



율무 종자 오염 *Fusarium* 속 진균 저감화를 위한 이화학적 처리

안태진*** · 김영국* · 허 목* · 이정훈* · 이윤지* · 차선우* · 오상근**†

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, **충남대학교 농생물학과

Physicochemical Treatment for the Reduction of *Fusarium* spp. Infested in Adlay (*Coix lacryma-jobi* L.) Seeds

Tae Jin An***, Young Guk Kim*, Mok Hur*, Jeong Hoon Lee*, Yun Ji Lee*, Sun Woo Cha* and Sang Keun Oh**†

*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

**Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea.

ABSTRACT

Background : The aim of the present study was to identify an effective physicochemical control method to reduce *Fusarium* species infestation in adlay (*Coix lacryma-jobi* L.) before and after harvesting.

Methods and Results : We observed that prochloraz emulsifiable concentrate and hexaconazol prochloraz emulsifiable concentrate strongly inhibited the mycelial growth of 10 *Fusarium* species. Strong growth inhibitions and cell lysis were observed following treatment with 4% NaOCl solution. The total number of fungi detected were lower following treatment with thiophanatemethyl trifluorazole wettable powder (1.1×10^4 CFU/g), hexaconazol prochloraz emulsifiable concentrate (1.2×10^4 CFU/g), carboxin thiram dustable powder (1.6×10^4 CFU/g) and prochloraz emulsifiable concentrate (1.7×10^4 CFU/g) than in the non-treated control (7.7×10^4 CFU/g). The reduction of *Fusarium* fungi varies with the concentration and soaking time of NaOCl solution. Fungal detection was not observed after soaking in NaOCl solution for 24 h and harmful effects were not observed for plant growth by NaOCl after soaking for 6 - 12 h.

Conclusion : Soaking seed for 6 - 12 h in 4% NaOCl could be an effective method of disinfectant treatment for the control of *Fusarium* fungi in adlay seeds.

Key Words : *Coix lacryma-jobi* L., *Fusarium* spp., Physicochemical Treatment, Reduction, Seeds

서 언

율무 (*Coix lacryma-jobi* L.)는 화본과에 속하는 일년생 초본식물로 열대, 아열대, 온대남부 지역에서 재배되며 한국, 중국, 일본 등 동양에서는 약용으로 사용되어 왔다 (Lee *et al.*, 2002). 율무는 타 곡류에 비해 단백질 및 지질 함량이 높고 (Chung *et al.*, 2006; Chae, 2009) 당질 함량은 낮고 섬유소 함량은 높은 것으로 알려져 있으며 그 외 칼슘, 철분, 비타민 B1, 비타민 B2 등을 다량 함유하고 있어 영양적으로 우수하며 건강보조식품으로나 대체식량 자원으로 적합하다고 하였다

(Kim *et al.*, 2000; Park and Lee, 1999). 또한 율무는 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키는 작용이 있고 약효 성분 중 coixol 이라는 성분은 진통작용을 가지고 있으며 coixenolide 성분과 같은 항암작용을 하는 기능성 물질들이 있는 것으로 알려져 있다 (Numata *et al.*, 1994; Takahashi *et al.*, 1986; Ukita and Tanimura, 1961). 이런 다양한 효능을 보유한 약용 작물인 율무는 2013년 기준으로 전국에서 616 ha가 재배되고 있으며 전국 재배면적의 67%인 414 ha를 경기도에서 재배하고 있으며 그 대부분이 연천군에서 재배되고 있다 (MAFRA, 2013).

†Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5762 (E-mail) sangkeun@cnu.ac.kr

Received 2015 August 17 / 1st Revised 2015 September 7 / 2nd Revised 2015 October 2 / 3rd Revised 2015 October 26 / 4th Revised 2015 November 20 / Accepted 2015 November 21

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.

율무 재배 중 식물체에 발생하는 병해로는 *Bipolaris coicis* 와 *Septoria* sp.에 의한 잎마름병, *Ustilago coicis*에 의한 낱부기병, *Fusarium* spp.에 의한 이삭마름증상이 보고되어 있으며 (KSP, 2009; Kim *et al.*, 1997; Choi *et al.*, 2011) 2015년 현재 잎마름병과 낱부기병에 대한 방제 약제가 등록되어 있는 실정으로 *Fusarium* spp.에 의한 이삭마름증상에 대한 약제는 아직 미등록 상태이다. 또한 수확 후 일부 율무 종자에서 DON (Deoxynivalenol)과 ZEN (Zeralenone)과 같은 곰팡이독소가 검출된 사례가 최근에 보고되어 지고 있는데 (Choi *et al.*, 2014) 이러한 종류의 곰팡이독소는 *Fusarium* 속 진균에 의해 생성되며 식품위생상 문제가 대두되고 있다 (Leslie *et al.*, 1992; Yoshizawa and Morooka, 1973).

곰팡이독소는 생물로부터 생성되기 때문에 수확 전후 저장, 유통, 소비에 이르기까지 매우 중요한 위해요소로 작용하지만 대부분의 곰팡이독소가 물리적, 화학적으로 안정한 저분자 물질이기 때문에 세척 및 가열 등의 일반적 가공조건으로는 제거되기 어렵다 (Martins and Martins, 2002). 따라서 본 연구

에서는 종자 전염으로 인해 야기될 수 있는 곰팡이독소 오염 가능성을 사전에 차단하기 위해 종실용 율무에 수확 전 이미 오염되어 있는 *Fusarium* 속 진균을 제어할 수 있는 효과적인 이화학적 방법을 찾고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 율무 분리 *Fusarium* 속 진균 대상 종자 소독 약제 약효 검증

실험에 사용한 *Fusarium* 속 진균 10종은 *F. miscanthi*, *F. kyushuense*, *F. concentricum*, *F. asiaticum*, *F. incarnatum*, *F. fujikuroi*, *F. armeniacum*, *F. graminearum*, *F. thapsinum*, *F. polyphialidicum* 으로 2012년도에 경기 연천, 전남 화순 농가포장과 충북 음성 인삼특작부 약용작물 시험포장에서 수확한 율무 (*Coix lacryma-jobi* L.) 종자에서 분리·동정 하였으며 -70°C 초저온 냉동고 (Fisher Scientific, Seoul, Korea)에서 보관하면서 사용하였다 (Fig 1). 사용 약제는 국내 재배 작

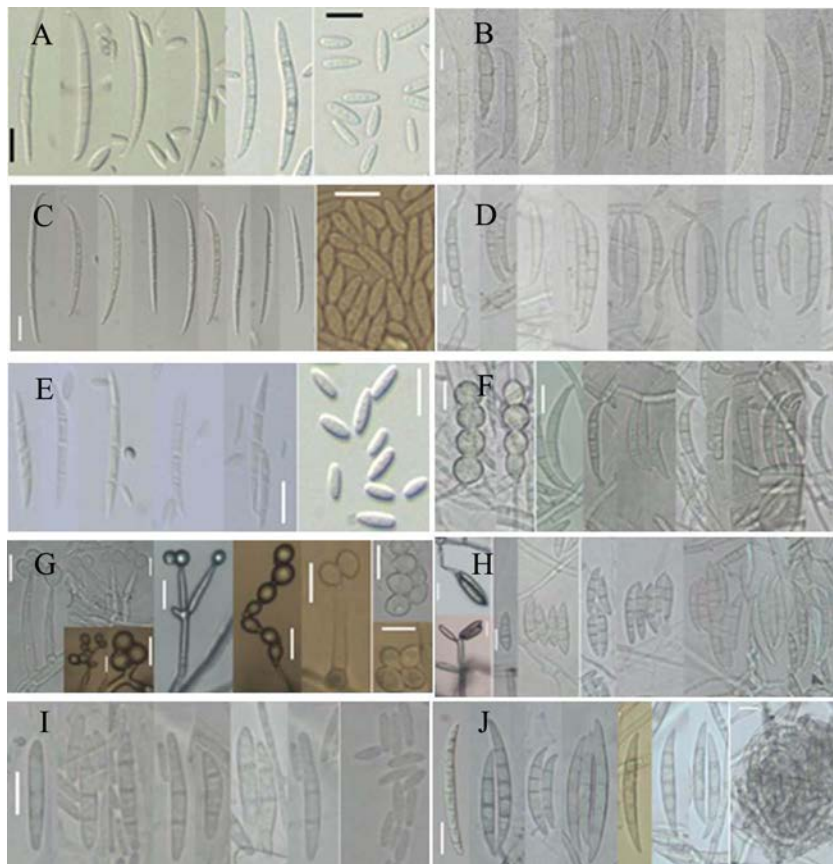


Fig. 1. Ten species of *Fusarium* isolated from adlay. Scale bar = 10 μm . A; *Fusarium fujikuroi*, B; *Fusarium asiaticum*, C; *Fusarium concentricum*, D; *Fusarium graminearum*, E; *Fusarium thapsinum*, F; *Fusarium armeniacum*, G; *Fusarium miscanthi*, H; *Fusarium kyushuense*, I; *Fusarium polyphialidicum*, J; *Fusarium incarnatum*.

물에 종자소독약제로 등록되어 있는 헥사코나졸 · 프로클로라즈 유제 (Hankooksamgong Co., Suwon, Korea) 등 11품목과 NaOCl (Daejung Chemicals, Siheung, Korea) 4% 용액을 이용하였다. 각각의 처리 약제를 작물보호제사용지침서에 명시된 사용기준량에 따라 증류수에 희석한 potato dextrose agar (BD Difco, Franklin Lakes, NJ, USA) 약제배지 (100 × 15 mm 페트리디시)를 제조하였으며 페트리디시 (SPL, Pocheon, Korea)의 중앙부에 25°C 5일간 암배양한 균주에서 균사의 생육이 가장 왕성한 외곽 부위를 6 mm cork borer (DH-KA0049, Daihan Scientific, Wonju, Korea)로 잘라내어 agar plug를 접종한 후 25°C 항온기 (WIM-RL4, Daihan Scientific, Wonju, Korea)에서 7일간 암배양 후 균총의 직경을 측정하여 항균활성 여부를 조사하였다.

2. 울무 종자 오염 진균 대상 이화학적 처리 효과 검증

실험에 사용한 울무 종자는 2013년 11월 충북 음성 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물 포장에서 수확한 조숙, 단간, 다수성 울무 품종 ‘조현’ (Jang *et al.*, 2005)으로 수확 후 7개월간 비닐하우스에서 상온보관하고 자연건조 시킨 수분함량 15%의 종자를 사용하였다. 울무 종자를 헥사코나졸 · 프로클로라즈 유제 등 11품목의 농약과 NaOCl 4% 용액에 24시간 침지시킨 시료와 80°C water bath (WCB-22, Daihan Scientific, Wonju, Korea)에서 각각 1분, 10분 침지시킨 시료를 만들어 다시 15%의 수분함량이 될 때까지 건조기 (DS-80-1, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)에서 40°C로 건조시킨 후 분쇄기 (WF2211214, Waring Commercial, Torrington, CT, USA)를 이용 곱게 갈아 대한민국약전의 미생물한도시험법에 의거하여 멸균 증류수에 희석하고 streptomycin (Sigma, St. Louis, MO, USA)을 포함한 1/10 PDA 항생제 배지 (100 × 15 mm 페트리디시)를 제조 한 후 도말하고 울무 시료 g 당 총 진균수를 측정하였다.

3. 이화학적 처리가 울무 종자에 미치는 약해 검증

울무 종자와 처리내용은 종자 오염 진균 대상 이화학적 처리효과 검증과 동일하게 하였으며 종자의 발아율, 유아, 유근의 생체중, 초기생육을 측정하여 무처리구와 비교하고 약해유무를 판단하였다. 처리구별 종자의 발아율은 100 × 15 mm 페트리디시에 2장의 여과지 (110 mm, Whatman, Buckinghamshire, England)를 깔고 증류수를 흘러내리지 않을 정도로 여과지에 충분히 적신 다음 처리 종자를 3회 멸균 증류수에 세척하고 30립씩 3반복으로 파종한 후 셀로판테이프로 밀봉하여 25°C 항온기에서 배양하면서 파종 7일 후 최종 발아율을 조사하였다. 유아, 유근의 생체중은 페트리디시에 파종 7일 후 유아와 유근을 잘라 개체 당 평균 무게를 측정하였고 초기생육은 200 × 200 mm 사각포트에 원예용 범용상토를 멸균기 (LS1508-

20W, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)에서 30분간 2회 멸균한 후 담고 각각의 처리 종자를 3회 멸균 증류수에 세척하고 2 cm 깊이로 1립씩 포트당 5립, 3반복으로 파종하고 매일 1회씩 충분한 관수를 해주면서 파종 1개월 후 출아한 유묘의 간장 (plant height)을 측정하였다.

4. NaOCl 처리농도 및 시간에 따른 울무 종자오염 진균 사멸효과와 약해 검증

본 실험은 울무 종자를 각각 1과 4% NaOCl 용액에 침종 시간을 10분, 30분, 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간으로 세분화 하여 처리하였다. 처리 후 3회 멸균 증류수에 세척하고 건조기에서 40°C로 건조시킨 후 분쇄기를 이용 곱게 갈아 대한민국약전의 미생물한도시험법에 의거하여 멸균 증류수에 희석하고 streptomycin을 포함한 1/10 Potato dextrose agar (BD Difco, Franklin Lakes, NJ, USA) 항생제 배지 (100 × 15 mm 페트리디시)를 제조 한 후 도말하고 plate 당 총 진균수를 측정하여 울무종자에 오염된 진균의 사멸 효과를 무처리구와 비교하여 검증하였다. 종자의 발아율, 출아율, 간장, 지상부 생체중을 측정, 무처리구와 비교하여 약해유무를 판단하였다. 처리구별 종자의 발아율은 이화학적 처리가 울무 종자에 미치는 약해 검증과 동일한 처리 방법으로 처리 후 측정하였다. 출아율은 각각의 처리 시료를 200 × 200 mm 사각포트에 원예용 범용상토를 121°C에서 30분간 2회 멸균한 후 담아 2 cm 깊이로 1립씩 포트당 5립, 3반복으로 파종하고 각 처리구당 3반복으로 매일 1회씩 물 관리를 해주면서 출아가 완료된 1개월 후 조사하였다. 간장, 지상부 생체중은 사각포트 파종 70일 후 측정하였다.

5. 통계분석

통계분석은 SAS Enterprise 4.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 사용하여 일원분산분석 (one-way analysis of variance)을 하였으며 Duncan' Multiple Range Test ($p < 0.05$)를 이용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 종자 소독 약제 처리에 따른 *Fusarium* 속 균의 균사생장 억제 효과

울무 (*Coix lacryma-jobi* L.)에서 분리한 *Fusarium graminearum* 등 10종의 균을 대상으로 실험한 결과 범씨 종자소독 약제로 등록되어 있는 프로클로라즈유제, 헥사코나졸프로클로라즈유제 등 2종의 약제가 모든 균에 대해 균사생장 억제 효과를 보였으며 4% NaOCl의 경우 균사생장 억제 및 용균 작용을 나타내었다. 반면 보리 걸깜부기병 (병원균 : *Ustilago*), 줄무늬병 (병원균 : *Helminthosporium*) 등에 방제약제로 등록되

Table 1. Mycelial growth inhibition of seed disinfectants to ten *Fusarium* species.

No.	Treatment	<i>Fusarium</i> species ²⁾									
		m	k	c	as	i	f	ar	g	t	p
1	Carboxin + Thiram DP ¹⁾	A	0.0	A	0.0	A	A	0.0	0.0	0.0	A ³⁾
2	Tebuconazole EC	0.0	0.0	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Tolclofos-methyl DP	4.1	2.2	3.0	2.0	3.8	3.1	3.8	2.1	1.6	3.5
4	Thiophanate-methyl + Triflumizole WP	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Prochloraz copper chloride complex + Tebuconazole SC	0.0	0.0	0.0	1.3	0.8	1.0	1.0	1.1	0.0	A
6	Prochloraz EC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Fludioxonil SC	2.7	0.0	1.5	0.0	2.8	1.3	3.2	A	1.2	1.9
8	Fluquinconazole + Propineb WP	1.0	0.0	0.0	0.3	1.2	0.8	1.4	0.0	1.2	1.7
9	Fluquinconazole WP	1.5	1.8	2.3	3.0	3.0	1.7	2.6	1.9	A	1.4
10	Hymexazol + metalaxyl-M SL	0.0	0.0	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Hexaconazol + Prochloraz EC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	4% Sodium hyperchlorite	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C	C	C	C
13	Non treated control	5.0	5.2	3.9	4.5	3.5	3.6	4.3	2.4	3.3	2.9

Digit means mycelial growth diameter (cm).

¹⁾DP; Dustable Powder, EC; Emulsifiable Concentrate, WP; Wettable Powder, SC; Suspension Concentrate, ²⁾m; *F. miscanthi*, k; *F. kyushuense*, c; *F. concentricum*, as; *F. asiaticum*, i; *F. incarnatum*, f; *F. fujikuroi*, ar; *F. armeniacum*, g; *F. graminearum*, t; *F. thapsinum*, p; *F. polyphialidicum*, ³⁾A; aerial hyphae, C; cell lysis.

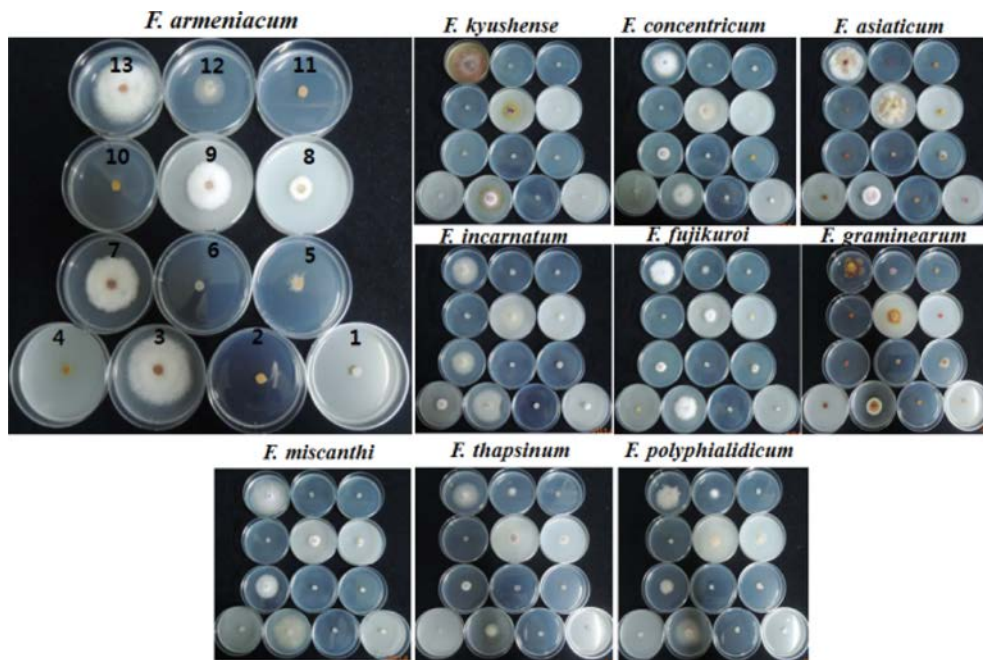


Fig. 2. Antifungal activity of seed disinfectants to ten *Fusarium* species. Number of treatments are same with No. of Table 1.

어 있는 카복신티람분제와 벼 도열병 (병원균 : *Pyricularia*), 깨 씨무늬병 (병원균 : *Cochliobolus*), 키다리병 (병원균 : *F. fujikuroi*), 당귀 점무늬병 (병원균 : *Phoma*), 더덕 녹병 (병원균 : *Coleosporium*) 등에 방제약제로 등록되어 있는 테부코나졸 유제, 벼 모썩음병 (병원균 : *Achlya*)에 등록되어 있는 하이멕사 줄메타락실엠액제는 10종의 시험 대상 *Fusarium* 속 진균 중 일

부균에 대해 접종한 agar plug 위로부터 균사가 생장하는 기중균사 (aerial hyphae)를 형성하여 특정균주에 대한 균사 생장억제 효과가 다소 떨어지는 경향이였다. 그 외 시험약제인 톨클로포스메틸분제, 티오파네이트메틸·트리플루미졸수화제, 프로클로라즈코퍼클로라이드·테부코나졸액상수화제, 플루디옥소닐액상수화제, 플루퀸코나졸·프로피네브수화제, 플루퀸코나졸수화제

는 무처리 대비하여 *Fusarium* 속 균에 대해 일정 수준의 균사생장 억제 능력은 인정 되었으나 프로클로라즈유제, 헥사코나졸 프로클로라즈유제와 4% NaOCl 처리에 비해서는 균사생장 억제 효과가 현저히 떨어지는 경향이였다 (Table 1. and Fig. 2).

2. 이화학적 처리가 울무 종자오염 진균 및 종자에 미치는 영향

울무 종자를 대상으로 실험한 결과 무처리 대조구 (7.7×10^4 CFU/g) 에 비해 카복신티람분제, 티오파네이트메틸 트리플루미졸수화제, 프로클로라즈유제, 헥사코나졸프로클로라즈유제는 각각 1.6×10^4 , 1.1×10^4 , 1.7×10^4 , 1.2×10^4 CFU/g으로 유의적으로 총균수가 낮게 검출되었으며 테부코나졸유제, 톨클로포스메틸분제, 프로클로라즈코퍼클로라이드테부코나졸액상수화제, 플루디옥소닐액상수화제, 플루퀸코나졸프로피네브수화제, 플루퀸코나졸수화제, 하이멕시졸메타락실엠액제는

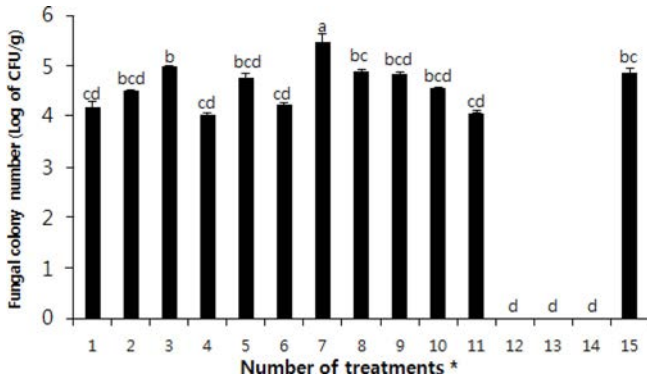


Fig. 3. Total number of fungi according to seed treatments. Number of treatments (1 to 12) are same with No. of Table 1, Number 13 and 14 mean treatments of soaking in 80°C water during one and ten minute, respectively. Number 15 mean non treated control. Means with the different letter (a - d) are significantly different at $p < 0.05$.

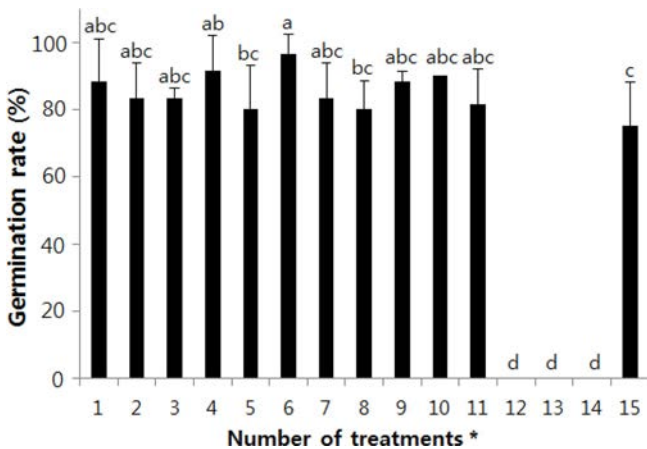


Fig. 4. Seed germination rate according to seed disinfectants. Number of treatments are same with No. of Fig. 2. Means with the different letter (a - d) are significantly different at $p < 0.05$.

무처리 대비하여 유의성이 없거나 유의적으로 높게 총균수가 검출되었는데 특히 톨클로포스메틸분제와 플루디옥소닐액상수화제의 경우 균 검출량이 각각 1.0×10^5 , 3.0×10^5 CFU/g으로 매우 높은 수준으로 검출되었다 (Fig. 3).

이 실험의 결과는 종자 소독 약제 처리에 따른 *Fusarium* 속 균의 균사생장 억제 효과와도 매우 유사한 경향이였지만 본 실험에서 검출된 균은 미동정 진균과 함께 *Fusarium* 속 진균을 함께 포함하고 있어 24시간 농약 침지 시 종피 안쪽에 들어가 있는 일부 *Fusarium* 속 진균에는 약효가 미치지 않았을 것으로 사료된다. 처리에 따른 울무 종자의 발아율은 무처리 대비 11개 품목 약제가 유의적으로 높은 수준이었다 (Fig. 4). 또한 24시간 4% NaOCl, 1분, 10분 80°C온탕 처리의 경우 균검출이 전혀 없었으나 이 경우 종자의 발아율도 0%로 약해가 인정되었다 (Fig. 3, 4).

약제 처리 후 페트리디시에서 최아시킨 종자의 유아 (plumule) 및 유근 (radical) 생체중은 11개 처리약제 모두 무처리 보다 낮았으나 (Fig. 5.) 상토 파종, 출아 후 초기생육은

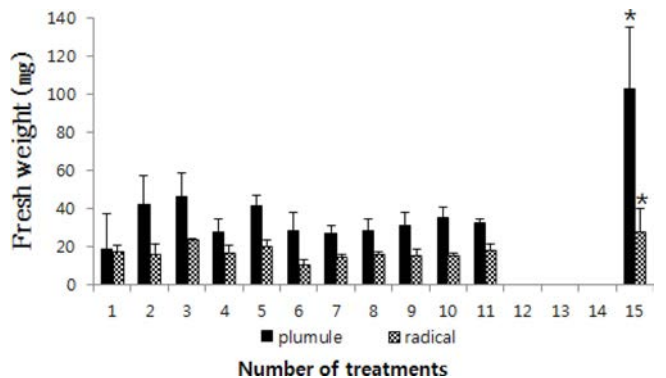


Fig. 5. Fresh weight of plumule and radical according to seed disinfectants. *Means with significant difference in the fresh weight of plumule and radical, respectively ($p < 0.05$).

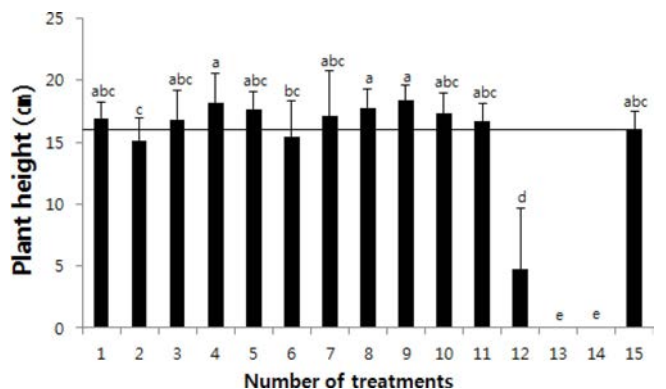


Fig. 6. Plant height of seedlings according to seed disinfectants. Number of treatments are same with No. of Fig. 2. Means with the different letter (a - e) are significantly different at $p < 0.05$.

오히려 무처리 대비하여 차이가 없었으며 페트리디시상에서 발아가 전혀 되지 않았던 4% NaOCl 처리의 경우 상토에 파종 시 발아하여 출아가 되는 종자가 관찰되었는데 (Fig. 6.)

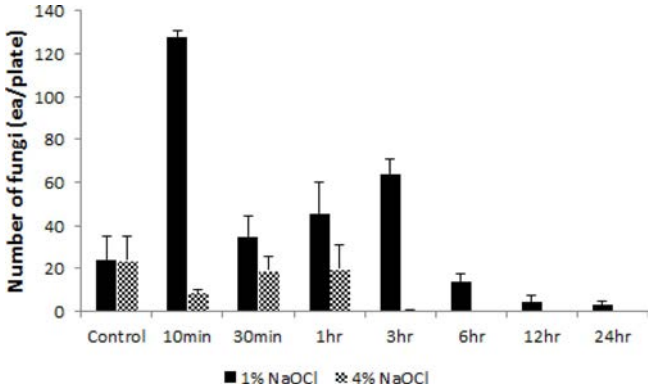


Fig. 7. Number of total fungi in the adlay depending on NaOCl soaking period.

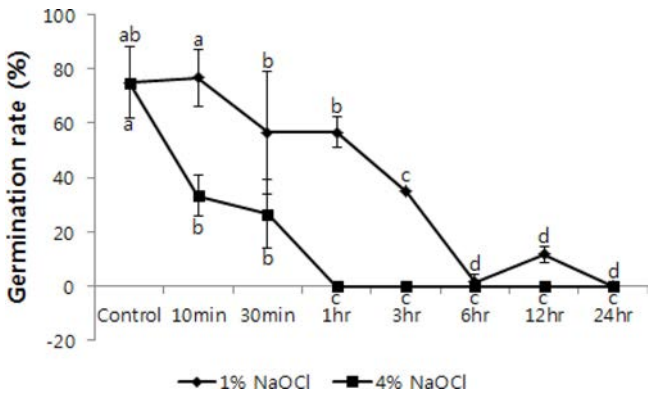


Fig. 8. Germination rate of adlay depending on NaOCl soaking period. Means with the different letter (a - d) are significantly different in the germination rate by 1 and 4% NaOCl, respectively ($p < 0.05$).

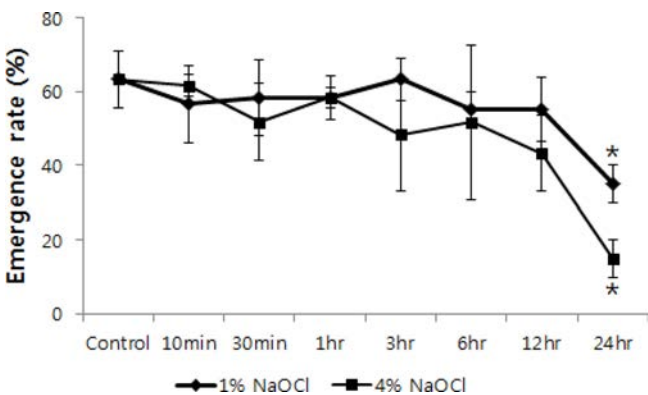


Fig. 9. Emergence rate of adlay depending on NaOCl soaking period. *Means with significant difference in the emergence rate by 1 and 4% NaOCl, respectively ($p < 0.05$).

이러한 결과는 4% NaOCl 처리 후 종자 발아 실험 시 페트리디시에 파종한 종자에 잔존하는 NaOCl 성분에 의한 약해로 판단되며 반면 상토 파종 시에는 매일 1회씩 포트에 관수를 해주어 종자에 잔존하는 발아저해 성분이 희석되고 점차 줄어들었을 것으로 사료된다. 결과를 종합해 보면 24시간 이화학적 처리 시 11개 약제는 약해가 인정되지 않으나 종피 안쪽에 들어가 있는 균방제가 어렵고 반대로 4% NaOCl 처리 시 약해는 인정되나 완전한 균 방제가 가능하였다. 이에 NaOCl을 농도별, 시간별로 세분화 하여 실험을 수행하였다.

3. NaOCl 처리농도 및 시간이 울무종자 오염 진균 및 종자에 미치는 영향

NaOCl을 울무 종자에 처리 하였을 때 침종시간 (10 min, 30 min, 1 hr, 3 hr, 6 hr, 12 hr, 24 hr)에 따른 균검출은 1% NaOCl 처리의 경우 24시간 까지 계속 되었으나 4% NaOCl의 경우 3시간 침종 후부터 검출이 거의 없다가 6시간 후부터는 완전히 무검출 되었고 (Fig. 7.) 또한 울무 종자 침종시간

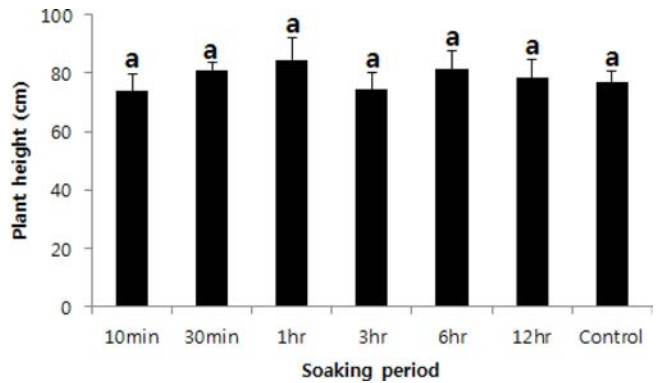


Fig. 10. Plant height after 70 days later depending on soaking period in the 1% NaOCl treatment. Means with the same letter is not significantly different at $p < 0.05$.

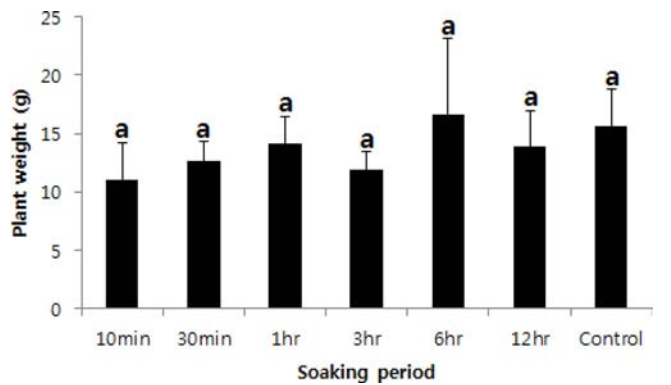


Fig. 11. Plant weight after 70 days later depending on soaking period in the 1% NaOCl treatment. Means with the same letter is not significantly different at $p < 0.05$.

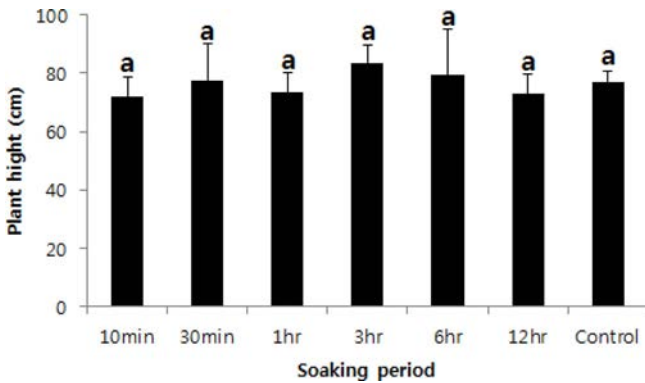


Fig. 12. Plant height after 70 days later depending on soaking period in the 4% NaOCl treatment. Means with the same letter is not significantly different at $p < 0.05$.

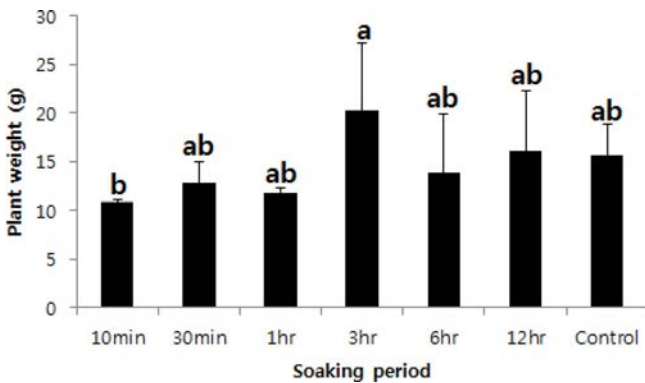


Fig. 13. Plant weight after 70 days later depending on soaking period in the 4% NaOCl treatment. Means with the same letter is not significantly different at $p < 0.05$.

에 따른 발아율은 1과 4% NaOCl 처리 모두 침종시간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향이었으나 (Fig. 8.) 출아율은 12시간 침종 때까지 무처리 대비 유사하다가 24시간 침종시에는 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다 (Fig. 9.). 본 실험의 결과는 Fig. 6에서 보여주는 결과와 마찬가지로 발아 시험에서는 치상한 종자에 NaOCl 성분이 잔존하여 약해를 주었을 것으로 판단하며 반면 상토 파종 시에는 매일 1회씩의 관수에 의해 종자에 잔존하는 NaOCl 성분이 희석되고 점차 줄어들어 12시간 침종처리까지는 약해가 나타나지 않았을 것으로 사료된다.

1과 4% NaOCl 처리 시 울무 종자 침종시간 (10 min, 30 min, 1 hr, 3 hr, 6 hr, 12 hr)에 따른 식물체 크기와 지상부 생체중은 유의성이 없이 무처리 대비 유사하여 약해가 인정되지 않았다 (Fig. 10, 11, 12, 13.). 따라서 본 실험들의 결과를 종합할 때 울무 종자를 4% NaOCl 에 6-12시간 침종하여 파종하면 *Fusarium* 속 균을 포함한 종자오염균의 효과적 방제가 가능할 것으로 사료된다. 수확 후 한약재 및 식품용으로 섭취하는 울무 종자를 대상으로 곰팡이독소 및 곰팡이 오염 저감화를 위한 건조저장 조건이 선행 연구로 제시된 바 있

는데 (Choi *et al.*, 2014) 본 연구는 종자 전염으로 인해 야기될 수 있는 곰팡이독소 오염 가능성을 사전에 차단하기 위한 이화학적 처리로서 울무 오염 *Fusarium* 속 진균을 저감화하기 위한 재배 단계에서의 효과적 방안으로 제시하는 바이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다 시험연구사업 당귀와 울무에 발생하는 곰팡이오염 및 독소분비 저감화 기술개발(과제번호: PJ00943503) 과제의 연구비로 수행된 결과이며 이에 감사를 드립니다.

REFERENCES

- Chae KY. (2009). Quality characteristics of glutinous rice Dasik by the the addition of Job's tears flour. Korean Journal of Food Cookery Science. 25:1-7.
- Choi HJ, An TJ, Kim JI, Park SH, Kim DW, Ahn YS and Moon YS. (2014). Postharvest strategies for deoxynivalenol and zearalenone reduction in stored adlay(*Coix lachryma-jobi* L.) grains. Journal of Food Protection. 77:466-471.
- Choi HW, Hong SK, Kim WG and Lee YK. (2011). Diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with head blight of Job's tears. The Korean Journal of Mycology. 39:217-222.
- Chung YJ, Kim JK and Youn KS. (2006). Effect of roasting temperature on phytochemical properties of Job's tears(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yeun*) powder and extracts. Korean Journal of Food Preservation. 13:477-482.
- Jang JH, Yi ES, Choi BY, Kim IJ, Park JS, Kim SK and Kim HD. (2005). New variety "Johyun" of *Coix lachryma-jobi* var. *mayeri* Stapf with early maturity and short plant height. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 13:122-125.
- Kim HK, Cho DW and Hahm YT. (2000). The effects of Coix Bran on lipid metabolism and glucose challenge in hyperlipidemic and diabetic rats. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 29:140-146.
- Kim SK, Kim KW, Hong SS, Park EW, Yang JS and Kim YJ. (1997). Isolation and identification of *Bipolaris coicis*, causing leaf blight of Job's tears. The Korean Journal of Mycology. 25:291-296.
- Korean Society of Plant Pathology(KSPP). (2009). List of plant disease in Korea. Korean Society of Plant Pathology. Suwon, Korea. p.278-279.
- Lee JE, Suh MH, Lee HG and Yang CB. (2002). Characteristics of Job's tear gruel by various mixing ratio, particle size and soaking time of Job's tear and rice flour. Korean Journal of Food and Cookery Science. 18:193-199.
- Leslie JF, Plattner RD, Desjardins AE and Klittich CJR. (1992). Fumonisin B1 production by strains from different mating populations of *Gibberella fujikuroi*(*Fusarium* section *liseola*). Phytopathology. 82:341-345.
- Martins ML and Martins HM. (2002). Influence of water activity, temperature and incubation time on the simultaneous production of deoxynivalenol and zearalenone in corn(*Zea*

- mays*) by *Fusarium graminearum*. Food Chemistry. 79:315-318.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2013). Production record of cash crops. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.51.
- Numata M, Yamamoto A, Moribayashi A and Yamada H.** (1994). Antitumor components isolated from the chinese herbal medicine *Coix lachryma-jobi*. Planta Medica. 60:356-359.
- Park GS and Lee SJ.** (1999). Effect of Job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 28:1244-1250.
- Takahashi M, Konno C and Hikino H.** (1986). Isolation and hypoglycemic activity of coixans A, B and C, glycans of *Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* seeds. Planta Medica. 52:64-65.
- Ukita T and Tanimura A.** (1961). Studies on the anti-tumor component in the seeds of *Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen*(Roman) STAPF. I. Isolation and anti-tumor activity of coixenolide. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 9:43-46.
- Yoshizawa T and Morooka N.** (1973). Deoxynivalenol and its monoacetate: New mycotoxins from *Fusarium roseum* and mouldy barley. Agricultural and Biological Chemistry. 37:2993-2934.