

가막사리(*Bidens tripartita* L.)의 종자발아, 유묘의 생장 및 제초제반응
 황인택 · 최정섭 · 곽현희 · 김진석 · 이희재 · 조광연*

Seed Germination, Seedling Growth, and Herbicidal Responses of *Bidens tripartita* L.

Hwang, I.T., J.S. Choi, H.H. Kuack, J.S. Kim, H.J. Lee, and K.Y. Cho*

ABSTRACT

This study was conducted to investigate seed germination, seedling growth, and responses to herbicides of *Bidens tripartita* L. When the field-collected seeds were stored under a dry-room temperature, dry-low temperature, wet-low temperature, or dry-high temperature condition, no seeds were germinated in a growth chamber with 14 hr photoperiod up to 35 days after the storage. Exceptionally, however, some seeds stored under a wet-room temperature condition were germinated after 25 days of the storage. This might be due to the fact that the seed coats were damaged by fungi which developed during the storage. Seeds stored under a wet-low temperature condition (stratification) began to be germinated after 3 months of the storage and the germination rate increased with a prolonged stratification. Almost all seeds were germinated after 9 months of the stratification. These results suggest that the dormancy of *B. tripartita* L. seeds relate to the seed coat and thus several attempts were made to induce seed germination through damaging or weakening the seed coat. Freezing(-20°C), drying(100°C), or swelling(40°C) of the seeds was not effective to induce the germination. Treatments of concentrated sulfuric acid, KNO₃, or gibberellin to the seeds had no effect on inducing the germination. However, ethrel had a stimulatory effect on the germination of the seeds with an optimum concentration of 250ppm. A seed cutting was also effective to induce the germination, but seedlings from the seeds had cutted cotyledons. Germination of the stratified seeds varied with the temperature condition to which they were subjected, but not with light. The germination rate was the highest at 35 - 40°C. Although the seeds were not able to germinate under a submerged condition, seedlings after 2-leaf-stage exhibited better growth under a submerged or a subirrigated condition than under an upland condition. Among the herbicides tested, pyrazosulfuron-ethyl, linuron, and bentazone were found to be effective for controlling *B. tripartita* L., having more herbicidal effect with an earlier application.

Key words : Bentazone, *Bidens tripartita* L., Dormancy, Drying, Ethrel, Freezing, Germination, KNO₃,

* 한국화학회연구소(KRICT, P.O. Box 107, Yusung, Taejon, 305-606, Korea)

<1996. 2. 25 접수>

緒 言

일반적으로 농경지에 발생하는 잡초종은 기후와 환경의 변화, 경작방법 및 제초제의 사용 등에 의해 항상 변화하며, 동일한 작물을 재배하는 경우에도 이전에 재배되었던 작물의 종류에 따라 잡초발생의 양상이 달라진다¹⁵⁾. 이렇게 변화하는 잡초종을 방제하기 위해서는 문제시되는 잡초의 생태와 특성을 파악하여 적절한 방제기술을 확립하여야 하며 이러한 것은 잡초방제의 중요한 과제로 되어왔다^{10,14,15)}. 예를 들어 현재 우리 나라의 벼 재배양식은 기존의 이앙재배에서 직파재배로 전환되고 있는데^{2,10,14)} 이앙재배지에서는 큰 문제가 되지 않았던 잡초인 가막사리(*Bidens tripartita* L.)의 발생이 직파재배지에서 크게 확산되고 있다. 또한 이러한 가막사리는 발작물 재배 후에 벼를 재배하는 답-전 율환재배지역에서도 문제잡초로 지적되고 있다^{2,10,14)}.

가막사리는 습지에서 자라는 일년생 잡초로 키가 20~150cm이고 전체에 털이 없으며, 잎은 대생하며 밑부분의 것은 피침형이지만 중앙부의 것은 길이가 4~13cm인 긴 타원형의 피침형이고 가장자리에 톱니가 있거나 3~5개로 갈라지며 엽병은 길이가 0.5~2.5cm이며 날개가 약간 있다. 우리 나라에 발생하는 유사종으로는 좁은잎가막사리(*B. cernua* L.), 미국가막사리(*B. frondosa* L.), 구와가막사리(*B. radiata* var. *pinnatifida* Kitamura) 등이 보고되어 있다¹¹⁾.

본 연구는 유성지역에서 채종한 가막사리 종자의 휴면과 발아특성 및 초기생장에 관한 조사를 통하여 발생생태를 파악하고, 기존 제초제에 대한 반응을 조사하여 벼 직파재배지에서 발생하는 가막사리의 효율적 방제를 위한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

材 料 및 方 法

1. 저장조건별 발아

1994년 7월부터 11월까지 유성지역에서 채종한 종자를 정선하여 실온(25℃)건조, 실온습윤, 저온(4℃)건조, 저온습윤, 고온(35℃)건조 등의 조건으로 저장하면서 3~4일 간격으로 꺼내어 35일 동안의 발아율을 측정하여 저장조건별로 종자의 휴면 및 발아특성을 조사하였다. 한편 저온습윤상태(모래층적)로 10개월 동안 저장하면서 1개월 간격으로 꺼내어 발아율을 조사하였다. 발아율은 직경 9cm의 Petri dish에 솜과 여지를 깔고 증류수 10ml씩 넣은 후 여지 위에 종자 50립씩 3반복으로 파종하여 뚜껑을 덮고 파라필름으로 밀봉한 다음 이를 25℃의 재배상(14/10시간, 명/암)에 두고 시기별로 측정하였다.

2. 발아유기

가막사리 종자의 발아를 유기하기 위해 다음과 같은 몇 가지 물리, 화학적인 처리를 하였다. 냉동처리는 -20℃의 냉동고에, 고온처리는 100℃의 건조기에 채종한 종자를 넣고 10분 간격으로 꺼내어 Petri dish에 파종한 뒤 20일 후의 발아율을 조사하였으며, 중탕처리는 채종한 종자를 거즈봉투에 담아서 40℃의 진탕수조에 넣고 10시간 동안 30분 간격으로 꺼내어 같은 방법으로 발아율을 조사하였다. 또한 종자를 농황산에 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4분 동안 또는 30% KNO₃ 용액에 2, 5, 10, 15, 20, 30분 동안 침지한 후 흐르는 물로 씻어 같은 방법으로 발아율을 조사하였다. 한편 1, 10, 100ppm의 지베렐린 용액에 종자를 1시간 동안 침지하거나 1, 3.9, 15.6, 62.5, 250, 1000ppm의 ethrel 용액에 종자를 파종하여 발아가 유기되는지 조사하였다. 한편 종자를 그림 1과 같이 배가 손상되지 않도록 절단한 후 파종하여 발아율을 조사하였다.

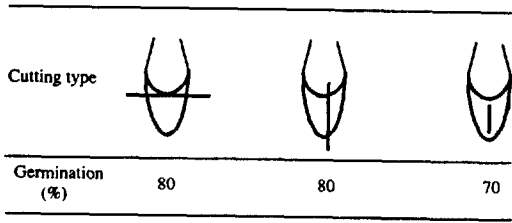


Fig. 1. Effect of cutting on seed germination of *B. tripartita* L.

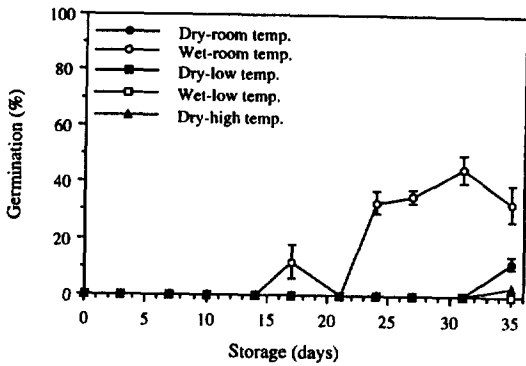


Fig. 2. Germination of *B. tripartita* L. seeds under various storage conditions.

3. 휴면타파종자의 발아특성

1년 동안 모래층적저장하여 휴면을 타파한 종자를 10, 20, 25, 30, 35, 40℃의 압조건 또는 명조건의 재배상에 두고 20일 동안의 발아율을 조사하였다.

4. 물관리에 의한 생장 및 생육기별 제초제 반응

발토양을 충진한 350cm²의 사각 플라스틱 포트에 가막사리 종자를 3일 간격으로 5회 파종하고 유묘의 생장이 각각 0, 1, 2, 3, 4, 6 葉期가 되었을 때 토양 표면으로부터 3cm의 깊이로 담수시키거나, 저면관수 또는 발상대로 물을 관리하면서 20일 후에 종자의 발아 및 생장을 조사하였다. 한편 동일한 방법으로 준비한 포트에 10종의 기존 제초제를 처리하여 제초제에 대한 반응을 조사하였다. 제초제는 계통별로 임의선발한 pyrazosulfuron-ethyl, bensulfuron-methyl, simazine, linuron, butachlor, 2,4-D, bentazone, chloronitrofen, pyrazolate, mefenacet 등을 사용하

였다. 약제처리는 각 제초제의 원제를 용매(acetone)와 계면활성제(tween-20)를 사용하여 4ml/100cm²씩 경엽 및 토양에 분무처리하였다. 사용한 용매와 계면활성제에 의한 영향은 전혀 없었으며 처리농도는 농약사용지침서¹³⁾의 추천농도를 기준으로 하여 1/16, 1/4, 1, 4배의 농도로 처리하고 온실(25±5℃)에서 3주 후에 제초효과를 검정하였다.

結果 및 考察

1. 발아유기

가막사리의 종자는 휴면이 깊어 여러 가지 저장조건에서도 발아하지 않으며 종에 따라 휴면성이 다른 것으로 알려져 있다^{8,17,18)}. 따라서 가막사리 종자의 발아유기를 위한 적합한 처리방법과 저장방법을 찾기 위해 유성지역에서 채종 정선한 종자를 실온건조, 저온건조, 저온습윤, 고온건조 등의 조건에서 저장한 후 시간별로 발아율을 측정하였는데 35일 동안 전혀 발아하지 않았다(그림 2). 이는 가막사리 종자가 성숙 후 곧바로 휴면상태로 돌입하기 때문인 것⁸⁾으로 생각되었다. 한편 실온습윤 조건으로 저장한 종자는 저장 25일 후부터 40% 정도 발아하였으나 저장 15일 후부터 종피에 곰팡이가 발생하여 35일 후에는 사용할 수 없게 되었다. 따라서 실온습윤 조건으로 저장한 종자가 발아한 것은 곰팡이에 의해 종피가 파괴되어 나타난 일시적인 현상으로 생각되며 이러한 결과로부터 가막사리 종자의 휴면은 종피와 관련되어 있는 것으로 추측되었다^{8,17)}.

한편 저온습윤상태(모래층적)로 보관한 종자를 1개월 간격으로 꺼내어 발아율을 조사한 결과, 보관 3개월 후부터 발아하기 시작하여 보관기간이 길어짐에 따라 발아율도 증가되어 5개월 이후에는 70% 이상이 발아하였고, 9개월 이후에는 거의 모든 종자가 발아하였다(그림 3). 따라서 가막사리 종자의 균일한 발아를 위해서는 채종한 종자를 모래와 섞어 저온습윤상태로 6개월 이상 보관하여야 할 것으로 생각되었다. 종자휴면의 원인은 식물 종마다 다양하

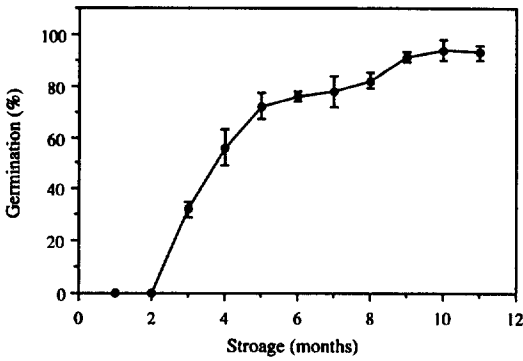


Fig. 3. Germination of *B. tripartita* L. seeds stored under a wet-low temperature condition.

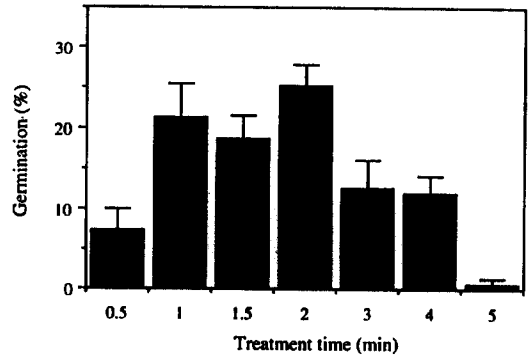


Fig. 4. Effect of sulfuric acid with various treatment time on germination of *B. tripartita* L. seeds.

고 각각의 종에 있어서도 여러 요인이 관여하는데 주로 종피의 기계적 저항이나 물질흡수 방해, 배의 미숙, 종자내부의 발아억제물질 또는 외부의 환경조건 등에 의해 발아가 억제된다¹²⁾. 휴면상태에서 발아가 개시되는 것도 다양한 기작에 의해 이루어지는데 식물호르몬^{6,9,12)} 또는 여러 가지 화학물질⁵⁾, 가수분해효소⁴⁾ 등에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다. 그러나 자연상태에서는 발아에 가장 중요한 영향을 미치는 요인은 온도로 알려져 있으며 대개 변온, 습윤상태하의 저온 등에 의해 발아가 촉진되며 휴면종자에 대한 증적처리에 의해서도 발아가 촉진된다고 알려져 있다^{1,7,8,9,12,16)}. 그러나 이러한 처리가 모든 휴면종자에 적용되는 것은 아니고 오히려 발아율을 저하시키는 경우도 있다^{8,16)}. 가막사리 종자의 휴면은 종피와 관련되어 있을 것으로 생각되어 종피의 균열을 유도하거나 軟化시키기 위해 종자를 냉동(-20°C), 고온(100°C), 중탕(40°C)처리를 하였지만 발아가 이루어지지 않았다(도표 생략). 한편 종피에 의한 막투과성이 억제되어 배유의 가수분해가 개시되지 않는지 알아보기 위해 가막사리 종자를 30%의 KNO₃ 용액에 2, 5, 10, 15, 20, 30분 동안 침지하거나 지베렐린 1, 10, 100ppm의 용액에 종자를 1시간 동안 침지한 후 수세하여 파종하여도 발아가 이루어지지 않았다(도표 생략). 한편 종피를 약화시키기 위해 농황산에 침지처리한 결과, 0.5, 1~2, 3~4분 처리시 각각 10, 20~30, 15% 정도의 낮은 발아율만을 나타

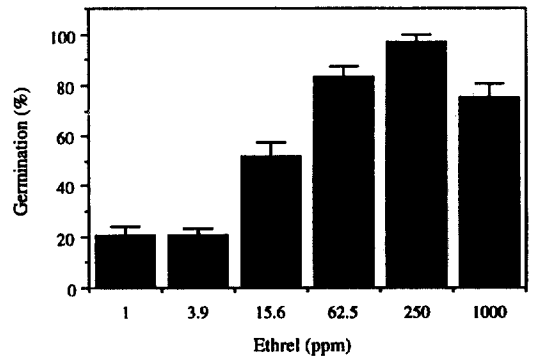


Fig. 5. Effect of ethrel on germination of *B. tripartita* L. seeds.

내었으며 5분 이상 처리하면 종자가 파괴되어 발아하지 않았다(그림 4). 그러나 종자를 그림 1과 같이 절단한 종자는 모두 70% 이상의 발아율을 나타내었고 발아한 유묘는 절단된 형태의 떡잎을 가지고 있었다. 또한 ethrel 용액에 종자를 파종하였을 경우에도 발아가 유기되었는데 15.6ppm의 ethrel 용액에서는 약 50% 정도 발아가 유기되었고 250ppm까지는 처리농도가 증가함에 따라 발아율도 95%까지 증가되었으나 1,000ppm의 용액에서는 발아율이 오히려 감소하는 경향을 나타내었다(그림 5). 위의 실험 결과로 미루어 종자를 절단하였을 때 발아율이 높았던 것은 절단에 의하여 에틸렌의 생성이 촉진되었기 때문이 아닌가 추측되며 가막사리의 발아에는 에틸렌의 영향이 큰 것으로 생각된다. 본 실험의 여러 가지 처리 중에서 가막사리 종자의 발아를 유기하는 데에는 장기간의

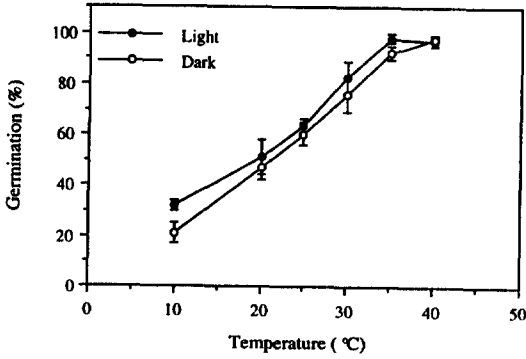


Fig. 6. Effect of temperature on germination of *B. tripartita* L. seeds, which were stratified for one year, under light or dark condition.

저온습윤저장 이외에 종자를 절단하거나 ethrel 을 처리하는 것이 가장 효과적이었다.

2. 종자발아에 미치는 온도 및 광의 효과

1년 동안 모래에 층적저장한 종자의 온도에 따른 발아율을 조사한 결과, 재배상의 온도가 10°C부터 40°C까지 높아짐에 따라 가막사리 종자의 발아율도 증가되어 35°C 이상에서는 거의 모든 종자가 발아하였다(그림 6). 따라서 가막사리 종자의 발아적온은 35~40°C로 생각되었다. 한편 동일한 방법으로 파종한 종자의 발아율을 암조건에서 조사한 결과, 광조건에서의 발아율과 비슷한 경향을 보여 가막사리 종자의 발아에 미치는 광의 효과는 없는 것으로 판단되었다. 종자는 발아시 광의 요구도에 따라 광 관여형 종자와 무관형 종자로 구분하며 광 관여형 종자는 다시 호광성 및 혐광성 종자로 구분할 수 있는데^{3,12,18} 가막사리의 종자는 광 무관형 종자로 생각되었다.

3. 물관리에 의한 종자의 발아 및 유묘의消長

가막사리의 경우 벼 이앙재배 조건에서는 발생되지 않거나 발생된다 하여도 크게 문제되지 않았지만 직파재배 조건에서는 발생량이 두드러져 문제잡초로 되는데 이앙재배시의 담수조건이 가막사리의 발생에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 즉, 발상태에서 재배한 1, 2, 3,

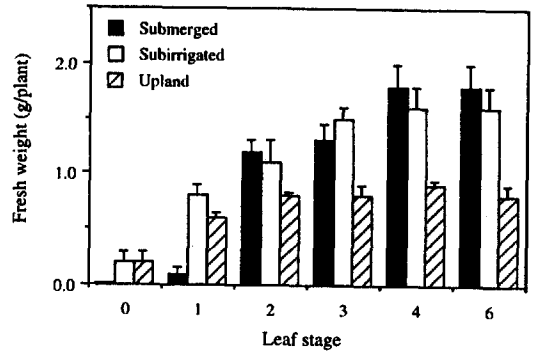


Fig. 7. Effect of water condition on seedling growth of *B. tripartita* L.

4, 6葉期の 가막사리와 종자를 갖 파종한 푼트를 담수시키거나, 저면관수 또는 발상태로 관수 하면서 종자의 발아와 유묘의 성장을 조사하였다. 푼트의 토양 표면으로부터 3cm의 깊이로 담수시키면 갖 파종한 종자는 담수상태에서 발아해야 하며, 1葉期の 가막사리는 완전히 물속에 잠기게 되고, 2葉期の 가막사리도 80% 정도 침수되지만 저면관수와 발조건의 경우에는 모든 가막사리가 외부로 노출된다. 이러한 조건에서 20일 동안 생육시킨 결과, 갖 파종한 종자는 발조건과 저면관수조건에서 모두 발아하여 정상적인 성장을 나타내었지만 담수조건에서는 전혀 발아하지 않았다. 또한 담수조건에서는 1葉期の 유묘자체가 물속에 잠기게 되어 전혀 성장하지 못하였으나 80% 정도 잠기게 되는 2葉期の 유묘는 정상적으로 성장하였다. 한편 2葉期 이후에는 저면관수나 담수조건이 발조건보다 가막사리의 초기생장에 유리하였다(그림 7). 따라서 담수조건에서 종자가 발아하지 않거나 완전침수조건에서 유묘의 생장이 억제되는 것은 그 동안 이앙재배시 가막사리의 발생이 문제가 되지 않았던 이유 중 하나로 생각되었다. 따라서 실제 포장에 발생한 가막사리 유묘가 완전히 침수되도록 관수량을 조절하면 유묘의 성장을 억제할 수 있을 것이며, 관수를 보다 먼저 실시한다면 미처 발아하지 못한 토양층의 종자가 더 이상 발아하지 못할 것이다. 이와 같은 방법은 가막사리의 발생을 감소시킬 수 있는 경종적 방제법으로 사용할 수 있을 것

Table 1. Phytotoxicity^a of several herbicides on *B. tripartita* L.

Herbicide	Rate (g/ha)	Leaf stage					
		0	1	2	3	4	6
Pyrazosulfuron-ethyl	0.8	29	26	23	34	13	8
	3.1	57	67	81	76	51	11
	12.5	71	100	100	95	75	62
	50.0	100	100	100	100	100	100
Bensulfuron-methyl	0.8	0	0	0	0	0	0
	3.1	0	0	0	0	0	0
	12.5	0	38	61	53	0	0
	50.0	94	100	84	81	78	48
Simazine	62.5	0	0	0	0	0	0
	250	86	100	67	63	20	33
	1000	100	100	100	100	100	100
	4000	100	100	100	100	100	100
Linuron	7.8	0	0	0	0	0	0
	31.3	0	0	0	0	0	0
	125	43	25	49	32	12	19
	500	100	100	100	100	100	100
Butachlor	31.3	0	0	0	0	0	0
	125	0	0	0	0	0	0
	500	0	8	7	25	0	0
	2000	29	8	26	25	0	0
2,4-D	62.5	86	46	21	49	0	0
	250	86	75	81	71	59	27
	1000	100	100	100	100	100	100
	4000	100	100	100	100	100	100
Bentazone	31	0	0	0	0	0	0
	125	29	13	40	17	12	11
	500	43	79	100	100	61	60
	2000	100	100	100	100	100	100
Chloronitrofen	62.5	0	0	0	0	0	0
	250	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0
	4000	0	0	0	0	0	0
Pyrazolate	62.5	0	0	0	0	0	0
	250	0	0	0	0	0	0
	1000	14	8	16	0	0	0
	4000	71	54	72	37	28	29
Mefenacet	31.3	0	0	0	0	0	0
	125	0	0	0	0	0	0
	500	0	0	0	0	0	0
	2000	29	4	35	1	0	3

^a Phytotoxicity was measured by visual rating with 0 equal to no plant injury and 100 being equivalent to complete plant death. The numbers are average of three replications.

이다.

4. 생육기법 제초제 반응

일반적으로 제초제에 대한 식물의 반응은 흡수부위 또는 생육기에 따라 다르게 나타나기도 한다. 따라서 현재 시판되고 있는 제초제의 단계로 가막사리를 방제할 수 있는지 알아보기 위해 0, 1, 2, 3, 4, 6葉期의 가막사리를 대상으로 기존 제초제 10종을 처리하여 각 제초제에 대한 반응을 조사하였다.

Pyrazosulfuron-ethyl을 처리한 경우 발생초기에는 12.5g/ha의 농도에서 방제가 가능하였지만, 4~6葉期의 가막사리를 방제하기 위해서는 50g/ha의 농도가 요구되었으며 4葉期 이전에는 경엽처리에 의한 가막사리의 방제가 토양처리보다 효과적이었다. Bensulfuron-methyl을 처리하였을 때에는 50g/ha의 농도에서도 1葉期 이전의 가막사리만을 방제할 수 있었고, linuron은 500g/ha, simazine과 2,4-D는 1,000g/ha, bentazone은 2,000g/ha 이상의 농도에서 완전한 방제가 가능하였다. 그러나 butachlor, mefenacet, pyrazolate 등은 처리한 농도범위에서는 가막사리가 완전히 방제되지 않았으며, chloronitrofen의 경우에는 방제효과가 전혀 나타나지 않았다. 대체적으로 나타난 경향은 가막사리의 葉期가 증가함에 따라 방제효과가 감소되었기 때문에 제초제에 의한 가막사리 방제는 2葉期 이전에 처리하는 것이 효과적일 것으로 생각되었다. 실험에 사용한 제초제 중에서는 pyrazosulfuron-ethyl, linuron, bentazone 등이 우수한 효과를 나타내었고 simazine이나 2,4-D도 방제력을 지니고 있었으나 벼에 대한 안전성이 고려되어야 할 것으로 생각되었다.

摘 要

유성지역에서 채종한 가막사리 종자의 휴면과 발아특성 및 초기생장에 관한 조사를 통하여 발생생태를 파악하고, 기존 제초제에 대한 반응을 조사하여 벼 직파재배지에서 발생하는 가막사리의 효율적 방제를 위한 기초자료를 얻

고자 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 노지에서 채종한 종자를 실온건조, 실온습윤, 저온건조, 저온습윤, 고온건조 등의 조건에서 저장하였을 경우 저장 후 35일까지는 발아하지 않았다.
2. 저온습윤상태(모래층적)에 저장한 종자는 3개월 후부터 발아하기 시작하였으며 저장기간이 길어질수록 발아율도 증가되어 5개월 이후에는 70% 이상 발아되었고 9개월 이후에는 거의 모든 종자가 발아되었다.
3. 냉동(-20℃), 고온(100℃), 중탕(40℃) 등의 물리적인 방법으로는 종자의 발아가 유기되지 않았다.
4. 농황산, KNO₃, 또는 지베렐린 용액에 종자를 침지처리하여도 발아가 유기되지 않았다.
5. Ethrel 용액에 종자를 파종하면 발아율이 증가되었는데 처리농도가 증가되면 발아율도 증가하여 250ppm의 농도에서는 90% 이상이 발아하였다. 그러나 1,000ppm의 농도에서는 오히려 발아율이 감소되었다.
6. 종자를 절단하여 파종했을 때 80% 정도의 발아율을 나타내었으며 발아한 유묘는 절단된 형태의 떡잎을 지니고 있었다.
7. 모래에 층적저장한 가막사리 종자의 발아적온은 35~40℃였으며 발아시 광을 요구하지 않았다.
8. 가막사리 종자가 담수조건에서는 발아되지 않았지만 생장에는 발조건보다 유리하였다. 한편 완전히 침수된 가막사리 유묘는 전혀 성장하지 못하였으나 80% 정도 침수된 유묘는 정상적으로 성장하였다.
9. 제초제에 의한 가막사리 방제는 2葉期 이전에 처리하는 것이 효과적이며 실험에 사용한 제초제 중에서는 pyrazosulfuron-ethyl, linuron, bentazone 등이 우수한 효과를 나타내었다.

引用文獻

1. 조광연·김진석·김영섭. 1987. 건조저온저장한 몇 가지 잡초종자의 발아유기. 한잡초지. 7(1) : 19-28.

2. 최충돈 · 문병철 · 김순철 · 오윤진. 1995. 벼 건답직파재배답에서의 잡초발생 및 효과적인 방제체계. 한잡초지. 15(3) : 175-182.
3. Duke, S.O., G.H. Egley, and B.J. Reger. 1977. Model for variable light sensitivity in imbibed dark-dormant weeds. *Plant Physiol.* 59 : 244-252.
4. Eichholtz, D.A., H.A. Robitaille, and K.M. Herrmann. 1983. Protein changes during the stratification of *Malus domestica* Borkh. seeds. *Plant Physiol.* 72 : 750-755.
5. Evans, R.A. and J.A. Young. 1975. Enhancing germination of dormant seeds of downy-brome. *Weed Sci.* 23 : 419-424.
6. Groot, S.P.C. and C.M. Karssen. 1987. Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening : a study with gibberellin-deficient mutants. *Planta* 171 : 525-532.
7. 홍경식 · 황인택 · 김성은 · 최정섭 · 이병희 · 조광연. 1995. 갯드렁새(*Diplachne fusca*) 종자의 발아특성에 관한 연구. 한잡초지. 15(3) : 175-246.
8. 강병화 · 심상인 · 이상각 · 신현원. 1993. 우리나라 우점 잡초종의 휴면에 관한 생리 생태학적 연구. 한환농지. 12(2) : 193-207.
9. Khan, A.A. 1968. Inhibition of gibberellic acid-induced germination by abscisic acid and reversal by cytokinins. *Plant Physiol.* 43 : 1463-1469.
10. 김순철. 1992. 벼 직파재배의 잡초발생 생태와 효과적인 방제법. 한잡초지. 12(3) : 230-260.
11. 이창복. 1979. 대한식물도감. 향문사. 서울. 990p.
12. Mayer, A.M. and Y. Shain. 1974. Control of seed germination. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 25 : 167-171.
13. 농약공업협회. 1995. 농약사용지침서. 대한상사. 서울. 661p.
14. 박태선 · 박재읍 · 유갑희 · 이인용 · 이한규 · 이정운. 1995. 벼 건답직파에 있어서 효과적인 잡초방제. 한잡초지. 15(2) : 99-104.
15. 양환승 · 전재철 · 황인택. 1984. 계절별, 재배작물 및 경작지별 잡초 식생변화. 한잡초지. 4(1) : 4-10.
16. Saini, H.S., P.K. Bassi, and M.S. Spencer. 1986. Use of ethylene and nitrate to break seed dormancy of common lambsquarters(*Chenopodium album*). *Weed Sci.* 34 : 502-508.
17. 우인식. 1991. 주요 발잡초종자의 발아 및 출아에 관한 연구. 한잡초지. 11(3) : 219-223.
18. 우인식 · 최관삼 · 변종영. 1990. 주요 발잡초종자의 발아에 미치는 광의 영향. 한잡초지. 10(4) : 305-311.