

몇가지 환경요인이 돼지풀의 종자발아에 미치는 영향

차승희¹ · 김원희 · 김종홍^{*}

순천대학교 교육대학원 생물교육전공¹, 자연과학대학 생명과학전공

적 요: 돼지풀(*Ambrosia artemisiifolia* var. *elator* DISCOURTILS) 종자의 발아를 유발시키는 몇가지 환경요인의 영향을 조사한 결과는 다음과 같다. 종자의 휴면은 온도와 토양함수량이 적절하면 채종직후에도 일부는 타파되었고, 주야의 변온(30/20°C)이 휴면타파에 효과적이었다. 온도에 따른 발아율은 12°C ~ 32°C의 온도처리구에서 모두 발아가 이루어졌고, 발아에 필요한 최적온도는 24°C였다 ($P < 0.01$). 토양함수량의 영향은 30% 처리구에서 증가하기 시작하여 60% 처리구에서 최대치를 나타내고($P < 0.05$) 80% 처리구에서 다시 감소하는 경향을 나타내었으며, 토양함수량 7% 처리구에서는 전혀 발아가 이루어지지 않았다. 온도에 대한 광의 영향은 24°C의 온도 처리구에서 광처리시와 암처리시 가장 높은 발아율을 나타내었고, 광의 존재유무에 따른 발아율의 차이는 뚜렷하지 않았다 ($P > 0.05$). 채종시기간에는 9개월 저장기간의 어떤 시기에도 종자의 발아에 특별한 영향을 나타내지 않았다 ($P > 0.05$). 온도상승구(IT)에서 돼지풀종자는 16°C에서 발아하기 시작하였고 온도가 상승함에 따라 발아율이 점차 증가하여 최종발아율은 99.34%에 이르렀다. 반면에 온도하강구(DT)에서는 20°C에서 처음발아가 시작되었으며(1.34%), 12°C에서 5.34%의 최종발아율을 나타내었고, 온도가 하강함에 따라 2차휴면이 유도되었다. 저온에 의한 종자의 휴면타파가 고온에 의한 휴면타파보다 더 많이 유도되어, 돼지풀종자는 늦가을에도 발아가 이루어지나 그 다음해 봄에 대부분의 종자발아가 이루어 질 것으로 생각되어진다. 이와같은 돼지풀종자들 내의 발아습성의 변이가 다양한 환경변화에 대해 자신의 생존과 자손의 번식을 위한 생리적·생태적 전략임을 알 수 있었다.

검색어: 돼지풀, 종자발아, 토양함수량, 환경요인, 휴면, 휴면타파

서 론

돼지풀(*A. artemisiifolia* var. *elator*)은 북아메리카 원산으로 도로변이나 휴경지 및 자연훼손지에서 흔히 볼 수 있는 1년생 귀화식물이며, 식물 분류학상 초롱꽃목(Campanulales) 국화과(Compositae)에 속하고(고 1991), 영명 Hog weed를 번역한 이름으로, 속칭 울릉도의 돼지풀(섬바디)이나 북부지방에서 부르는 돼지풀(명아주)과는 전혀 다른 식물이다. 개화시기는 8~9월이며 꽃이 필 때 꽃가루가 사람의 눈이나 호흡기에 닿게 되면 염증을 일으키며 열이 나고 기침이 나는 화분병을 일으키는 식물로 알려져(이 1984), 농촌진흥청 초자원개발조사의 보고에서도 우리나라에 분포되어 있는 주요 유해식물(Noxious plant)로 분류하고 있다 (윤 1977).

Grime(1979)에 의하면 돼지풀은 경쟁적인 생활주변식물로서의 적응성을 구비하고 있는 범주의 일년생 초본류로 비교적 오랜 영양생장단계를 경과하는 특징을 지닌다고 하였으며, Robbins 등(1972)은 작물과 잡초의 수분요구량에서 돼지풀 1kg의 생산에 요하는 수분량을 900kg이라고 보고하였고, Pickett과 Bazzaz (1978)는 6종의 일년생잡초들을 대상으로 관찰한 경쟁관계와 생태적지위의 중첩도 보고에서 돼지풀이 경쟁수단 중 상대적으로

유리한 장소로의 중심권 이동을 한다고 보고하였다.

또한 Inderjit와 Dakshini(1990, 1992)는 군락형성의 천이 초기에 침입하는 식물로 돼지풀이나 망초와 같은 귀화식물들을 보고하였고, Rice(1984)는 돼지풀을 봄에 밭갈이 한 후 버려진 New Jersey의 Piedmont에 침입한 주요한 선구종으로 밝히면서 알레로파시 잠재력을 갖는 잡초종으로 소개하였다.

야초란 생태학적으로 "변화되기 쉽고 인위적 영향으로 불안정한 입지에 생육하고 있는 식물의 특수한 집단으로서 인간의 이용목적으로 삼지 않는 식물군" 이라고 정의할 수 있으며(Miyawaki 1967), 귀화식물은 재래식물에 대한 용어로서 본래 자생하지 않았던 식물이 인간활동에 따라 외국으로부터 들어와 정착한 경우를 말하는데, 귀화식물의 대부분은 경작지의 야초 또는 황폐지의 인가식물로 불리는 것이 이에 해당된다(Dansereau 1957)고 하며, 자생식물보다 주변 환경요인에 대한 내성의 범위가 넓고, 많은 종자를 생산하여 멀리까지 산포될 뿐만 아니라 폭넓은 발아조건을 갖고 있다(Newsome and Noble 1986)고 한다.

종자는 식물의 산포자로서 다양한 환경변화에 적응하여 생존할 수 있는 특징을 지니고 있으며, 종자의 발아는 적당한 환경조건이 될 때 이루어지고 종자의 발아에 요구되는 온도와 수분조건, 그리고 광조건은 각 식물이 분포하고 있는 환경에 따라 달라진다. 또한 발아단계는 식물의 생활사 중 치사율이 가장 높은 시

[†] Author for correspondence; Phone: 82-61-750-3611, e-mail: biojinbang@hanmail.net

기이며(Harper 1977, Cook 1979, Silvertown and Dickie 1981, Mark and Prince 1981) 개체군의 시간적, 공간적 분포를 결정하는 단계로(Grime 1979, Solbrig 1980) 개체군간의 종내 변이를 나타내어 성공적인 번식을 하는 생태학적 중요성을 지닌다(Augsburger 1981, Rathcke and Lacey 1985).

따라서 귀화식물에 대한 원산지별, 분포학적, 그리고 생태학적 연구가 앞으로 더욱 이루어져야 하겠으나, 우리나라에서는 입과 김(1980)의 귀화식물의 분포 보고에서 돼지풀이 귀화식물에 해당됨을 밝혔고, 장과 이(1983)는 입지조건에 따른 주요 야초지에서의 현존량과 LAI(엽면적지수)에서 돼지풀의 초고가 114~168cm, LAI는 6.9~8.6, 1m²당 현존량은 750~960g, 주요 입지조건은 황폐지나 물가라고 밝히고 있으며, 이 등(1997)은 돼지풀을 비롯한 귀화식물의 추출액이 자생식물에 현저한 발아억제를 나타냄을 보고하고 있을 뿐 종자의 발아를 통해 번식하는 1년생 식물인 돼지풀종자의 발아에 미치는 환경요인의 영향에 대한 종합적인 연구는 아직까지 없는 것으로 사료된다.

따라서 이 연구에서는 순천지역에 분포하는 돼지풀 개체군 종자의 발아에 미치는 환경요인의 영향에 관한 발아습성의 변화를 조사하였으며, 발아시기의 선택에 있어서의 환경조건에 대한 돼지풀종자 발아의 생태적 특성을 규명하고자 하였다.

실험재료 및 방법

실험에 사용된 돼지풀 종자는 1998년 9월부터 12월까지 순천시지역(황폐지, 물가, 습지 등)에서 10일 간격으로 채종하여 종자를 정선하여 풍건한 후 종이봉지에 넣어 실온에 보관하였다가 발아실험에 사용하였다.

발아실험

돼지풀종자의 발아실험은 서 등(1997)의 방법에 따라 실시하였다. 페트리접시에 filter paper를 깔고 증류수를 충분히 공급한 발아상을 만들어 종자를 페트리접시 1개당 50립씩 파종하여 명기 30°C, 암기 20°C로 주야변온상태에서 실시하였다. 발아는 유근이 1mm정도 종피를 뚫고 돌출한 것을 육안으로 확인하여 발아한 것으로 간주하여 핀셋으로 발아상에서 꺼내어 발아개체수를 세어 발아율을 조사하였고, 이러한 발아율을 기초로 하여 발아세와 발아개시일을 조사하였다. 발아개시일은 각 온도별로 항온기 내에 넣은 후부터 첫 발아를 확인할 때까지로 하였다.

이때 발아에 적당한 양의 증류수를 매일 일정한 시간에 계속 공급하여 수분부족으로 인한 종자의 말라죽음과 수분과잉으로 인한 공기 중의 산소공급 방해를 방지하면서 실험을 실시하였다.

토양함수량과 온도의 영향

토양함수량은 1 mm의 체로 친 질석을 5g씩 직경 90 mm의 페트리접시에 넣고, 증류수로 각각의 함수량을 7, 15, 30, 45, 60, 80%로 조절하였다(김 1988). 증발하여 감소되는 수분량은 매일

일정시간에 돼지풀종자를 치상한 발아상의 무게를 mg단위까지 측정하며 부족한 양만큼의 수분을 보충하면서 토양함수량 별 발아상태를 관찰하였다.

다양한 온도에 따른 발아율 측정

3반복으로 실시하였으며, 질석 5g을 넣은 페트리접시 1개당 돼지풀종자 50립씩 파종하여 항온기에 넣어 발아율과 발아개시일을 관찰하였다. 이때 항온기내의 온도는 각각 12, 16, 20, 24, 28°C 및 32°C로 조절하며 항온처리하여 돼지풀종자 발아에 적합한 최고, 최저, 최적온도와 토양함수량 별 처리에 따른 발아의 최적습도를 조사하였다(성 1994).

온도상승과 온도하강될 때의 발아율 측정

돼지풀종자 채종지인 순천시의 기후특성에 따라 봄의 온도상승과 가을의 온도하강 유형을 모델화하여 온도상승과 온도하강(IT; Increasing Temperature regime, DT; Decreasing Temperature regime)처리를 하여 돼지풀종자의 생태적 휴면타파 정도와 발아시기를 Washitani(1984)가 사용한 방법을 변형하여 조사하였다. 온도상승과 온도하강구역에서의 발아실험은 0°C에서 24°C까지의 온도범위에서 4°C간격으로 증가시켜주는 IT구역과 반대로 24°C부터 단계적으로 4°C간격으로 점차 감소시켜주는 DT구역 3반복으로 실시하였으며, 1997년 순천지역의 평균기온을 근거로 하여 돼지풀종자의 산포시기인 9월의 평균기온이 20.1°C, 유묘의 출현시기인 5월의 평균기온은 16.6°C를 나타내어 상한온도를 24°C로 설정하였고, 또 하한온도는 유묘가 겨울을 지내는 12월, 1월 그리고 2월의 평균기온이 0.9°C인 것을 고려하여 0°C로 조절하였다(순천통계연보 1997).

두 온도처리구에서 온도를 다음 단계로 높이거나 낮추기 전에 한 온도에서 2~8일간 유지시켜 주었는데, 일반적으로 고온에서 발아율이 더 높다는 사실을 고려하여 16°C와 24°C까지의 온도범위에서는 각각 2일 동안, 8°C와 12°C에서는 4일 동안, 0°C와 4°C에서는 8일 동안 종자를 노출시켜주며 발아된 종자의 수는 매 온도변화를 시키기 전에 측정하여 기록하였다.

실험에 사용된 돼지풀 개체군의 서식지에 대한 온도변화는

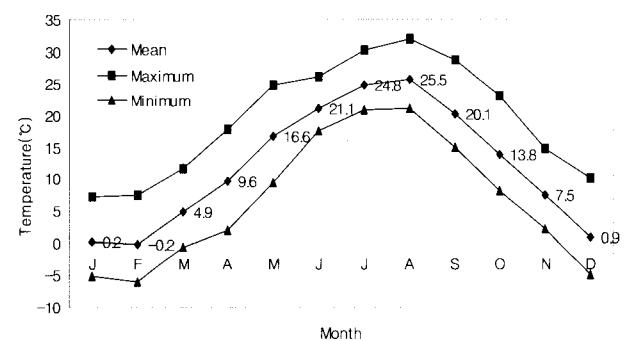


Fig. 1. Climatic change in Suncheon city where the seeds of *Ambrosia artemisiifolia* var. *elator* DESCOURTILS were collected.

종자 채종지역인 순천시의 순천통계연보(1997) 자료에 의해 Fig. 1에 나타내었다.

빛과 온도의 영향

20 watt 형광등 9개를 광원으로 해서 매일 12시간씩 조사하였으며, 페트리접시를 aluminum foil로 덮어 암상태 하에서의 발아를 광조사시의 발아와 비교 관찰하였다.

한편 항온기 내의 온도는 각각 12, 16, 20, 24, 28C 및 32C로 조절하였고, IT구역과 DT구역을 설정하여 광의 유부에 따른 발아율의 차이를 조사하였다.

채종시기별 저장기간의 영향

9월 20일부터 12월 10일까지 10일 간격으로 채종한 돼지풀 종자의 생리적 성숙기와 휴면정도를 알아보기 위해 실내 저장기간이 채종직후(0~3개월), 3~6개월, 6~9개월 되는 시기에 종자를 주야의 변온(30/20C)과 25C 항온 하에서 발아실험하여 비교 조사하였다.

돼지풀종자의 발아율에 영향을 미치는 환경요인의 통계처리는 퍼스널컴퓨터를 사용하여 SAS Package를 이용하여 처리별 평균간에 분산분석(Anova)과 duncan 다중검정을 실시하였다 (한 1989).

결과 및 고찰

채종 시기별 발아율

채종시기별로 실시한 발아실험의 결과는 Fig. 2와 같다.

10/20, 11/1, 12/1은 20%이상, 11/20은 30%이상, 9/20, 10/10, 11/10, 12/10은 40%이상, 10월1일은 50.7%가 발아하여 26.7 ~ 50.7%의 발아율을 나타냈다 (Fig. 2). 그리고 발아세를 분석한 결과 9/20은 14%, 10/1은 12.7%, 10/10은 17.3%, 10/20은 4.7%, 11/1은 7.3%, 11월10일은 18%, 11월20일은 15.3%, 12월1일은 16%, 12월10일은 19.3%를 나타내어 채종 시기간에 발아율과 발아세의 뚜렷한 차이는 없었다.

토양함수량과 온도의 영향

토양함수량에 따른 돼지풀종자의 발아율을 광조건 하(매일 12시간씩 조사)에서 토양 수분조건과 온도조건이 돼지풀종자의 발아에 미치는 영향을 비교 검토한 결과는 Table 1과 같다.

Thompson(1973)은 토양함수량이 광, 토성 등과 함께 종자의 발아에 영향을 미치는 중요한 환경요인 중의 하나라고 보고했는데, 토양함수량을 각각 7, 15, 30, 45, 60% 및 80%로 조절했을 때, 토양함수량 7% 처리구에서는 전혀 발아가 이루어지지 않았으며 토양함수량 80% 처리구에서는 수분과잉으로 인한 공기중의 산소공급 방해로 돼지풀종자의 발아율이 다시 낮아졌다. 모든 온도조건에서 15, 30, 45, 60%로 토양함수량이 증가할수록 발아율이 높아지는 경향이 있어 Thompson(1973)의 보고와 일치하는 것으로 나타났다.

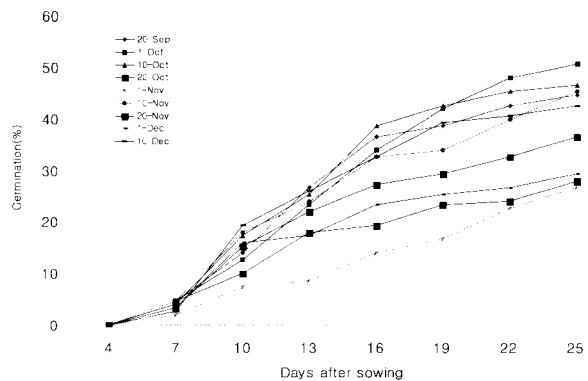


Fig. 2. Germination rate of seeds at different time of seed collection. Germination test : 30/20C (light treatment 12h - dark treatment 12h).

각종 요인 가운데, 토양 수분함량과 온도는 발아에 매우 중요한 요인이나 모두 인위적으로 조절하기 곤란한 환경요인이므로 모든 온도조건에서 토양함수량 60% 처리구에서 가장 높은 발아율을 나타내어(P<0.05) 돼지풀종자 발아에 적합한 최적 토양함수량은 60% 내외임을 알 수 있었다 (Table 1).

이 등(1971)이 발표한 전국 각지의 독나지(禿裸地)의 식생에 관한 생태학적 연구에 따르면, 독나지의 대부분이 식물의 발육이 시작되는 4~5월에 강수량이 적고 지하로 스며들어 유실되는 양이 많아 토양함수량이 5~15%범위에 속한다고 한다. 따라서 이 실험에서 제일 낮은 토양함수량을 7% 처리구로 조절하였으나 7% 처리구에서는 전혀 발아하지 않았으며, 15% 처리구에서 단지 4%의 발아가 이루어져 전국 각지의 독나지에서 돼지풀종자의 발아율은 저조할 것으로 판단된다.

Hendricks와 Taylorson(1979)은 대부분의 종자들이 15 ~ 30C의 온도 범위에서 가장 잘 발아되며 30C 이상의 고온에서는 발아가 크게 감소한다고 보고하면서 이러한 결과는 온도에 의한 막지질의 활성 변이에 기인한 것으로 보고하였는데, 돼지풀종자 또한 12, 16, 20, 24C로 온도가 상승함에 따라 최종발아율은 증가하는 경향이 있었으나, 28, 32C의 고온 하에서는 다시 발아율이 낮아지는 경향을 보였다 (Table 1). 이는 대개 특정한 온도 범

Table 1. Germination rate of seeds at various temperatures and soil moisture contents

Temp. (C)	Soil moisture content (%)					
	7	15	30	45	60	80
12	-	-	2.00	4.00	7.34	-
16	-	-	2.66	3.34	7.34	4.00
20	-	-	11.34	13.34	21.34	6.66
24	-	4.00	17.34	29.34	36.00	9.34
28	-	-	5.34	1.34	12.66	6.66
32	-	-	0.66	2.00	5.34	0.66

(- means no germination)

위 내에서 종자의 발아율이 일정하게 유지되고, 이 범위를 벗어나게 되면 매우 급격히 감소한다고 한 Thompson(1970)의 보고와 일치하였으며, 돼지풀종자의 발아에 적합한 최적 온도는 24°C 내외임을(P<0.01) 알 수 있었다 (Table 1).

발아개시일 또한 온도가 12°C에서 28°C로 상승함에 따라 빨라지는 경향을 보였으며(Table 2), 고온구(24, 28°C)의 발아개시일이 저온구(12, 16°C)보다 빨라 온도의 영향도 작지 않음을 시사하고 있다.

한편, 12°C 처리구에서 예상외의 빠른 발아개시와 높은 발아율을 볼 수 있었는데, 이것은 12°C 처리구에서의 실험을 가장 늦게 진행시켜 종자저장기간이 오래되어 다른 처리구의 종자들에 비해 휴면이 많이 타파되었기 때문이라 사료되어졌으며 온도상승 순서에 따른 실험수행을 하지 않은 때문이라고 생각되어졌다.

온도에 관계없이 토양함수량 80% 처리구를 제외하고는 건조구(15%, 30%)보다는 습윤구(60%)에서 발아개시일이 빨랐다.

Hsu(1985)는 잡초나 다른 식물과의 빛 경쟁에 있어 중요한 발아개시일은 식물에 따라 약간 차이가 있으나 많은 식물에서 토양수분과 온도의 영향이 거의 같은 수준으로 나타난다고 하였는데, 이 실험에서도 토양수분과 온도의 영향이 거의 같은 수준이었다.

Table 3은 IT구역과 DT구역에서 돼지풀종자의 발아율을 토양함수량별로 살펴본 결과이다. IT구역과 DT구역 모두 토양함수량 60% 처리구에서 가장 높은 발아율을 나타내어 온도에 따른 발아율 측정에서의 토양함수량별 발아율과 유사한 경향을 나타

Table 2. Comparison of the initiation days of the seed germination at various temperatures and soil moisture contents

Temp. (°C)	Soil moisture content (%)					
	7	15	30	45	60	80
12	-	-	4	4	3	-
16	-	-	12	12	10	10
20	-	-	7	7	6	7
24	-	-	6	5	4	6
28	-	-	7	5	4	4
32	-	-	7	7	4	11

(- means no germination)

Table 3. Comparisons of need germination at various soil moisture content between IT and DT regime

Temp. (°C)	Soil moisture content (%)					
	7	15	30	45	60	80
IT	-	0.66	23.34	46.66	99.34	21.34
DT	-	-	1.34	2.00	6.00	-

(- means no germination)

Table 4. Comparison of the initiation days of the seed germination at various temperatures and soil moisture contents between IT and DT regime

Temp. (°C)	Soil moisture content (%)					
	7	15	30	45	60	80
IT	-	27	25	24	22	23
DT	-	-	5	5	4	8

(- means no germination)

내었다(Table 3).

Table 4는 토양함수량에 따른 돼지풀종자의 발아율을 광조건 하에서 온도상승과 온도하강구역을 설정하여 조사한 발아개시일에 관한 결과이다. 토양함수량에 따른 돼지풀종자의 첫 발아개시일 또한 토양함수량 60% 처리구에서 가장 빨랐음을 확인할 수 있어 온도에 따른 발아율측정 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

온도와 광의 영향

돼지풀종자의 발아에 미치는 광의 존재유무에 따른 발아율의 차이를 각 온도구별(12, 16, 20, 24, 28, 32°C)로 비교 조사한 결과는 Table 5와 같다.

Mayer와 Maber(1982)는 온도와 광이 종자발아에 독립적으로 작용하는 것이 아니라 상호 복합적으로 작용한다고 하였고 McWhorter와 Jordan(1976)은 종자의 종류에 따라서 광의 존재유무가 발아율에 영향을 미친다고 하였는데, 이 실험결과 돼지풀종자는 광처리시와 암처리시 모두 24°C의 온도조건에서 가장 높은 발아율을 나타내었고 광의 존재유무에 따른 발아율의 차이는 유의하지 않았다(P>0.05).

Fig. 3 A, B는 IT구역과 DT구역 설정에 따른 돼지풀종자의 발아율을 광처리시와 암처리시 그 차이를 살펴본 결과이다.

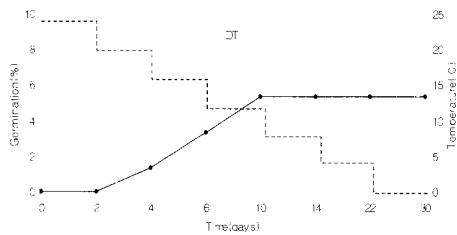
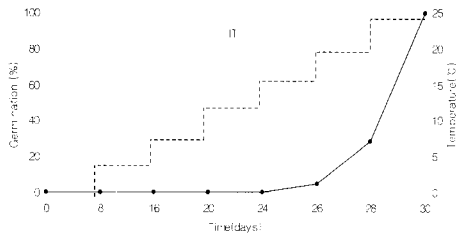
돼지풀종자의 광처리시 IT구역에서는 처음 12°C까지 24일간 노출시 전혀 발아가 되지 않았으며 파종 후 24일부터 16°C 부근에서 발아 개시가 되었고, 온도가 올라갈수록 발아율이 급격히 높아졌으며 최종발아율은 99.34%로 높은 발아율을 나타내었다 (Fig. 3 A).

DT구역의 경우 24°C와 20°C에서 4일간 노출시키자 1.34%의 발아가 이루어졌고, 파종 후 10일까지 5.34%의 낮은 발아율을보였으며 그 이후부터는 발아가 되지 않았다. DT구역의 경우 온

Table 5. Germination rates at various temperatures in light and dark treatment

Temp.(°C)	Germination rates (%)					
	12	16	20	24	28	32
Light treatment	10.00	10.66	6.00	21.34	8.00	13.34
Dark treatment	8.66	14.66	13.34	37.34	5.34	4.00

A : Light treatment



B : Dark treatment

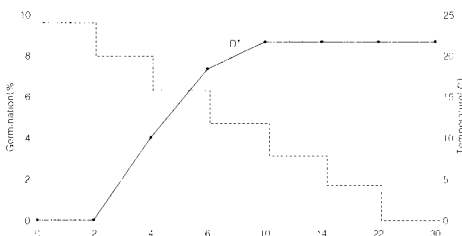
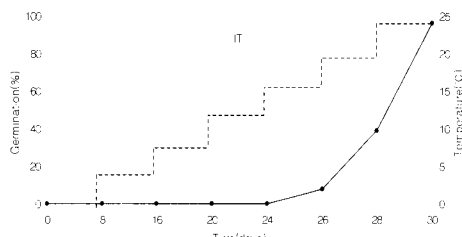


Fig. 3. Germination behaviors of the seed population of *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* DESCOURTILS in the test system. The dotted lines show the courses of temperature change. (A : Light treatment, B : Dark treatment)

도가 낮아질수록 서서히 발아가 이루어졌으나 10일의 5.3%의 발아율을 마지막으로 더 이상 발아 되지 않았다 (Fig. 3A). 결국, IT구역과 DT구역의 최종발아율은 각각 99.3%, 5.3%로 나타났다 (Fig. 3).

또한 돼지풀종자의 암처리시 IT구역과 DT구역의 최종발아율도 각각 96%, 8.7%를 나타내 광처리시와 암처리시의 발아율의 차이가 뚜렷하지 않았다 (Fig. 3B). 이것은 생태적으로 자연상태에서 토양이나 낙엽 등에 묻혀 광이 제한되는 환경에서도 돼지풀종자가 발아하는 습성이 있음을 의미한다.

Table 6. Comparison of the initiation date of the seed germination between light and dark treatments

	Various temperatures(°C)								
	12	16	20	24	28	32	30/20	IT	DT
Light treatment	4	8	7	6	5	2	4	24	4
Dark treatment	4	6	5	5	3	2	5	24	4

온대기후 지역에서는 온도변화가 토양에 존재하는 종자들의 발아를 위한 계절적인 제어기 역할을 하며 이러한 계절적인 선택을 일으키는 다양한 생리적 기작이 존재한다는 것이 입증되었다 (Bewley and Black 1982, Washitani and Takenaka 1984).

Fig. 3에서 나타난바와 같이 돼지풀종자의 IT구역과 DT구역 설정처리에 따른 발아곡선을 비교해 볼 때 저온에 의한 종자의 휴면타파가 고온에 의한 휴면타파보다 더 많이 유도되어 차풀종자의 변온처리 결과와 일치하는 경향(서 1992)을 보였으며, 종자산포 직후인 초가을에도 발아가 일어난다고 예측할 수 있었으나 그 다음해 봄에 대부분의 종자발아가 이루어 질 것으로 생각된다. 일반적으로 봄 발아종자들의 여름과 가을 휴면은 여름의 높은 온도에 의해 유도되고 겨울의 저온에 의해 타파되는 것으로 알려져 있어(Courtney 1968), 봄 발아종자인 돼지풀 개체군은 고온에 의해 강력한 2차 휴면이 유도되어지면서 저온에 의해 다시 휴면이 타파될 수 있는 가능성을 제시해 준다.

한편 첫 발아개시일(Table 6)은 전 온도처리구에서 주야의 변온(30/20°C)처리를 제외하고는 암처리시가 광처리시에 비해 조금 빠르거나 거의 비슷한 경향을 보였으며, 12°C 처리구를 제외하고 온도가 높을수록 첫 발아개시일이 빨라지는 경향을 보였고 온도상승과 온도하강구역(IT, DT)에서는 암처리시의 발아개시일이 광처리시와 같아 광으로 인한 발아촉진효과는 뚜렷하지 않았다.

채종시기별 저장기간의 영향

채종직후(0~3개월), 3~6개월, 6~9개월 된 돼지풀종자의 채종시기별 저장기간에 따른 발아율의 차이를 서로 다른 온도조건과 서로 다른 광조건 하에서 비교 관찰한 결과(Table 7)는 다

Table 7. Germination rate of seeds at different time of seed collection and treatment period

Condition of germinator	Storage period		
	0~3	3~6	6~9
25°C Light treatment	12.66	22.00	24.66
25°C Dark treatment	11.34	16.00	22.00
30/20°C Light treatment	50.66	45.34	54.66
30/20°C Dark treatment	37.34	57.34	45.66

음과 같다.

채종직후의 발아실험에서 25°C 항온처리에서 발아실험 한 것이 12.7%의 발아율을 나타낸 것에 비해 주야의 변온(30/20°C)처리에서 50.7%의 발아율을 나타내어(Table 7), 온도변환이 휴면을 깨고 발아를 증진시킨다고 한 보고(Bewley and Black 1982, Thompson and Masin 1977, Thompson and Grime 1983)와 같은 경향을 나타내었으며, 주야의 변온처리가 종자발아에 있어서 최고 발아율을 나타내는데에 효과적이라고 한 Ignaciuk와 Lee(1980), Young 등(1980)의 보고와 일치하였다. 또한, 광처리에 따른 발아 반응은 3~6개월 저장종자가 주야의 변온(30/20°C)처리에서 암처리시 높은 발아율을 나타냈을뿐 모든 온도처리의 광처리에서 조금 높은 발아율을 나타내고 있어 광의 존재유무에 따른 돼지풀종자의 발아율은 유의하지 않았다 ($P>0.05$).

Pons(1986)는 자연상태에서 여름철에 종자의 발아가 억제되는 것은 무성한 잎으로 인해 종자에 이르는 광량이 발아하기에 부족하기 때문이며 이로 인해 겨울 시기에 발아하지 못한 종자는 토양 속에서 종자은행으로 남게 된다고 했는데, 돼지풀종자도 봄철에 발아하지 못한 종자는 토양 속에서 종자은행을 형성할 것으로 사료된다.

토양의 종자은행에 존재하는 많은 종들의 종자들은 휴면과 비휴면 기간을 거치게 되는데(Courtney 1968, Baskin and Baskin 1985), 돼지풀종자 개체군은 가을에 종자 산포를 한 후, 빠른 동시 발아보다는 일부 종자는 가을에 발아를 하기도 하지만 대부분의 종자들은 다음 해 봄에 발아를 하는 양상을 나타내어 겨울의 냉기를 땅속에서 휴면으로 보내고 봄의 따뜻한 기후에 발아할 것으로 여겨진다.

즉, 가을에 점진적인 토양온도의 하강으로 인하여 돼지풀종자의 발아가 초가을에서 늦가을까지 일어나기도 하지만 대부분의 종자는 발아가 지연되어 다음해 봄에 이루어지게 되는데, 이러한 종자들간의 발아시기의 변이는 종자분산능력 또는 종자발아의 계절적인 선택에서 발견되어지고 있으며(Naito 1975, Hotta 1977, Ogawa 1976), 이러한 돼지풀종자들 내의 발아습성의 변이가 다양한 환경요인에 대해 자신의 생존과 자손의 번식을 위한 생리적·생태적 전략임을 알 수 있다.

참고문헌

- 고경식. 1991. 한국식물검색도감(가을). 아카데미서적. pp.141.
- 김수경. 1988. 토양함수량, 온도 및 광이 질경이 종자발아에 미치는 영향. 건국 대학교 교육대학원 석사학위 청구논문
- 김진기, 차장욱, 김연중. 1995. 초보자를 위한 알기쉬운 SAS활용법. 해지워. pp.130-133.
- 서희원, 김세현, 박인협. 1997. 후박나무의 종실생장 및 종자 채취시기와 전처리 처리가 발아율에 미치는 영향 순천대학교 논문집. 16: 1-6.
- 成美善. 1994. 온도에 대한 돌피(*Echinochloa crus-galli*)종자의 발아 반응. 건국대학교 대학원 석사학위 청구논문.
- 순천통계연보. 1997. 순천시. P.20.
- 원색 외래잡초종자도감. 1996. 농촌진흥청 농업과학기술부. P.42.
- 윤익식. 1977. 초지학개론. 鄉文社. pp.65~66.
- 李一球, 李浩俊, 李龍熙, 申容雨. 1971. 禿裸地의 植生에 關한 生態學的 研究. 建國學術誌. 12: 815-824.
- 이호준, 김용욱, 장남기. 1997. 수종 식물의 분비물질이 종자 발아와 균류 생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지. 20(3): 181-189.
- 任良宰, 金義植. 1980. 한반도의 귀화식물분포. 한국식물학회지. 제23권 3-4호, pp.69-83.
- 장남기, 이성규. 1983. 한국의 식생에 있어서 C₃, C₄ 및 CAM 식물의 분류, 생산력 및 분포에 관한 연구(II). C₃와 C₄형 식물의 물질생산과 생산력. 한국생태학회지. 6(2): 114-127.
- 한원식. 1989. 농업과 생물학 연구를 위한 통계방법, 자유아카데미. p.624.
- Augsburger, C.K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub : Experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius*(Violaceae). Ecology 62: 775-788.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1985. The annual dormancy cycle in buried weed seeds : a continuum. Bioscience. 35: 492-498.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1982. In Physiological and biochemistry of seeds. Springer-Verlag press. Heidelberg. pp.324-341.
- Cook, R. E. 1979. Patterns of juvenile mortality and recruitment in plants. In O. T. Solberg, S. Lain, G. B. Johnson and P. H. Raven (eds.). Topics in Plant Population. Biology Columbia Univ. Press. New York. pp. 207-231.
- Courtney, A. D. 1968. Seed dormancy and field emergence in *Polygonum aviculare*. J. Appl. Ecol., 5: 675-683.
- Dansereau, A. G. 1957. Climatic control of germination and dormancy, In L. T. Evans (ed.). Biogeography on ecological perspective. Academic Press, New York, pp.265-287.
- Grime, J. P. 1979. In Plant strategies and Vegetation Processes. John Wiley and Sons. Butterworths. London. pp. 231-236.
- Hendricks, S. B. and R. B. Taylorson. 1979. Dependence of thermal responses of seeds on membrane transitions. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 76: 778-781.
- Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press. London. pp.147-153.
- Hotta, M. 1977. On the distribution of dandelion(*Taraxacum*) in the Kinki district. Shizenshi-Kenkyu. 1: 117-134.
- Hsu, F. H., C. J. Nelson and A. G. Matches. 1985. Temperature effects on seedling development of perennial warm-season forage grasses. Crop Science 25: 249-255.
- Ignaciuk, R. and J. A. Lee. 1980. The germination of four annual strand-line species, New Phytol. 84: 581-591.
- Inderjit, W. L. and K. M. Dakshini. 1990. The nature of interference

- potential of *Pluchea lanceolata*(DC) Clarke C. B.(Asteraceae), Plant and Soil, 122: 298-302.
- Inderjit W. L. and K. M. Dakshini. 1992. Interference potential of *Pluchea lanceolata*(Asteraceae): Growth and physiological responses of asparagus bean, *Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis*. J. Botany 79 (9): 979-981.
- Mark, M. K. and S. D. Prince. 1981. Influence of germination data on survival and fecundity in wild lettuce *Lactuca seriola*. Oikos 36: 326-330.
- Mayer, A. M. and A. Poljakoff Mayber. 1982. The germination of seeds. Pergamon Press, Oxford. p.211.
- McWhorter, C. G. and T. N. Jordan. 1976. The effect of light and temperature on the growth and development of Johnsongrass. Weed Science 24(1): 88-91.
- Miyawaki, A. 1967. Vegetation of Japan compared with other region of world. Gakken, Tokyo, p.535.
- Naito, T. 1975. Notes on ecosis of *Taraxacum* plants. Biol. Sci. 27 :195-202.
- Newsome, A. E. and I. R. Noble. 1986. Ecological and physiological characteristics of invading species. In R. H. Groves and J. J. Burdon(eds.). Ecology of Biological Invasions, Cambridge Univ. Press. pp.1-33.
- Ogawa, K. 1976. Observation on flowering and seed production of some dandelion species. Live Teaching Materials Information Service. 12: 128-130.
- Pickett, S. T. A. and F. A. Bazzaz. 1978. Organization of an assemblage of early successional species on a soil moisture gradient. Ecology 59: 1248-1255.
- Pons, T. L. 1986. Response of plantago major seeds to the red farred ratio as influenced by other environmental factors. Plant Physiol. 68(2): 252-258.
- Rathcke, B. and E. P. Lacey. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Ann. Rev. Ecol. 16: 179-214.
- Rice, E. L. 1984. In Allelopathy. Academic Press, Orlando. pp. 337-343.
- Robbins, W. W., A. S. Crafts and R. N. Raynor. 1972. Weed Control. McGraw-Hill, New York. p. 583.
- Silvertown, J. W. and J. B. Dickie. 1981. Seedling survivorship in natural population of nine perennial chalk grassland plants. New Phytol. 88: 555-558.
- Solbrig, O. T. 1980. Demography and natural selection. In O. T. Solbrig (ed.). Demography and evolution in plant strategy. Blackwell scientific Publications, Oxford. pp.1-20.
- Tompson, K. and G. Mason. 1977. Seed germination in responses to diurnal fluctuations of temperature. Nature. 267: 147-149.
- Tompson, K. and J. P. Grime. 1983. A comparative study of germination in response to diurnally-fluctuating temperatures. J. Appl. Ecol. 20(1): 41-56.
- Thompson, P. A. 1970. Characterization of the germination responses to temperature of species and ecotypes. Nature. 225: 827-831.
- Thompson, P. A. 1973. Geographical adaptation of seeds. In Seed Ecology. W. Hydecker (ed.). Butterworths, London. pp. 31-58.
- Washitani, I. 1984. Germination responses of a seed population of *Taraxacum officinale* Weber to constant temperatures including the supraoptimal range. Plant Cell Env. 7: 655-659.
- Young, J. A., B. A. Kay, H. Gorge and R. A. Edvance. 1980. Germination of three species of *Atriplex*. Agrn. J. 72: 705-709.

(2002년 3월 4일 접수; 2002년 4월 26일 채택)

Effects of Some Environmental Factors on the Germination of Seeds in *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*

Cha, Seung-Hee¹, Won-Hee Kim and Jong-Hong Kim[†]

Major of Biological Education, Graduate School of Education Suncheon National University¹

Department of Biological Science, College of Natural Science, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

ABSTRACT : In order to analyze the life cycle of *A. artemisiifolia* var. *elatior*, dormancy and some environmental factors inducing germination of the seeds were examined. The results were as follows : Dormancy of fertile seeds was broken in part within a month after seed collection in case of adequate moisture and alternating temperature was also effective in breaking dormancy. The temperature range, which allow germination was 12 °C ~ 32 °C. Optimum temperature for germination was 24 °C. The seed of *A. artemisiifolia* var. *elatior* was light-independent. The difference of storage period appeared to have no particular effect on the viability of seeds at any time during the 9-month storage period. In the increasing temperature(IT) regime, *A. artemisiifolia* var. *elatior* seeds started to germinate at 16 °C, showing the higher temperature the greater germination rate ; the final germination percentage was 99.34%. On the other hand, in the decreasing temperature(DT) regime, seeds began to germinate at 20 °C with the 1.34% germination. An induced dormancy occurred at 12 °C making the 5.34% final germination in the DT regime. Low temperature was more effective to break dormancy than higher temperature. Seeds of *A. artemisiifolia* var. *elatior* seems to be germinated in mid to late autumn or germination delayed until following spring. The above results suggest these variation of germination response in diverse environmental factors seems to be a physiological strategy to maintain their existence and to reproduce in the extreme thermal variation.

Key words : *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*, Break dormancy, Dormancy, Environmental factor, Germination of seed, Soil moisture
