

사업구분 : 경상기본	Code 구분 : LS0201	벼(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자
벼 안전재배 연구	'02 ~ 계속	강원도원 작물경영연구과 함진관
1) 벼 키다리병 방제기술 개선연구	'04 ~ '05	강원도원 작물경영연구과 이안수
색인용어	벼, 키다리병, 종자소독, 냉수온탕침법, 육묘, 파종기, 파종량	

## ABSTRACT

This study was carried out to improve the chemical seed disinfection and develop the modified hot water treatment for reducing rice bakanae disease. Average number of infected seedlings of 20 recommended varieties in Gangwon province were 3.6 per seed bed in spite of standard chemical sterilization. Late and dense seedling made the rate of infected seedlings increase. The results of chemical seed disinfection study meanted that the Fusarium moniliforme(bakanae disease germ) growth inhibition degree of 3 chemicals was in the order of prochloraz(E)>thiophanate-methyl-triflumozole(wp)>benomyl(wp), that when the standard amounts of prochloraz(E) and thiophanate-methyl-triflumozole (wp) were treated in 30°C for 48 hours, the control values for bakanae disease were much higher than standard chemical sterilization and no differences in seedling quality and rice yield. The results of modified hot water treatment study indicated that the germination rate was maintained and the control value was highest, when the seed was soaking in cold water for 60 min, and then in 58°C water for 15 min.

### 1. 연구목표

벼 키다리병은 전국적으로 발생하고 있으며 이병에 감염되면 벼가 도장되며, 심하면 고사하기도 한다(김 1981). 또한 이병묘를 이앙할 경우 본답후기까지 생육에 영향을 미쳐 수량이 감소되고 쌀 품질을 저하시킨다(김 1981 ; 성 등, 1983,1984 ; 차 등, 1983).

1970년대부터 기계이앙이 확대됨에 따라 상자육묘가 보급되면서 벼 키다리병이 증가추세에 있는데, 그 원인은 상자육묘의 밀파 및 고온다습한 환경하에서 병원균의 증식에 좋은 조건이 되어 발병을 조장시키기 때문이다. 벼 키다리병은 주로 종자로 전염되며 소독된 종자일지라도 완전방제는 어렵다(오 등 1983, 이 등 1983). 더욱이 이병정도가 심한 품종을 재배하거나 출아 처리시 고온다습한 등 환경이 적절하지 못한 경우에는 키다리 발병율이 더 높아지기 때문에 방제방법의 개선이 필요한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 품종, 파종기 및 파종량에 따른 키다리병 발병정도를 조사하고, 이에 대한 대책으로 기존의 약제소독방법 개선을 위해 소독약제, 침지온도 및 시간에 따른 키다리병 경감효과를 조사하고, 무농약 종자소독 방법인 냉수온탕침법의 실행방법을 구명하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 국내 주요장려품종(오대벼 등 20품종)의 키다리병 발병정도 조사

국내에 장려품종으로 지정되어 있는 오대벼 등 20품종을 시험품종으로 하여 무처리 및 표준소독(30℃로 설정한 프로라츠 유제 2000배액에 벼 종자를 24시간동안 침지)하고, 30℃에서 침종하여 수중 발아시켜 상자당 150g씩 파종하고 4일간 최아시킨 후 물뭇자리에 치상하였으며, 파종후 30일경 키다리병 발병본수를 조사하였다.

### 나. 상자육묘시 파종기 및 파종량에 따른 키다리병 발생조사

오대벼와 수라벼를 공시하여 파종기 및 파종량에 따른 키다리병 발생을 조사하기 위해 4. 20, 5. 10에 2차례에 걸쳐 파종하였고, 파종량은 각각 110, 150, 190, 230g/상자로 하였다. 종자는 표준소독법으로 처리하였고 기타의 방법은 1과 동일하게 실시하였다.

### 다. 종자소독방법 개선에 따른 키다리병 방제효과 구명

본 실험은 2004년부터 2005년까지 2개년동안 수행하였으며, 첫 해에 오대벼를 공시하였으나 키다리병 발병율이 낮아 2005년에는 수라벼를 공시하였다.

농약을 이용한 종자소독방법 연구에서는 petridish PDA 배지위 가운데에 키다리병원균 (*Fusarium moniliforme*, '04 농진청 병리곤충과에서 분양)을 접종하고, 좌우 3cm 거리에 기준량의 약액을 40 $\mu$ l를 처리한 paperdisk를 놓고 25℃에서 배양하며 6, 8, 10, 12일후 균생장량을 조사하여 약제별 균생장저지력, 침투성 및 약효의 지속성을 확인하였다.

프로라츠(유), 베노람(수), 지오판·리프졸(수) 등 3종에 대해 반량, 기준량(2000배액), 배량의 3수준으로 희석하였고, 약액의 온도는 10, 20, 30℃ 3수준, 침지시간은 24, 48시간 2수준으로 하여 총 54처리에 대하여 육묘시험을 수행하였다. 이중 선발된 3처리에 의해 소독한 종자를 Sodium hydrochlorite 1% 액으로 표면소독한 후 왕겨와 현미를 분리하고 각각 테트라 사이클린이 20 $\mu$ g/ml 함유된 Komada 선택배지에 2,000립씩 이식하여 곰팡이균의 검출빈도를 조사하였다. 본 연구에서 표준소독법은 2003년도 영농활용기술인 30℃의 프로라츠(유) 2,000배액에 24시간 침지하는 것으로 하였다.

### 라. 친환경 종자소독법 냉수온탕침법 적용방법 구명

2004년 조사시 키다리병 발병도가 높았던 수라벼를 공시하여 냉수침지시간은 0, 1, 2시간의 3수준을 두었고, 예비온탕은 무처리와 처리구 2수준, 온탕침지방법은 온도 58, 60℃ 2수준, 시간 10, 15, 20분 3수준 등 총 36처리에 대하여 발아율 및 키다리병 발생정도(30일묘)등을 조사하였다. 기타의 육묘 및 조사방법은 상기 종자소독방법 개선연구와 동일하게 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 도내 주요장려품종의 키다리병 발병도

강원도내의 주요장려품종 오대벼, 태성벼 등 20여 품종의 파종 30일경 모판 상자당 키다리병 발병본수를 조사한 결과는 표 1과 같다. 무처리에서는 모든 품종에서 키다리병이 상자당 1~66본이 발생하였다. 관행소독시에도 진품벼 등 4품종을 제외한 16품종에서 1~18본 발병하였고, 이때 방제가는 17~97%로 소독방법 개선을 통한 키다리병 경감의 필요성이 제기되었다.

<표 1> 도내 주요장려품종 키다리병 발병 및 방제가

품종명	발병본수(개/상자)		방제가	품종명	발병본수(개/상자)		방제가
	표준소독	무 처 리			표준소독	무 처 리	
진 품	0	1	100	태 성	3	9	67
추 청	0	1	100	오 대	3	12	75
새추청	0	3	100	조 안	3	25	88
문 장	0	8	100	화 동	3	8	58
대 안	1	9	89	일 품	4	8	50
삼 광	1	38	97	중 화	5	6	17
새상주	2	16	88	태 봉	5	7	29
상 미	3	7	57	중 산	6	26	77
석 정	3	8	63	수 라	8	66	88
진부울	3	9	67	금 안	18	37	51

#### 나. 상자육묘시 파종기 및 파종량에 따른 키다리병 발생조사

파종기 및 파종량에 따른 키다리병 발생은 표 2와 같다. 5월 10일 파종시 4월 20일 파종 대비 오대벼 및 수라벼 공히 키다리병 발병율이 약 3배 증가하였다. 따라서 파종시기가 늦어질수록 키다리병이 증가하는 것으로 판단되며 이 원인은 출아 및 육묘초기의 고온다습한 환경과 관련이 있을 것으로 추정된다. 상자당 파종량이 증가할수록 키다리병 발생율도 증가하는 경향을 보였는데, 오대벼는 상자당 190g까지는 증가하지 않았으나 230g에서 2배 가량 증가하였는데 이는 발병종자가 인접 종자에 영향을 미친 것으로 추정된다. 그러나 수라벼의 경우 파종량 증가에 따라 발병율도 완만하게 증가하여 오대벼와는 약간 다른 양상을 보였다. 이 결과를 종합하면 키다리병 발병율을 줄이기 위해서는 품종에 상관없이 파종적기에 상자당 190g 이하로 파종하는 것이 좋다고 판단되었다.

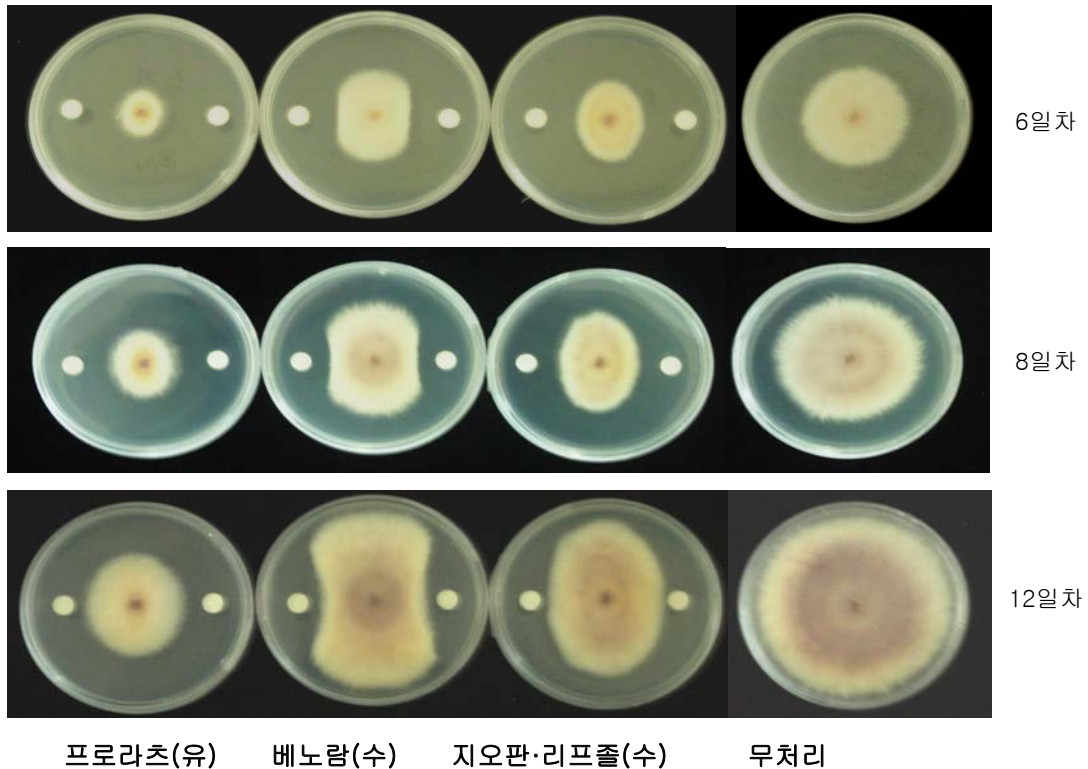
<표 2> 파종기 및 파종량에 따른 키다리병 발생비율(%)

품종명	파종일 (월. 일)	파종량(g/상자)			
		110	150	190	230
오대벼	4. 20	0.18	0.17	0.21	0.42
	5. 10	0.73	0.78	0.59	1.11
수라벼	4. 20	0.44	0.38	0.71	0.79
	5. 10	2.69	2.77	2.88	2.92

#### 다. 종자소독방법 개선에 따른 키다리병 방제효과 구명

##### 1) 약제종류별 병원균 성장저지력

PDA상에서 약제 3종의 *Fusarium moniliforme* 성장저지력을 검정한 결과는 그림 1과 같았다. 프로라츠(유) 2,000배액 처리시에는 균생장량이 가장 작아 균생장저지력이 가장 높은 것으로 보이며, 군사 성장형태는 원에 가까운 타원형으로 PDA 침투성도 가장 높은 것으로 판단되었고, 베노람(수)의 200배액의 경우 균생장저지력은 높으나 침투성에서는 타약제에 비해 떨어지는 것으로 보였으며, 지오판·리프졸(수) 200배액은 프로라츠(유)와 베노람(수)의 중간적 특성을 가진 것으로 판단되었다. 본 실험 결과, 종자소독효과는 프로라츠(유) > 지오판·리프졸(수) > 베노람(수)의 순일 것으로 추정되었다.



[그림 1] 약제종류별 *Fusarium moniliforme* 성장저지력 조사결과

※ 사용균주(*Fusarium moniliforme*) : '04년 농업과학기술원에서 분양

##### 2) 육묘 및 포장시험

1년차 육묘 및 포장시험에서는 4요인 54처리 중에서 종자소독효과가 높은 3처리를 선발 하였으며, 표 3에서 보는 바와 같이 선발된 3처리 모두 소독효과가 우수하고 묘소질에서 약 해도 없었다.

<표 3> '04년 오대벼를 이용한 육묘 및 포장시험 결과

약제명	약 량	온 도 (°C)	기 간 (hrs)	발 병 율(%)			묘 소 질		
				파종15일	파종30일	이양40일	초 장 (cm)	엽 수 (매)	건물중 (g/100본)
무 처 리				0.31	0.32	0.25	18.8	4.4	3.2
표 준 소 독				0.08	0.10	0.06	18.2	4.2	3.1
프로라츠(유)	반 량	"	48	0.00	0.00	0.02	17.8	4.2	3.1
"	기준량	"	"	0.02	0.03	0.00	18.0	4.2	3.0
지오판·리프졸(수)	"	"	"	0.02	0.03	0.00	18.3	4.3	3.1

'05년도에는 1차선발된 3처리간 비교를 위해 이병정도가 더 심한 수라벼로 공시품종을 변경하여 육묘 및 포장시험을 수행한 결과를 표 4, 5에 나타내었다. 수라벼는 오대벼와는 달리 키다리병 발병율이 높아 소독처리의 효과를 좀더 명확하게 확인할 수 있었으며, 프로라츠(유) 및 지오판·리프졸(수)를 기준량으로 30°C에서 48시간 침지소독의 2처리가 가장 우수한 결과를 얻었다. 그러나 프로라츠(유)는 지오판·리프졸(수)에 비하여 상품화된 농약의 유효성분 함량은 42%, 희석배율은 10배로써 실제 종자소독후 환경에 투하되는 유효성분의 양은 4.2% 수준이기 때문에 저투입이라는 측면에서 더 유리한 것으로 판단된다.

48시간 소독으로 우수한 결과를 얻었다는 이 실험결과는 종자소독시간이 벼 키다리병 방제에 크게 영향을 미치지 않는다(박 등 2003)는 주장과는 상반된 것으로서, 박 등은 종자소독시간의 효과를 검증할 당시 소독액의 온도는 15°C에서 실험을 수행하였기에 침지시간 증가에 따른 소독효과가 적었을 것이라는 추정이 가능하였다.

<표 4> 소독방법별 육묘 및 포장시험 결과

약 제 명	약 량	온 도 (°C)	기 간 (hrs)	발병비율(%)			묘 소 질		
				파종15일	파종30일	이양20일	초장 (cm)	엽수 (개)	건물중 (100본)
무 처 리				0.71	4.80	6.1	12.6	4.3	2.2
표 준 소 독				0.20	0.77	1.4	11.1	4.3	2.2
프로라츠(유)	반 량	"	48	0.13	0.61	1.0	11.2	4.4	2.2
"	기준량	"	"	0.10	0.31	0.4	10.6	4.4	2.1
지오판·리프졸(수)	"	"	"	0.05	0.31	0.4	10.1	4.2	2.2

※ '05 육묘기간중 냉해로 전년대비 묘 생육이 낮음

벼 수량구성요소 및 수량은 무처리보다는 증가하였으나 2003년 영농활용된 소독방법인 프로라츠(유)-기준량-30°C-24시간과 차이가 없어 키다리병 방제방법 개선으로 쌀 수량 증가는 기대할 수 없고 다만, 못자리 및 생육초기 이병주 제거노력 절감효과는 분명히 있으리라 판단된다.

<표 5> 소독방법별 수량구성요소 및 수량

약 제 명	약 량	온도 (°C)	기간 (hrs)	㎡당립수 (개)	등속율 (%)	현 미 천립중(g)	수량(kg/10a)		
							정 조	현 미	백 미
무 처 리				34,169	85.2	21.4	679	563	518 b <sup>1)</sup>
표 준 소 독				35,009	91.3	21.4	733	612	563 a
프로라츠(유)	반 량	"	48	34,517	91.2	21.3	739	617	568 a
"	기준량	"	"	33,662	91.0	21.7	736	613	564 a
지오판·리프졸(수)	"	"	"	33,568	88.3	21.3	740	613	564 a

1) : DMRT(5%)

### 3) 소독방법별 종자중 균검출율

소독방법별 왕겨와 현미에서 곰팡이 검출율을 조사한 결과는 표 6과 같다. 왕겨에서는 무처리시 모든 종자에서 각종 곰팡이가 검출되었으나, 소독된 종자의 왕겨에서는 전혀 검출되지 않은 점으로 미루어, 표준소독(프로라츠 2000배액, 30°C, 24시간 침지)시에도 왕겨에 붙어있는 균은 키다리병 발병에 전혀 영향을 미치지 못하는 것으로 보였다. 현미에서는 무처리의 경우 22.7%, 표준소독에서도 18.8%에서 곰팡이균이 검출되어 소독효과가 그다지 높지 않은 것으로 보였다. 그러나 프로라츠(유) 및 지오판·리프졸(수)를 동일한 조건에서 48시간 소독했을 경우에는 균검출율이 2.9~4.7%로 표준소독시보다 소독효과가 월등히 우수하였다. 이는 2년간에 걸친 육묘 및 포장시험의 결과를 뒷받침하여 주었다. 또한 이 결과는 키다리병 뿐만 아니라 기타 곰팡이성 종자전염병 경감효과도 있을 것이라는 추측이 가능하였다.

<표 6> 소독종자 중 곰팡이균 검출율 조사결과

약 제 명	농 도	온 도 (°C)	기 간 (hrs)	균검출율(%)		
				왕 겨	현 미	지수
무 처 리				99.9	22.7	100
표 준 소 독				0.0	18.8	83
프로라츠(유)	반량	30	48	0.0	6.4	28
"	기준량	30	48	0.0	4.7	21
지오판·리프졸(수)	기준량	30	48	0.0	2.9	13

## 라. 친환경 종자소독법 냉수온탕침법 적용방법 구명

### 1) 주요 처리별 키다리병 방제효과

총 36처리의 냉수온탕처리중 발아율이 유지되고 방제가 높았던 방법은 표 7과 같다. 냉수 1시간 침지후 58°C 온탕에 15분간 침지한 경우, 방제가 96%로 관행소독 대비 20%이상 높았다. 이 방법보다 시간을 줄이거나 온도를 높이고 시간을 줄인 경우, 방제가 떨어진 결과를 얻었으므로 철저한 시간 준수가 필요한 것으로 보인다. 또한 일부 벼 친환경 재배 농가에서 이용하고 있는 키토산+목초액은 키다리병 방제효과는 거의 없는 것으로 나타났다.

<표 7> 주요처리별 키다리병 방제가 및 묘소질

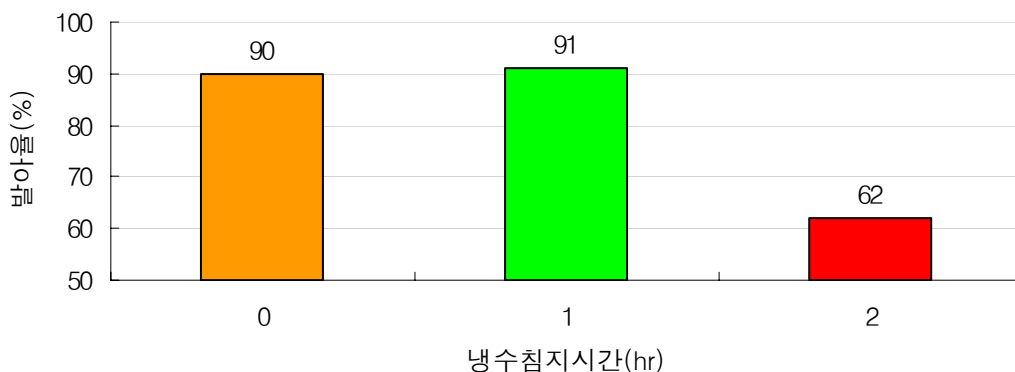
소 독 방 법	발 병 율(%)		발아율 (%)	방제가 (%)	묘 소 질		
	파종15일	파종30일			초장 (cm)	엽 수 (개)	건물중 (g/100본)
무 처 리	0.11	0.23	85	-	12.6	4.3	2.2
표 준 소 독	0.02	0.06	85	74	11.6	4.3	2.2
냉수침지1시간 58℃ 10분	0.00	0.06	85	74	11.7	4.4	2.1
" 58℃ 15분	0.00	0.01	85	96	11.2	5.0	2.1
" 60℃ 10분	0.01	0.03	85	87	11.5	4.3	2.1
키토산+목초액	0.19	0.20	85	13	11.1	4.4	2.1

※ '05년 육묘 중 냉해로 초장이 짧고 건물중이 낮음

2) 냉수침지시간별 종자발아율

냉수온탕침법 적용시 무시하기 쉬운 것중 하나가 냉수침지시간의 중요성이다. 이것은 종자에 수분을 침투시키는 과정으로 이 수분이 온탕침지시 열 전도체 역할을 한다. 따라서 침투된 수분이 부족하면 열을 충분히 전도하지 못하고, 반대의 경우이면 열손상에 의해 종자발아율이 떨어질 수 있다.

냉수침지시간에 따른 수라버 종자의 발아율을 조사한 결과(그림 2), 냉수침지 1시간까지는 발아율에 변화가 없었으나, 2시간 침지시에는 약 30% 가량 떨어졌다. 이것은 2시간동안 냉수침지한 경우, 침투된 수분이 너무 많아 종자의 배(embryo) 부위에 열에 의한 손상을 입어 발아율 저하를 유발한 것으로 판단되었다.



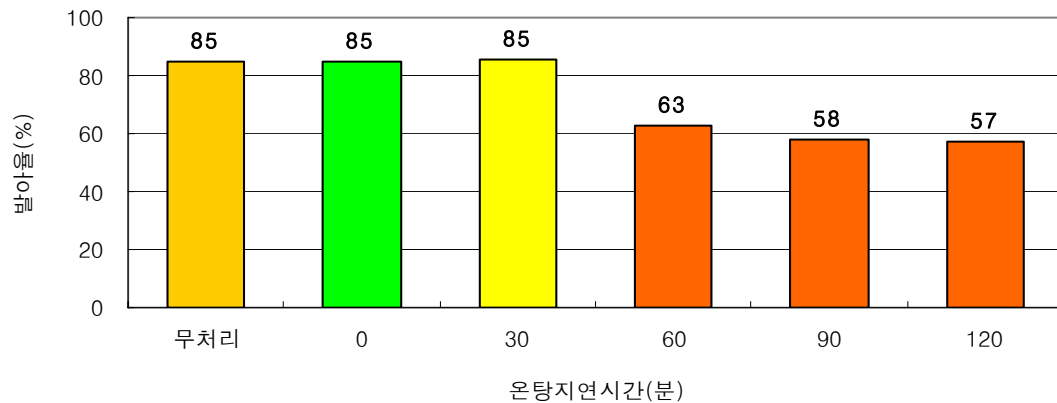
[그림 2] 냉수침지시간별 종자발아율

※ 냉수침지 후 즉시 58℃ 온탕에 15분간 침지한 경우임

3) 냉수침지 후 지연시간에 따른 발아율 변화

냉수온탕침법 적용시 지나치기 쉬운 또 하나는 냉수침지 후 지연시간에 관한 것이다. 1시간동안 냉수침지 후 종자를 꺼내 탈수기에 1분간 탈수한 후 온탕에 침지하기까지 시간이 지연될 경우, 종자의 발아율에 미치는 영향을 조사하였다. 그림 3에서 보는바와 같이 냉수

침지 종료 후 30분까지는 발아율에 미치는 영향이 없었으나, 60분 가량 지연했을 경우 발아율이 20%이상 떨어졌고, 120분 지연한 경우에는 30% 가량 떨어졌다. 이 원인은 냉수침지가 종료되었다고 하나 종자의 바깥쪽에 있던 수분이 시간이 흐름에 따라 종자의 배 부위로 확산되어 온탕침지시 열에 의한 손상을 입은 것으로 추정된다. 따라서 본 냉수온탕침법을 활용할 경우 냉수침지 종료 후 30분내에 온탕침지 하여야 할 것으로 보인다.



[그림 3] 냉수침지후 온탕지연시간별 종자발아율 변화

#### 4. 적 요

최근 문제되고 있는 벼 키다리병 경감을 위한 종자소독방법에 대한 연구를 2년간 실시한 바, 그 결과는 다음과 같았다. 키다리병 발병율 조사에서 5월10일 파종시 4월20일에 비하여 약 3배 발병율을 높여졌고, 파종량은 190g/상자 이내로 하는 것이 발병율 저감을 위해 필요한 것으로 나타났다. 약제를 이용한 소독방법 개선연구에서, 공시약제 3종의 *Fusarium moniliforme*에 대한 생장저지력은 프로라츠(유)>지오판·리프졸(수)>베노람(수) 순이었다. 2년간에 걸친 육묘 및 포장시험에서 프로라츠(유)와 지오판·리프졸(수)을 기준량으로 희석하여 30℃에서 48시간 침지소독시 키다리병 발병율이 가장 낮았고 약해도 없었다. 냉수온탕침법 연구에서는 냉수에 1시간 침지후 58℃ 온탕에 15분간 침지할 경우 발아율을 유지하면서 소독효과도 높았다. 그러나 냉수온탕침법은 그 적용과정에서 냉수침지 및 온탕지연 시간을 지키지 않을 경우, 발아율 또는 방제가 감소 등이 나타날 수 있으므로 주의해야 할 것이다.

#### 5. 인용문헌

김장규. 1981. 벼 키다리병의 발생생태에 관한 연구. 한국식물보호학회지 20(3) : 146 ~ 150  
 박흥규, 신해룡, 이인, 김석연, 권오도, 박인진, 국용인. 2003. 벼 종자소독시 수온, 처리시간 및 약량이 벼 키다리병 발병에 미치는 영향. 한국농약과학회지 7(3) : 216 ~ 222  
 성재모, 양성석, 이은중, 박종성. 1983. 벼 키다리 병원균인 *Fusarium moniliforme*의 균주 특성에 의한 Strain 분류. 한국균학회지 11(4):169 ~ 175.

- 성재모, 양성석, 이은중. 1984. *Fusarium moniliforme*의 Strain별 육묘상과 본답에서 병 발생과 피해해석에 관한 실험. 한국균학회지 12(2):65 ~ 73.
- 오용비, 김상수, 심이성. 1983. 상자육묘시 키다리병 약제처리방법에 따른 약효구명시험. 호남작물시험장 시험연구보고서 : 534 ~ 545.
- 이경희, 윤용대, 박석홍. 1983. 상자육묘시 키다리병 효과 구명시험. 작물시험장 시험연구보고서(수도편) : 299 ~ 303.
- 차광홍, 박공열, 이재휴. 1983. 벼 키다리병의 발생소장과 방제에 관한 시험. 전남농촌진흥원 시험연구보고서 pp.633-641.
- 최효원, 심홍식, 김용기, 예완해. 2003. 벼 키다리병의 올바른 종자소독 방법. 농업과학기술 연구개발결과 농촌지도사업 활용자료 : 321p

## 6. 연구결과 활용제목

- 벼 키다리병 경감을 위한 친환경 종자소독 「냉수온탕침법」 ----- (2005. 영농활용)
- 벼 키다리병 경감 종자 소독방법 개선 ----- (2005. 영농활용)