나 국내 일부지역에 분포하더라도 발생예찰 등의 조치를 취하고 있는 잡초’를

말한다(MIFFAF, 2012a). 이러한 검역잡초가 혼입된 화물 은 폐기, 반송, 선별, 가공처리 등의 조치를 통하여 국내 유입을 차단한다(MIFFAF, 2012b). 이 중 가공처리는 열처리, 특수가공처리, 압착 또는 분말처리 등이 있으며, 열처리는 비재식용 식물의 물리적인 변화를 최소화하면서 발아력을 제거하는 효과적인 방법으로서 우리나라를 비롯하여 미국, 호주, 뉴질랜드 등 검역선진국에서 이용되고 있다.

우리나라의 열처리 기준은 100°C에서 30분 이상 또는 121°C에서 15분 이상 처리하는 건열처리와 85°C에서 15시간 이상 처리하는 습열처리(상대습도 40%)를 적용하고 있는데(QIA, 2011), 현재의 열처리 기준은 각종 문헌, 외국의 검역기준 등을 참고로 마련된 것으로서 국내에서는 검역잡초종자의 사멸과 열처리에 대한 구체적인 연구가 매우 미흡한 실정이다. 다른 나라의 열처리조건을 보면

\*Corresponding author:

Phone) +82-32-740-2079, Fax) +82-32-740-2669

E-mail) mkomko@korea.kr

미국과 캐나다는 120°C에서 15분 이상의 건열처리(CFIA, 2001; USDA, 2010), 호주는 상대습도 50%로 85°C에서 48시간 이상 또는 95°C에서 24시간 이상의 습열처리(AQIS, 2008)를, 뉴질랜드는 상대습도 40%로 85°C에서 15시간 이상의 습열처리(MAF, 2010)를 적용하고 있어 우리나라와 유사하지만 약간씩 다른 조건을 적용함을 알 수 있다. 개별적인 국가의 검역환경이 조금씩 다르고 지정된 검역잡초에 있어서도 뉴질랜드 286분류군, 미국 97분류군, 호주 88분류군, 캐나다 7분류군 등(IPPC, 2010)으로 3속 17종이 검역잡초로 지정된 우리나라와는 검역잡초의 종류 및 종자의 내열성정도가 다르기 때문에 그에 따른 열처리기준도 다를 수 밖에 없다. 따라서 검역잡초의 발아력을 사멸시키기 위한 열처리기준은 그 나라에서 규제하는 검역잡초를 이용한 과학적인 실험을 통하여 규정되어야 할 것이다.

이에 우리나라 검역잡초의 발아력을 완전히 제거하기 위한 열처리 조건을 구명하여 식물검역에 적용함으로써 검역잡초의 유입을 방지하고, 잡초검역의 근거가 될 과학적인 자료를 확보하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 대상잡초

검역잡초 9종과 검역잡초인 *Emex australis*의 유사종인 *E. spinosa*의 종자를 실험에 이용하였다(Table 1). 실험에 이용된 종자 중 *Picris echioides*는 영국의 Herbiseed사에서, 캐나다영경귀(*Cirsium arvense*), *Centaurea solstitialis*, *Emex spinosa*, *Geranium dissectum*, *Myosotis arvensis*는 프랑스의 B&T World Seed사에서 수입하였으며, 대청가시풀(*Cenchrus longispinus*), 미국실새삼(*Cuscuta pentagona*), 새삼(*Cuscuta japonica*), 서양가시영경귀(*Cirsium vulgare*)는 국내에서 채취하였다. 실험에 이용된 모든 종자는 건전한 것을 선별하여 4°C의 저온냉장고에 보관하였다.

### 처리내용

10종의 종자는 184 ml의 빈 종이컵에 종자를 담아 항온항습조(ATH-50H x2, ALL THREE ENG CO.)에서 건열 및 습열처리하였고, 무처리 종자는 열처리를 하지 않았다. 소형종자인 미국실새삼, 새삼, 캐나다영경귀, *C. solstitialis*, *G. dissectum*, *M. arvensis*, *P. echioides* 7종은 100립씩, 중·대형종자인 대청가시풀, 서양가시영경귀, *E. spinosa* 3종은 50립씩 각 처리구별 3반복으로 시행하였다.

건열처리는 상온(18°C)에서부터 95, 100, 110, 121, 130°C에 이르기까지 분당 1.5°C의 속도로 가온하였다. 가온 지속시간은 15, 30분, 1, 2, 4, 8, 16, 24, 36, 48, 60시간 등 온도에 따라 시간을 달리하여 처리하였고, 수입화물 적용

시 처리비용 등을 고려하여 48시간 이내로 처리하되 필요에 따라 추가실험을 하였다.

습열처리는 상온(18°C)에서부터 80, 85, 90°C에 이르기까지 분당 1.5의 속도로 가온하였다. 분당 2.0%의 속도로 가습하여 상대습도 40%가 되도록 하였고, 가온 지속시간은 30분, 1, 2, 4, 8, 16, 24, 36, 48시간 등 온도에 따라 시간을 달리하여 처리하였으며, 역시 수입화물의 적용을 고려하여 48시간 이내로 하였다.

### 전처리

무처리, 건열 및 습열처리 된 종자의 발아율 조사를 위하여 물리적 휴면을 지니고 있는 좋은 휴면타파를 위한 전처리를 시행하였다. 미국실새삼과 새삼의 경우, 두꺼운 종피의 불투수성에 의한 물리적인 휴면(Jayasuriya, 2008)을 타파하기 위하여 95% 황산용액에 1시간 침지하였다가 흐르는 물로 2시간 이상 세척한 후 발아시험을 시행하였다(Hutchison and Ashton, 1979; ISTA, 2010; Kim et al., 2007; Lyshede, 1984; Prather and Tyrl, 1993; Strasser, 1988). *E. spinosa*의 경우, 매우 단단한 과피에 따른 불투수성(Parsons and Cuthbertson, 2011; Weiss, 1980) 제거를 위하여 증류수에 24시간 침지 후 발아시험을 시행하였다. 대청가시풀의 종자는 항아리 모양의 총포에 1-3개씩 들어 있는데 이 총포의 표면에 긴 가시가 많이 있어(Park, 2009) 편평한 Petri dish에 치상 할 경우 수분 흡수가 되지 않기 때문에 총포와 종자를 싸고 있는 영을 제거한 후 발아시험을 시행하였다(Boydston, 1989).

### 처리방법 및 조사내용

무처리, 건열 및 습열처리 된 종자는 24시간 이내에 지름 90 mm, 두께 11 µm의 Filter paper(Wattman #1, WF1-0900) 2장이 깔린 Petri dish(100 mm×15 mm)에 치상하고 parafilm으로 밀봉하였다. Petri dish에 첨가한 증류수의 양은 *E. spinosa*는 7.0 ml, 나머지 종은 3.5 ml이었다. Petri dish별 치상은 열처리에서와 같이 소형종자 7종은 100립씩, 중·대형종자 3종은 50립씩 치상하였다. 종자가 치상된 Petri dish는 식물생장조절실(KR/VS-91G09M, 비전과학)에서 주간환경은 30°C에서 16시간, 야간환경은 20°C에서 8시간으로 24시간을 주기로 하여 변온 발아시험(Dahlquist et al., 2007)을 실시하였다. 다만, 암발아 종자인 대청가시풀(Twentyman, 1974)은 항온배양기(MIR-253, SANYO)에서 암조건하에 항온 30°C로 발아시험을 실시하였다(Boydston, 1989). 모든 처리구는 30일 동안 매일 발아상태를 확인하였다. 미국실새삼, 새삼, *Emex spinosa*는 유근 또는 유엽이 3 mm 출현하였을 때, 나머지 종은 1 mm 이상 출현하였을 때 발아된 것으로 판정하였다(Anto and Jayaram, 2010;

**Table 1.** List of quarantine weed seeds tested in this study and their germination rate before heat-treatment.

Quarantine weed species	Family name	English name (Korean name)	Origin	Germination (%) <sup>*</sup>
<i>Emex spinosa</i> <sup>**</sup>	Polygonaceae	Prickly dock (-)	France	91.3±1.3
<i>Geranium dissectum</i>	Geraniaceae	Cut leaved cranesbill (취손이풀류)	France	89.7±1.5
<i>Cuscuta japonica</i>	Cuscutaceae	Japanese dodder (새삼)	Korea (Jeju)	97.7±0.9
<i>Cuscuta pentagona</i>	Cuscutaceae	Fiveangled dodder (미국실새삼)	Korea (Incheon)	77.7±1.2
<i>Myosotis arvensis</i>	Boraginaceae	Field forget-me-not (왜지치류)	France	71.3±1.8
<i>Centaurea solstitialis</i>	Asteraceae	Yellow star thistle (수레국화류)	France	71.0±1.7
<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae	Canada thistle (캐나다엉겅퀴)	France	88.0±2.1
<i>Cirsium vulgare</i>	Asteraceae	Bull thistle (서양가시엉겅퀴)	Korea (Incheon)	94.0±1.2
<i>Picris echioides</i>	Asteraceae	Bristly oxtongue (쇠서나물류)	U.K.	91.3±0.9
<i>Cenchrus longispinus</i>	Poaceae	Mat sandbur (대청가시풀)	Korea (Incheon)	73.3±3.5

<sup>\*</sup>Means and standard errors are based on data from three replicates.

<sup>\*\*</sup>Weed species similar to quarantine weed (*Emex australis*).

Kim et al., 2008; Wilson, 1979). 발아시험 결과를 토대로 발아율이 0%로 떨어지는 온도와 처리시간을 조합하여 건열 및 습열처리별로 종마다 ‘사멸조건’을 평가하였다.

무처리 종자의 휴면율이 높을 경우, 열처리로 인한 종자사멸을 파악하는데 있어 장애요인이 된다(Dahlquist et al., 2007). 무처리 종자 중 발아시험 이후에도 발아되지 않은 종자는 테트라졸리움검정법(AOSA, 2007; ISTA, 2003)으로 활력여부 및 휴면율을 파악하였다.

## 결과 및 고찰

### 무처리 종자의 발아력과 휴면율

공시된 잡초종자 10종의 무처리 종자는 최소 71.0%에서 최고 97.7%의 발아율을 보였다(Table 1). 휴면율은 모든 종에서 0%부터 최대 1.3%로 종자사멸을 파악하는데 방해가 될 정도로 높지 않아 향후 분석에 있어 휴면율을 고려하지 않았다(data not shown)(Dahlquist et al., 2007).

### 건열처리에 의한 발아력 제거 효과

95°C부터 130°C까지 10종의 종자에 대하여 건열처리한 결과, 모든 종에서 온도가 높거나 열처리 시간이 증가함에 따라 활력감소가 나타났다. 95°C에서 48시간, 100°C에서 36시간, 110°C에서 24시간, 121°C에서 4시간, 130°C에서 30분의 건열처리를 하였을 때 공시된 모든 종자가 사멸되었다(Table 2).

실험에 이용된 10종의 종자 중 새삼속의 미국실새삼, 새삼 및 *G. dissectum* 3종은 100°C에서 30분 처리시 사멸되었으나, *P. echioides* 1종은 36시간동안 처리하여야 사멸되었다. 특히, *P. echioides*는 95°C에서 48시간, 100°C에서 36

**Table 2.** The conditions for seed devitalization of 10 weed species by dry heat-treatment.

Treatment duration (hour)	Temperature (°C)				
	95	100	110	121	130
0.25	- <sup>a</sup>	-	-	2,3,4,5,6,7,8,9	1,2,3,4,5,6,7,8,9
0.5	-	5,6,8	4,5,6,8	1	10
1	5,6 <sup>b</sup>		1,2		
2		1	3,7,9		- <sup>a</sup>
4	8	2,4		10	-
8	1	3,9			-
16		7			-
24	2,3,9		10		-
36	7	10			-
48	4,10				-
60					-

<sup>a</sup> -: not tested; □: tested range; ■: 100% lethal condition for seeds of all species.

<sup>b</sup> 1: *Cenchrus longispinus*; 2: *Centaurea solstitialis*; 3: *Cirsium arvense*; 4: *Cirsium vulgare*; 5: *Cuscuta japonica*; 6: *Cuscuta pentagona*; 7: *Emex spinosa*; 8: *Geranium dissectum*; 9: *Myosotis arvensis*; 10: *Picris echioides*.

시간, 110°C에서 24시간, 121°C에서 4시간, 130°C에서 30분 등 모든 온도에서 가장 장시간의 건열처리에 의하여 사멸되었다.

엉겅퀴속인 서양가시엉겅퀴와 캐나다엉겅퀴의 경우, 95°C에서는 서양가시엉겅퀴가 48시간에 사멸하여 24시간에 사멸한 캐나다엉겅퀴보다 장시간 처리하여야 사멸되었으나 100°C에서는 서양가시엉겅퀴가 4시간에 사멸하여 8시간에 사멸한 캐나다엉겅퀴보다 단시간에 사멸되었고 110°C에서

**Table 3.** The conditions for seed devitalization of 10 weed species by heat-treatment with 40% relative humidity.

Treatment duration (hour)	Temperature (°C)		
	80	85	90
0.5	- <sup>a</sup>	-	2,5,6
1	-	-	3,9
2	-	2,5,6	1,4,7,8
4	5 <sup>b</sup>	3,4,9	
8		1	
16	2	7,8	10
24	3,6		
36	1,4,9	10	- <sup>a</sup>
48	7		-

<sup>a</sup> -: not tested; □: tested range; ■: 100% lethal condition for seeds of all species.

<sup>b</sup> 1: *Cenchrus longispinus*; 2: *Centaurea solstitialis*; 3: *Cirsium arvense*; 4: *Cirsium vulgare*; 5: *Cuscuta japonica*; 6: *Cuscuta pentagona*; 7: *Emex spinosa*; 8: *Geranium dissectum*; 9: *Myosotis arvensis*; 10: *Picris echioides*.

도 서양가시엉겅퀴가 더 단시간에 사멸되었다.

### 습열처리에 의한 발아력 제거 효과

80°C부터 90°C까지 10종의 종자에 대하여 상대습도 40%로 습열처리한 결과, 건열처리와 마찬가지로 모든 종에서 온도 및 열처리 시간에 비례하여 활력감소가 나타났다. 공시된 모든 종의 종자를 사멸시키기 위해서는 85°C에서 36시간, 90°C에서 16시간의 습열처리를 필요로 하였으나, 80°C에서는 48시간 이상에서도 모든 종이 사멸되지 않았다. 습열처리에서는 건열처리보다 더 낮은 온도 및 짧은 시간의 열처리에 의하여 사멸되었다. *Picris echioides*의 경우 건열처리시 100°C에서 36시간에 사멸되었지만 습열처리에서는 85°C에서도 36시간에 사멸되었다(Table 3).

실험에 이용된 10종의 종자 중 *C. solstitialis*와 새삼속의 미국실새삼 및 새삼 3종은 85°C에서 2시간 처리시 사멸되었으나, *P. echioides* 1종은 36시간 동안 처리하여야 사멸되었다. 특히, *Picris echioides*는 80°C에서 48시간 처리에도 사멸되지 않았으며, 85°C에서 36시간, 90°C에서 16시간 등 모든 온도에서 가장 장시간의 습열처리에 의하여 사멸되었다.

엉겅퀴속인 서양가시엉겅퀴와 캐나다엉겅퀴의 경우, 100°C 이상의 건열처리에서 캐나다엉겅퀴가 더 장시간 처리하여야 사멸하였으나, 습열처리에서는 서양가시엉겅퀴가 더 장시간 처리하여야 사멸하였다. 그리고 100°C의 건열처리에서 가장 단시간 처리인 30분에 사멸하여 매우 낮은 열 저항성을 보였던 *G. dissectum*은 습열처리에서는

80°C에서 48시간 처리에도 사멸되지 않았고, 85°C, 90°C 처리에서도 *P. echioides* 다음으로 강한 내열성을 보여, 건열처리에서 어떤 종보다 단시간에 사멸한 종이 습열처리에서도 항상 단시간에 사멸하지는 않음을 보여 주었다.

### 식물검역에서의 적용

검역잡초 중 새삼속(*Cuscuta* spp.)은 건열처리에서는 모든 온도에서, 습열처리에서는 85°C 이상의 온도에서 가장 단시간 처리로 사멸하여 대부분의 열처리에서 열에 민감한 반면에, *Picris echioides*는 모든 실험에서 고온에 가장 강한 내열성을 보였다. 식물검역 과정에서 검출되는 검역잡초의 70% 이상을 차지하는 새삼속이 약한 열처리에 의하여 쉽게 사멸된 것으로 보아 새삼속이 검출된 수입식물의 열처리 효율성은 매우 높을 것이라 판단된다.

우리나라의 현행 열처리 규정인 100°C에서 30분, 121°C에서 15분의 건열처리, 85°C에서 15시간의 습열처리(상대습도 40%) 조건을 본 연구 결과와 비교하면, 100°C에서 30분인 현행 건열 처리기준은 새삼속과 *G. dissectum*의 발아력 제거에는 효과적이었으나, 대청가시풀 등 6종에 대해서는 미흡하였다. 또 다른 현행 건열처리 기준인 121°C에서 15분 처리는 대청가시풀과 *P. echioides* 2종을 제외한 나머지 검역잡초를 완전히 사멸시킬 수 있었다. 그리고 85°C에서 15시간인 현행 습열처리(상대습도 40%)기준은 가장 유사한 실험조건이었던 16시간으로 적용 비교한다면 *Picris echioides*를 제외한 모든 검역잡초를 사멸시킬 수 있는 조건으로 사료된다.

우리나라의 수입식물검역과정에서 검출된 검역잡초 중 70% 이상이 새삼속임을 감안하면 현행의 열처리규정이 대부분의 검역잡초를 사멸시킬 수는 있지만 모든 종을 사멸시킬 수는 없으므로, 모든 종을 사멸시킬 수 있는 조건으로 조정하되 검역적으로 중요하지만 열에 민감하였던 새삼속이나 다른 종에 비하여 매우 강한 내열성을 보였던 *Picris echioides*에 대한 예외규정을 두는 방안이 효율적일 것으로 생각된다.

## 요 약

우리나라는 열처리방법을 포함한 식물검역규정에 의하여 외래잡초의 유입방지를 위한 잡초검역을 실시하고 있다. 현행 열처리기준의 적절성을 확인하고 검역잡초의 발아력을 완전히 제거하기 위한 열처리조건을 구명하여 식물검역에 활용하기 위하여 검역잡초 9종과 검역잡초와 유사한 잡초 1종의 종자를 재료로 하여 건열처리와 상대습도 40%의 습열처리에 의한 사멸조건을 연구하였다. 다양한 온도 및 시간별 건열처리 결과 95°C에서 48시간, 100°C

에서 36시간, 110°C에서 24시간, 121°C에서 4시간, 130°C에서 30분 처리 후 모든 종자가 사멸되었고, 상대습도 40%에서의 습열처리 결과 85°C에서 36시간, 90°C에서 16시간 습열처리 후 모든 종자가 사멸하였다. 상기의 결과는 현행 열처리기준이 검역잡초 몇 종에는 적용하기에 적합하지 않음을 보여주며, 검역잡초종자의 발아력을 제거할 수 있는 이 열처리조건은 수입농산물을 통한 검역잡초의 유입을 방지하기 위한 검역의 한 방법으로 적용할 수 있을 것이다. *Picris echioides*와 같이 강한 내열성이 있는 종과 새삼속(*Cuscuta* spp.)과 같이 열에 민감한 종을 위한 별도의 열처리조건이 필요하며 이는 다른 내열성의 검역잡초종자를 사멸시키는 검역업무의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

**주요어:** 검역, 발아력제거, 열처리, 잡초종자

### Acknowledgement

This study was supported by “The Fund for Development of Plant Quarantine Technology (2009-2010)” of QIA(Animal and Plant Quarantine Agency), Republic of Korea.

### References

Animal and Plant Quarantine Agency (QIA). 2011. Regulation for measures of grains and grasses contaminated with quarantine weed (Regulation of QIA No. 2011-49, Enforced Date: Jun. 15, 2011). Animal and Plant Quarantine Agency. Anyang, Korea. (In Korean)

Animal and Plant Quarantine Agency (QIA). 2012. List of quarantine pest (Regulation of QIA No. 2012-136, Enforced Date: Aug. 13, 2012). Animal and Plant Quarantine Agency. Anyang, Korea. (In Korean)

Anto, K.B. and Jayaram, K.M. 2010. Effect of treatment on seed water content and viability of green pea (*Pisum sativum* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds. *Int. J. Botany* 6:122-126.

Association of Official Seed Analysts (AOSA). 2007. Tetrazolium testing handbook #29. Association of Official Seed Analysts, Inc., NY, USA. pp. 1-23.

Australian Quarantine and Inspection Service (AQIS). 2008. Quarantine risk material matrix. Australian Quarantine and Inspection Service. Canberra, Australia. p. 3.

Boydston, R. A. 1989. Germination and emergence of longspine sandbur (*Cenchrus longispinus*). *Weed Sci.* 37:63-67.

Canadian Food Inspection Agency (CFIA). 2001. Official letter

from Canadian Health & Production division of CFIA related with phytosanitary measures for noxious weed seeds to NPQS on Aug. 16, 2001. Canadian Food Inspection Agency. Ottawa, Ontario, Canada.

Dalquist, R.M., Prather, T.S. and Stapleton, J.J. 2007. Time and temperature requirements for weed seed thermal death. *Weed Sci.* 55:619-625.

Hutchison, J.M. and Ashton, F.M. 1979. Effect of desiccation and scarification on the permeability and structure of the seed coat of *Cuscuta campestris*. *Am. J. Bot.* 66: 40-46.

International Plant Protection Convention (IPPC). 2010. <https://www.ippc.int> (Official reports of each country, Nov. 17, 2010). International Plant Protection Convention. Rome, Italy.

International Seed Testing Association (ISTA). 2003. Working sheets on tetrazolium testing. 1st edition Vol. I, II. International Seed Testing Association.

International Seed Testing Association (ISTA). 2010. International Rules for seed testing. edit. 2010. International Seed Testing Association.

Jayasuriya, K.M.G.G., Baskin, J.M., Geneve, R.L., Baskin, C.C. and Chien, C. 2008. Physical dormancy in seeds of the holoparasitic angiosperm *Cuscuta australis* (Convolvulaceae, Cuscutaceae): Dormancy-breaking requirements, anatomy of the water gap and sensitivity cycling. *Ann. Bot.* 102:39-48.

Kim, C.S., Moon, B.S., Kuk, Y.I. and Oh, S.M. 2007. Distribution status of *Cuscuta* spp. in southern parts of Korea and germination characteristics of *C. pentagona*. *Korean J. Weed Sci.* 27:166-172. (In Korean)

Kim, E.K., Jung, H.H. and Kim, K.S. 2008. Seed germination of *Carex neurocarpa* Maxim. is promoted by fluctuating temperatures and seed scarification. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 49:162-167.

Lyshede, O.B. 1984. Seed structure and germination in *Cuscuta pedicellata* with some notes on *C. campestris*. *Nord. J. Bot.* 4:669-674.

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFFAF). 2012a. Plant Protection Act (Act No. 10983). Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Sejong, Korea. (In Korean)

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFFAF). 2012b. Enforcement Rule of the Plant Protection Act. (Ordinance of MIFFAF No. 315). Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Sejong, Korea. (In Korean)

Ministry of Agriculture and Forestry of Newzealand (MAF). 2010. MAF standard BNZ-GCFP-PHR : Importation of grains/seeds for consumption, feed or processing. Biosecurity of MAF. Wellington, Newzealand.

- Park, S.H. 2009. Naturalized plants of Korea in pictures and miniatures. Ilchokak Inc., Seoul, Korea. pp. 496-497. (In Korean)
- Parsons, W.T. and Cuthbertson, E.G. 2001. Noxious weed of Australia. 2nd edition. pp. 540-544. CSIRO Publishing, Victoria, Australia.
- Prather, L.A. and Tyrl, R.J. 1993. The Biology of *Cuscuta attenuata* waterfall (Cuscutaceae). Proc. Okla. Acad. Sci. 73:7-13.
- Strasser, E.G. 1988. Studies on the use of dry heat to decontaminate niger seed (*Guizotia abyssinica*) infested with dodder seed (*Cuscuta* sp.). Seed Sci. Technol. 16:501-505.
- Twentyman, J.D. 1974. Environmental control of dormancy and germination in the seeds of *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fern. Weed Res. 14:1-11.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2010. T400 (Schedules for miscellaneous products) in PPQ treatment manual. #5 Treatment schedules. APHIS, USDA, Washington, DC, USA.
- Weiss, P.W. 1980. Germination, reproduction and interference in the amphicarpic annual *Emex spinosa* (L.) Campd. Oecologia 45:244-251.
- Wilson, R.G. 1979. Germination and seedling development of Canadian thistle (*Cirsium arvense*). Weed Sci. 27:146-151.