

## 한국, 일본에서 수집한 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형들의 종자발아 변이

정지나\* · 유창연\*<sup>\*\*\*</sup> · 김종화\*\* · 이주경\*<sup>†</sup>

\*강원대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부, \*\*강원대학교 농업생명과학대학 원예학과,  
\*\*\*강원대학교 한방바이오연구소

### Variation of Seed Germination Among Cultivated and Weedy Types of *Perilla* Crop in Korea and Japan

Ji Na Jung\*, Chang Yeon Yu\*<sup>\*\*\*</sup>, Jong Hwa Kim\*\*, and Ju Kyong Lee\*<sup>†</sup>

\*Division of Bio-resources, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

\*\*Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

\*\*\*Bioherb Research Institute, Kangwon National University

**ABSTRACT** To understand the seed characteristics among cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types in Korea and Japan, we studied the variation of 69 accessions by examining weight of 100 seeds, hardness of seed, germination percent and germination energy. The survey of the weight of 100 seeds and hardness of seed, clarified as follows; cultivated type of var. *frutescens* showed a range of 0.177 to 0.402 g with weight of 100 seeds, and most accessions of cultivated type of var. *frutescens* have soft seeds, except for several accessions, which have hard seeds, whereas weedy type of var. *frutescens* showed a range of 0.045 to 0.172 g with weight of 100 seeds, and has only hard seeds. While cultivated type of var. *crispa* showed a range of 0.054 to 0.101 g with weight of 100 seeds, and has only hard seeds. The weedy type of var. *crispa* showed a range of 0.059 to 0.135 g with weight of 100 seeds, and has only hard seeds. According to the result of germination tests, although the most accessions of cultivated and weedy types of var. *frutescens* and cultivated and weedy types of var. *crispa* showed below 50% germination rate at the first germination test, but some accessions of cultivated type of var. *frutescens* showed above 50% germination. While, in the second or third germination tests, most accessions of cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types showed above 50% germination rates, except for several accessions. As a result, in this study, the average of germination percent and germination energy among accessions

of cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types showed respectively the highest value at the third germination test, but showed the lowest value at the first germination test. In addition, the germination percent and germination energy showed much higher in the room temperature condition than in 28°C constant-temperature condition. Although our results may be required much clearly survey in the further study, this current results will be help for our understanding the variation of seed characteristics among cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types in Korea and Japan.

**Keywords** : *Perilla frutescens*, cultivated and weedy types, seed characteristics, germination test

**들깨**(*Perilla frutescens* var. *frutescens*)와 차조기(*Perilla frutescens* var. *crispa*)는 일년생의 자식성 작물로 같은 종의 서로 다른 변종으로 구분되며, 동아시아를 중심으로 옛날부터 들깨는 유료작물, 차조기는 약용작물로 재배 및 이용되어 왔다. 이들 작물은 히말라야산맥주위, 동남아시아 그리고 동아시아에 주로 분포하고 있지만(Makino, 1961; Nitta, 2001), 옛날부터 동아시아에서 가장 많이 재배 및 이용되고 있으므로 동아시아가 이들 작물의 기원지일 것으로 생각된다(Makino, 1961; Li, 1969; Nitta, 2001; Lee and Ohnishi, 2003). 아직까지 동아시아에서 들깨와 차조기 작물의 야생종은 밝혀져 있지 않으나, 최근에 이들 작물들에서 잡초형들에 대하여 보고되고 있는데(Nitta and Ohnishi, 1999; Lee and Ohnishi, 2001; Nitta *et al.*, 2003; Lee and Ohnishi,

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6415  
(E-mail) jukyonglee@kangwon.ac.kr <Received May 19, 2009>

2003; Lee and Kim, 2007), 이들 잡초형들은 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등에서 주로 농가 주위, 밭 주위, 길옆 또는 버려진 땅 등에서 자생하고 있는 것으로 알려져 있다.

오늘날 동아시아에서 들깨와 차조기 작물의 재배 및 이용 현황을 보면, 들깨는 우리나라에서 가장 많이 재배 및 이용하고 있고, 차조기는 일본에서 가장 많이 재배 및 이용하고 있는 것으로 알려져 있다(Nitta, 2001; Nitta *et al.*, 2003). 우리나라에서 들깨는 옛날부터 종실과 잎을 모두 식용으로 이용하여 왔으나 최근에 신선엽 채소로서의 이용 개발과 더불어 그 재배와 이용이 점점 증가되고 있으며, 반면에 차조기의 경우는 오늘날 차조기 종자를 한방약으로 이용하는 것이 감소함에 따라 우리나라에서 거의 재배되고 있지 않다. 이와는 반대로 일본에서는 차조기의 재배 및 이용이 성행하고 있지만, 들깨의 재배 및 이용은 거의 이루어지지 않고 있으며 단지 동북지방의 고산지대의 일부 농가들이 소규모로 재배하고 있다. 현재 일본에서의 들깨는 그 재배와 이용이 점점 줄어들어 우리나라에서의 차조기처럼 잔존식물의 형태로 남아있다(Nitta and Ohnishi, 1999; Nitta, 2001). 이와 같이 우리나라와 일본은 지리적으로 가까운 위치에 있음에도 불구하고, 들깨와 차조기의 재배 및 이용은 서로 상반된 견해를 나타내고 있다. 또한 이 두 나라에서 들깨와 차조기 작물의 재배관행을 보면, 우리나라의 경우 들깨는 봄에 종자를 묘상 또는 밭 한구석에 파종하여 싹이 난 어린 묘를 밭에 이식하고 그 해 가을에 종자를 수확하여 다음 해에 다시 파종용 종자로 사용하는 재배법에 의해 이용하고 있지만, 일본에서의 차조기 재배는 주로 잎을 이용하고 있으므로 우리나라에서와 같이 종자를 수확하지 않고, 가을에 자연적으로 밭 안에 떨어진 종자들이 다음 해 봄에 자연적으로 싹이 나면 이것을 밭에다 이식하는 재배법으로 이용하고 있다(Nitta, 2001; Nitta *et al.*, 2003).

어떤 작물의 유전자원 보존과 품종개발을 성공적으로 수행하기 위해서는, 먼저 그 작물의 유전자원 수집과 탐색 그리고 수집된 유전자원들에 대한 형태적 특성 및 유전적 변이의 다양성을 평가하고 이해하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 본 연구에서는 우리나라와 일본에서 재배되고 있거나 자생하고 있는 들깨, 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들의 유전자원을 수집한 후 이들 작물에서의 재배화 과정을 이해하기 위해 종자특성 및 종자발아의 변이 양상에 대하여 분석을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

본 연구에서 이용된 공시재료는 국내 및 일본에서 수집된

재배형 들깨 19계통, 잡초형 들깨 14계통 그리고 재배형 차조기 18계통과 잡초형 차조기 18계통 등 총 69계통을 분석에 사용하였다(Table 1). 들깨, 차조기 작물의 유전자원은 주로 필드조사를 통하여 수집하였는데, 국내의 경우 재배형들은 직접 농가를 방문하여 농가에서 재배되고 있는 재래종 종자를 분양 받았으며, 반면에 들깨와 차조기 작물의 잡초형 계통들은 농가 또는 밭의 주위, 길옆이나 마을 주위 등을 조사하여 자연적으로 자생하고 있는 것을 수집하였다. 한편, 일본에서 재배되고 있는 들깨와 차조기 작물은 교토대학(京都大學) 생식질연구소에서 분양을 받았다.

### 발아율 조사 및 분석

국내 및 일본에서 수집된 들깨와 차조기 그리고 이들 잡초형의 계통들에 대한 종자특성 및 종자발아의 변이를 조사하기 위해, 2008년도에 강원대학교 부속농장 실험포장에서 관행재배법에 따라 각 계통별로 10개체씩 재배하여 종자를 수확하였다. 수확된 각 계통별 종자들은 실온에서 약 한 달간 건조를 시킨 다음 종자특성 및 종자발아에 대하여 조사를 하였다. 종자특성은 발아율 조사에 이용되는 각 계통들에 대하여 100립중과 종자경도를 조사하였는데, 특히 종자경도 조사의 경우는 각 계통별 종자들에 대하여 손으로 눌러서 부서지는 종자들은 부드러운 종자로, 반면에 부서지지 않는 종자들은 딱딱한 종자로 구분하였다. 발아율 조사는 각 계통별로 50립씩 종자를 선발하여 수확 후 한 달째인 날을 기준으로 1개월 간격(30일)으로 3개월 동안 조사를 하였다. 즉 발아율 조사 방법은 각 계통 별로 수확한 날을 기준으로 수확 후 1개월(수확 후 30일)째에 1차 발아율을 조사하였고, 이때 조사실험에서 실온 또는 28°C 항온의 두 조건 중 어느 한 조건에서도 발아율이 50% 이하인 계통들은 수확 후 2개월(수확 후 60일)째에 다시 2차 발아율 조사를 실시하였으며, 이때에도 두 조건 중 어느 한 조건에서 발아율이 50% 이하인 계통들에 대해서는 수확 후 3개월(수확 후 90일)째에 다시 3차 발아율 조사를 실시하였다.

발아율 실험은 9 cm직경의 Petri Dish에 여과지 1장을 깔고 종자를 넣은 후 증류수로 수분을 조절한 다음, 실온과 28°C 항온의 두 조건에서 동시에 실시하였다. 발아율 조사는 여과지가 마르지 않도록 1일 1회 증류수를 주었으며, 종피에서 유근이 1 mm 이상 나왔을 때를 발아로 간주하여 처리 후 1일째부터 7일째 되는 날까지 1주일간 실시하였다. 본 실험에서 발아율(percent germination)은 각 계통별로 침종 처리한 날부터 7일째까지 처리된 총 종자수(50립)에 대한 발아 종자수의 비율(%)로 계산하였고, 발아세(germination energy)는 침종 후 4일째(96시간)까지의 발아율(%)로 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 들깨, 차조기 그리고 이들 잡초형들의 종자특성

우리나라와 일본에서 수집한 들깨, 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들의 종자특성에 대한 변이성 정도를 이해하기 위해 강원대학교 부속농장 포장에서 관행재배법에 따라 각 계통별 종자를 재배 및 수확하여 약 1개월 정도 각 계통별로 종자를 건조시킨 후, 발아실험 전에 이들 계통들에 대하여 100립중과 종자경도를 먼저 조사하였다(Table 1). 그 결과, 재배형 들깨(19계통)에서 측정된 100립중은 0.177 g의 최소값을 나타내는 계통(KOR13)에서부터 최대값인 0.402 g의 계통(JA4)까지의 범위였고, 종자경도는 대부분의 계통들

이 잘 부스러지는 부드러운 특성을 지니고 있었으나, 그 중에서 6계통(KOR2, KOR3, KOR8, KOR10, KOR13, JA5) 들은 잘 부스러지지 않는 딱딱한 특성을 지니고 있었다. 반면에 잡초형 들깨(14계통)에서 측정된 100립중은 최소값인 0.045 g의 계통(KOR24)에서부터 최대값인 0.172 g의 계통(KOR20)까지의 범위였고, 종자경도는 모든 계통들이 전혀 부스러지지 않는 딱딱한 특징을 지니고 있었다(Table 1). 한편 재배형 차조기(18계통)에서 측정된 100립중은 0.054 g의 최소값을 나타내는 계통(JA11)에서부터 최대값인 0.101 g의 계통(JA4)까지의 범위였고, 종자경도는 모든 계통들이 전혀 부스러지지 않는 딱딱한 특징을 지니고 있었다. 또한 잡초형 차조기(18계통)에서 측정된 100립중은 0.059 g의 최

**Table 1.** Accessions of cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types surveyed in this study

Accession no.	Source of material		Type	Weight of 100 seeds	Hardness of seed	When the test time of showing above 50% germination
	Village, town or city	Country				
KOR1	Yang-yang-gun, Kaugwon-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.202	Soft	Second test (77%, 100%)
KOR2	Cheorwon-gun, Kangwon-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.178	Hard	Third test (40%, 33%)
KOR3	Hwacheon-gun, Kangwon-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.197	Hard	Third test (50%, 57%)
KOR4	Yonchon-gun, Kyonggi-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.221	Soft	First test (73%, 87%)
KOR5	Sangju-si, Kyongsangbuk-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.213	Soft	First test (87%, 90%)
KOR6	Changnyeong-gun, Kyongsangnam-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.318	Soft	First test (73%, 70%)
KOR7	Okchon-gun, Chungchongbuk-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.215	Soft	Second test (83%, 67%)
KOR8	Jeju-si, Jeju-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.292	Hard	Third test (57%, 50%)
KOR9	Suncheon-si, Jeollanam-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.189	Soft	Second test (53%, 50%)
KOR10	Jangsu-gun, Jeollabuk-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.226	Hard	Third test (20%, 10%)
KOR11	Yangpyong-gun, Kyonggi-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.263	Soft	First test (68%, 72%)
KOR12	Tae-an-gun, Chungchongnam-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.268	Soft	Second test (87%, 87%)
KOR13	Hawchon-gun, Kangwon-do	Korea	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.177	Hard	Third test (43%, 17%)
JA1	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.202	Soft	Second test (53%, 60%)
JA2	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.317	Soft	Second test (73%, 57%)
JA3	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.220	Hard	none (0%, 0%)
JA4	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.402	Soft	Third test (53%, 57%)
JA5	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.220	Soft	Third test (100%, 73%)
JA6	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>frutescens</i>	0.232	Soft	Third test (73%, 80%)
KOR14	Chuncheon-si, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.079	Hard	Third test (7%, 0%)
KOR15	Chuncheon-si, Kauswon-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.091	Hard	Third test (63%, 0%)
KOR16	Yanggu-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.121	Hard	Third test (17%, 27%)
KOR17	Geochang-gun, Kyongsangbuk-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.113	Hard	Third test (63%, 73%)
KOR18	Bonghwa-gun, Kyongsangbuk-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.159	Hard	none (0%, 0%)
KOR19	Hawchon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.115	Hard	Second test (83%, 60)
KOR20	Yeongju-si, Kyongsangbuk-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.172	Hard	Second test (87%, 53%)
KOR21	Miryang-si, Kyongsangnam-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.160	Hard	Second test (23%, 0%)
KOR22	jincheon-gun, Chungchongbuk-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.144	Hard	Third test (77%, 63%)

Table 1. Continued

Accession no.	Source of material		Type	Weight of 100 seeds	Hardness of seed	When the test time of showing above 50% germination
	Village, town or city	Country				
KOR23	Inje-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.100	Hard	Third test (57%, 0%)
KOR24	Gangjin-gun, Jeollanam-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.045	Hard	Second test (73%, 50%)
KOR25	Hongcheon-gun, Kangwon-dso	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.104	Hard	Third test (100%, 7%)
KOR26	Gangjin-gun, Jeollanam-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.104	Hard	Third test (60%, 3%)
KOR27	Okcheon-gun, Chungchongbuk-do	Korea	Weedy var. <i>frutescens</i>	0.163	Hard	Third test (53%, 57%)
JA7	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.077	Hard	Third test (77%, 53%)
JA8	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.067	Hard	Third test (73%, 57%)
JA9	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.065	Hard	Third test (20%, 0%)
JA10	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.096	Hard	Third test (80%, 63%)
JA11	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.054	Hard	First test (50%, 53%)
JA12	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.076	Hard	Third test (73%, 60%)
JA13	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.075	Hard	Third test (83%, 70%)
JA14	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.071	Hard	Second test (70%, 53%)
JA15	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.101	Hard	Third test (63%, 50%)
JA16	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.068	Hard	Second test (90%, 63%)
JA17	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.078	Hard	Third test (37%, 17%)
JA18	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.076	Hard	Third test (77%, 57%)
JA19	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.093	Hard	Third test (7%, 0%)
JA20	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.086	Hard	Third test (80%, 73%)
JA21	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.109	Hard	Third test (83%, 60%)
JA22	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.071	Hard	Third test (67%, 50%)
JA23	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.076	Hard	Third test (37%, 17%)
JA24	Plant Germplasm Institute, Kyoto University	Japan	Cultivated var. <i>crispa</i>	0.069	Hard	Second test (53%, 57%)
KOR28	Yang-yang-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.135	Hard	Second test (97%, 53%)
KOR29	Hongcheon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.130	Hard	Third test (87%, 63%)
KOR30	Yanggu-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.062	Hard	Third test (70%, 50%)
KOR31	Inje-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.060	Hard	Third test (90%, 93%)
KOR32	Inje-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.126	Hard	Third test (53%, 73%)
KOR33	Hongcheon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.123	Hard	Third test (97%, 57%)
KOR34	Chong-yang-gun, Chungchongnam-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.118	Hard	Third test (67%, 60%)
KOR35	Cheorwon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.071	Hard	Second test (93%, 57%)
KOR36	Yanggu-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.086	Hard	Third test (93%, 77%)
KOR37	Hwacheon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.108	Hard	Second test (80%, 70%)
KOR38	Pocheon-gun, Kyonggi-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.068	Hard	Third test (67%, 60%)
KOR39	Hwacheon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.072	Hard	Third test (3%, 0%)
KOR40	Inje-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.086	Hard	Third test (63%, 47%)
KOR41	Inje-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.059	Hard	Second test (87%, 53%)
KOR42	Andong-si, Kyongsangbuk-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.074	Hard	Third test (63%, 63%)
KOR43	Andong-si, Kyongsangbuk-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.074	Hard	Third test (70%, 57%)
KOR44	Yeongju-si, Kyongsangbuk-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.081	Hard	Third test (73%, 63%)
KOR45	Hongcheon-gun, Kangwon-do	Korea	Weedy var. <i>crispa</i>	0.124	Hard	Third test (13%, 3%)

소값을 나타내는 계통(KOR41)에서부터 최대값인 0.135 g의 계통(KOR28)까지의 범위였고, 이들의 종자경도도 모든 계통들이 전혀 부스러지지 않는 딱딱한 특징을 지니고 있었다(Table 1).

이와 같은 결과에 의하면, 우리나라 및 일본에서 수집한 재배형 들깨의 계통들은 잡초형 들깨 또는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 100립중과 종자경도 등에서 보다 다양한 변이를 지니고 있는 것으로 나타났다. 즉 100립중의 경우 분석에 이용된 대부분의 재배형 들깨의 계통들은 그들의 잡초형 또는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 비교적 무거운 특성을 지니고 있었는데, 이러한 결과는 이전에 Lee and Ohnishi(2001)의 보고와 마찬가지로 종실특성(종자크기 또는 종자무게)는 재배형 들깨와 잡초형 들깨, 그리고 재배형 들깨와 재배형 차조기를 구별하는 유용한 형질인 것으로 생각되었다. 그러나 차조기 작물의 경우는 Lee and Ohnishi(2001)의 보고와 마찬가지로 본 연구에서도 종자무게는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들 사이에서 현저한 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났고, 또한 들깨의 잡초형과 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들 사이에서도 현저한 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 그리고 종자경도의 경우도 잡초형 들깨와 재배형 차조기 및 잡초형 차조기의 계통들은 모두 딱딱한 종자특성을 지니고 있었으나, 재배형 들깨에서는 일부 계통들을 제외하면 대부분의 계통

들이 부드러운 종자특성을 지니고 있었다. 아직까지 동아시아에서 들깨와 차조기의 야생종은 밝혀져 있지 않지만, 오늘날 동아시아에서 재배되고 있는 재배형과 자연적으로 자생하고 있는 잡초형들에 대한 종자특성을 고려한다면, 아마도 재배형 들깨의 경우는 옛날부터 종자를 기름용으로 이용하거나 또는 참깨와 같이 종자 자체를 조미료용으로 이용하고 있기 때문에 종자특성이 그들의 잡초형 또는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 거대화 또는 부드러운 특성을 가지는 계통으로 발달한 것으로 생각되었다.

### 들깨, 차조기 그리고 이들 잡초형들의 종자 발아율

#### - 1차 발아율 조사

우리나라 및 일본에서 수집한 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에서 측정된 종자발아의 변이 분포는 Table 2에 나타내었다. 그 결과, 실온조건에서 재배형 들깨(19계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 15계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 4계통이었으며, 반면에 잡초형 들깨(14계통), 재배형 차조기(18계통) 그리고 잡초형 차조기(18계통)의 모든 계통들은 50% 이하의 발아율을 나타내었다. 한편 28°C 항온조건에서 재배형 들깨는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 15계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 4계통이었으며, 반면에 잡초형

**Table 2.** Variation of seed germination among 69 accessions of cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types by the 1, 2, 3<sup>rd</sup> germination tests

Type of <i>Perilla</i> crop	Treatment condition	First test* (n)	First test*				Second test (n)	Second test				Third test (n)	Third test				Total (n)	Total			
			A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
Cultivated type of var. <i>frutescens</i>	room temp.	(19)	10	5	3	1	(15)	5	3	4	3	(8)	2	2	3	1	(19)	2	2	10	5
	28°C temp.		15	0	2	2		6	2	4	3		2	2	3	1		2	2	9	6
Weedy type of var. <i>frutescens</i>	room temp.	(14)	14	0	0	0	(14)	6	5	1	2	(11)	4	0	5	2	(14)	4	0	6	4
	28°C temp.		14	0	0	0		11	1	2	0		8	0	3	0		8	1	5	0
Cultivated type of var. <i>crispa</i>	room temp.	(18)	17	1	0	0	(17)	7	6	3	1	(14)	2	2	4	6	(18)	2	2	7	7
	28°C temp.		17	0	1	0		14	0	3	0		4	2	8	0		4	2	12	0
Weedy type of var. <i>crispa</i>	room temp.	(18)	15	3	0	0	(18)	7	6	1	4	(14)	2	0	8	4	(18)	2	0	8	8
	28°C temp.		17	1	0	0		14	0	4	0		2	2	8	2		2	2	12	2

\*: Accession number of *Perilla* crop and their weedy types according to range of germination percent by the 1, 2, 3<sup>rd</sup> germination tests; A=0~25% germination range, B=26~50% germination range, C=51~75% germination range, D=76~100% germination range.

들깨, 재배형 차조기 그리고 잡초형 차조기의 계통들은 대부분이 50% 이하의 발아율을 나타내었으나, 단지 재배형 차조기 1계통만이 50% 이상의 발아율을 나타내었다.

### - 2차 발아율 조사

실온조건에서 재배형 들깨(15계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 8계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 7계통이었으며, 잡초형 들깨(14계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 11계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 3계통이었다. 그리고 재배형 차조기(17계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 13계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 4계통이었으며, 잡초형 차조기(18계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 13계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 5계통이었다. 한편 28℃ 항온조건에서 재배형 들깨는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 9계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 6계통이었으며, 잡초형 들깨는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 12계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 2계통이었다. 그리고 재배형 차조기는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 14계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 3계통이었으며, 잡초형 차조기는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 14계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 4계통이었다.

### - 3차 발아율 조사

실온조건에서 재배형 들깨(8계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 4계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 4계통이었으며, 잡초형 들깨(11계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 4계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 7계통이다. 그리고 재배형 차조기(14계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 4계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 10계통이었으며, 잡초형 차조기(14계통)는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 4계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 10계통이었다. 한편 28℃ 항온조건에서 재배형 들깨는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 4계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 4계통이었으며, 잡초형 들깨는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 8계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 3계통이었다. 그리고 재배형 차조기는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 4계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 8계통이었으며, 잡초형 차조기는 50% 이하의 발아율을 나타낸 것이 12계통 그리고 50% 이상의 발아율을 나타낸 것이 10계통이었다.

이와 같은 결과에 의하면, 수확 후 한 달이 경과한 상태에서는 들깨의 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 실온 및 28℃ 항온조건에서 대부분이 50% 이하의 낮은 발아율을 나타내었지만, 재배형 들깨의 일부 계통들이 50% 이상의 발아율을 나타내었다. 따라서 수확 후 1개월째에서는 재배형 들깨의 계통들이 들깨의 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 발아율이 비교적 좋은 것으로 생각되었다. 그러나 수확 후 2개월에서 3개월 정도가 경과한 상태에서는 1차 발아율 결과와는 다르게 들깨의 재배형 및 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에서 50% 이상의 발아율을 나타내는 계통들이 점점 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 아마도 수확 후 시간이 경과할수록 들깨의 재배형 및 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통에서 모두 발아율이 향상되는 것으로 생각되었다. 그러나 본 연구에서는 분석에 이용된 일부 계통들에서 발아율이 50%이하 또는 전혀 발아가 되지 않는 계통들도 관찰되었는데, 이러한 결과는 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에서의 종자휴면성 변이가 매우 큰 것으로 생각되었다. 특히 재배형 들깨의 경우 수확 직후에는 들깨 잡초형 또는 차조기 재배형 및 잡초형 계통들보다 발아율이 비교적 높은 계통들도 일부 관찰되었으나, 수확 후 3개월째에서도 발아율이 50% 이하를 나타내는 계통들이 19계통 중 4계통(KOR2, KOR10, KOR13, JA3)이 관찰된 것으로 보아 재배형 들깨의 경우는 종자휴면성이 약한 계통들에서부터 강한 계통들까지 다양하게 분포하고 있는 것으로 생각되었다.

한편, 2개의 처리구인 실온조건과 28℃ 항온조건에서의 발아율 빈도는 1차 발아율 조사의 경우 2개의 처리구간에 현저한 차이를 나타내지 않았으나, 2차와 3차의 발아율 조사 실험에서는 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형의 일부 계통들이 28℃ 항온조건보다는 실온조건에서 50% 이상의 발아율을 보다 많이 나타나는 것으로 관찰되었다. 즉 실온과 항온조건에서 발아율은 1차조사의 경우 재배형 들깨는 항온보다 실온조건에서 비교적 높은 발아율을 나타내었으나, 잡초형 들깨는 두 조건 모두에서 낮은 발아율을 나타내었다. 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 두 조건 모두에서 비교적 낮은 발아율을 나타내었지만, 그 중에서 항온조건보다는 실온조건에서 비교적 높은 발아율이 나타났다. 2차 조사 실험에서는 재배형 들깨의 계통들은 항온 또는 실온에서 현저한 차이가 없었으나, 들깨 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 항온보다는 실온 조건에서 비교적 높은 발아율을 나타내었으며, 3차 조사 실험에서도 들깨의 재배형 및 잡초형 그리고 차조기의 재배형

및 잡초형 계통들은 항온보다 실온조건에서 비교적 높은 발아율을 나타내었다. 이러한 결과는 아마도 일정한 온도보다는 실온 조건, 즉 낮과 밤의 일교차에 따른 변온 조건이 휴면성을 지니고 있는 종자의 발아에 보다 유리한 것으로 생각되었다.

### 들깨, 차조기 그리고 이들 잡초형들의 종자 발아 특성

들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에서 조사된 평균발아율 및 평균발아세는 Table 3에 나타내었다. 그 결과 실온 및 28°C 항온조건에서의 평균발아율은 재배형 들깨의 경우 1차 발아율 조사에서 24%와 19%를, 2차 발아율 조사에서 38%와 36%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 49%와 42%를 각각 나타내었으며, 잡초형 들깨는 1차 발아율 조사에서 2%와 1%를, 2차 발아율 조사에서 32%와 14%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 45%와 21%를 각각 나타내었다. 반면에 재배형 차조기는 1차 발아율 조사에서 11%와 5%를, 2차 발아율 조사에서 32%와 15%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 61%와 45%를 각각 나타내었고, 잡초형 차조기는 1차 발아율 조사에서 9%와 4%를, 2차 발아율 조사에서 39%와 15%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 65%와 55%를 각각 나타내었다.

한편, 실온 및 28°C 항온조건에서의 평균발아세는 재배형 들깨의 경우 1차 발아율 조사에서 14%와 10%를, 2차 발아율 조사에서 25%와 28%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 41%와 31%를 각각 나타내었으며, 잡초형 들깨의 경우 1차 발아율 조사에서 모두 1%만을, 2차 발아율 조사에서 20%와 13%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 31%와 20%를 각각 나타내었다. 반면에 재배형 차조기는 1차 발아율 조사에서 모두 3%만을, 2차 발아율 조사에서 24%와 6%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 53%와 35%를 각각 나타내었고, 잡초형 차조기는 1차 발아율 조사에서 모두 2%만을, 2차 발아율 조사에서 23%와 10%를, 그리고 3차 발아율 조사에서 59%와 39%를 각각 나타내었다.

이상의 결과에 의하면 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에서의 평균발아율 및 평균발아세는 수확 후 1개월째에 가장 낮은 것으로 그리고 수확 후 3개월째에 가장 높은 것으로 나타났다. 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들 중에서 특히 재배형 들깨 계통들은 수확 후 1개월 또는 2개월째에 들깨 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 비교적 높은 발아율과 발아세를 나타내었지만, 수확 후 3개월째에서는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들이 들깨의 재배형 및 잡초형 계통들보다 비교적 높은

**Table 3.** Mean and standard deviation for percent germination and germination energy among 69 accessions of cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types by the 1, 2, 3<sup>rd</sup> germination tests.

Type of <i>Perilla</i> crop	Treatment condition	First test		Second test		Third test		Total	
		A*	B	A	B	A	B	A	B
<i>Var. frutescens</i>									
Cultivated type	room temp.	24.0±27.0 (0.00~87.0)	14.0±21.0 (0.00~70.0)	38.0±33.0 (0.00~87.0)	25.0±34.0 (0.00~87.0)	49.0±29.0 (0.00~100.0)	41.0±25.0 (0.00~80.0)	61.0±24.0 (0.00~100.0)	48.0±29.0 (0.00~87.0)
	28°C temp.	19.0±29.0 (0.00~90.0)	10.0±16.0 (0.00~70.0)	36.0±36.0 (0.00~100.0)	28.0±37.0 (0.00~100.0)	42.0±28.0 (3.00~80.0)	31.0±25.0 (0.00~77.0)	59.0±27.0 (3.00~100.0)	42.0±31.0 (0.00~100.0)
Weedy type	room temp.	2.0±4.0 (0.00~13.0)	1.0±3.0 (0.00~10.0)	32.0±29.0 (0.00~87.0)	20.0±25.0 (0.00~70.0)	45.0±34.0 (0.00~100.0)	31.0±27.0 (0.00~73.0)	55.0±31.0 (0.00~100.0)	40.0±26.0 (0.00~73.0)
	28°C temp.	1.0±2.0 (0.00~7.0)	1.0±2.0 (0.00~6.67)	14.0±23.0 (0.00~60.0)	13.0±22.0 (0.00~60.0)	21.0±29.0 (0.00~73.0)	20.0±28.0 (0.00~73.0)	28.0±29.0 (0.00~73.0)	27.0±29.0 (0.00~73.0)
<i>Var. crispa</i>									
Cultivated type	room temp.	11.0±13.0 (0.00~50.0)	3.0±6.0 (0.00~16.7)	32.0±26.0 (0.00~90.0)	24.0±24.0 (0.00~87.0)	61.0±25.0 (7.00~83.0)	53.0±28.0 (0.00~80.0)	62.0±24.0 (7.00~90.0)	53.0±28.0 (0.00~87.0)
	28°C temp.	5.0±13.0 (0.00~53.0)	3.0±9.0 (0.00~40.0)	15.0±22.0 (0.00~63.0)	6.0±16.0 (0.00~57.0)	45.0±25.0 (0.00~73.0)	35.0±26.0 (0.00~73.0)	49.0±21.0 (0.00~73.0)	35.0±24.0 (0.00~73.0)
Weedy type	room temp.	9.0±13.0 (0.00~40.0)	2.0±5.0 (0.00~17.0)	39.0±32.0 (0.00~97.0)	23.0±32.0 (0.00~97.0)	65.0±27.0 (3.00~97.0)	56.0±30.0 (0.00~97.0)	70.0±26.0 (3.00~97.0)	59.0±31.0 (0.00~97.0)
	28°C temp.	4.0±9.0 (0.00~33.0)	2.0±6.0 (0.00~23.0)	15.0±25.0 (0.00~70.0)	10.0±20.0 (0.00~50.0)	55.0±25.0 (0.00~93.0)	37.0±28.0 (0.00~93.0)	56.0±22.0 (0.00~93.0)	39.0±25.0 (0.00~93.0)

\*Range of germination percent and germination energy for cultivated types of *Perilla* crop and their weedy types by the 1, 2, 3<sup>rd</sup> germination tests; A=germination percent, B=germination energy.

발아율과 발아세를 나타내었다. 그리고 수확 후 1개월째에서부터 3개월째까지 조사된 전체 계통들에서 실온과 28°C 항온조건에서의 평균발아율은 재배형 들깨는 61%와 59%, 잡초형 들깨는 55%와 28% 그리고 재배형 차조기는 62%와 49%, 잡초형 차조기는 70%와 56%를 각각 나타내었으며, 또한 실온과 28°C 항온조건에서의 평균발아세는 재배형 들깨는 48%와 42%, 잡초형 들깨는 40%와 27% 그리고 재배형 차조기는 53%와 35%, 잡초형 차조기는 59%와 39%를 각각 나타내었다. 이러한 결과에 의하면 잡초형 들깨 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 수확 후 시간이 지나갈수록 발아율이 높아지는 것으로 나타났다. 한편 이들 계통들에 대한 실온 및 28°C 항온조건에서의 발아율과 발아세는 28°C 항온조건 보다는 실온조건에서 비교적 높은 것으로 나타났다. 결과적으로 들깨의 재배형과 잡초형 계통들 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 항온보다는 실온조건에서 비교적 높은 발아율 및 발아세가 나타났으며, 또한 이들 작물에서 재배형 들깨의 계통들은 잡초형 들깨 또는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 수확 직후에 비교적 높은 발아율 및 발아세가 나타났다.

자연적으로 폭 넓게 분포하고 있는 어떤 식물 종의 지리적 분포에 의한 형태적 변이는 그 식물 종의 진화를 연구하는데 있어 상당한 흥미를 주며, 또한 한 식물 종의 계통들 사이의 형태적 다양성은 서로 다른 환경들 속에서의 작은 진화적 변화의 결과에 의하여 생긴다(Gould and Johnston, 1972; Wyatt and Antonovics, 1981). 더욱이 인간에 의한 작물의 재배는 재배되고 있는 작물 종들이 그들의 야생종들로부터 형태적 그리고 생리적으로 다양하게 변화되는 진화의 과정이다(Schwanitz, 1966; Harlan, 1992). 아직까지 동아시아에서 들깨와 차조기 작물의 야생종은 명확하게 알려져 있지 않지만, 본 연구의 결과에서 재배형 들깨의 계통들은 그들의 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들보다 종자가 크고 부드러운 특징 그리고 종자발아의 변이에서도 다양하게 나타났다. 이러한 결과는 들깨 작물의 경우 인간에 의한 파종과 수확의 반복 그리고 이용 목적 등에 따라 작물의 재배화 과정에서 종자가 커지고 부드러워졌으며, 또한 종자 휴면성도 점점 상실되는 방향으로 진화되고 있는 것으로 생각되었다. 특히 종자 휴면성은 일반적으로 식물의 재배화 과정에서 인간에 의해 강하게 선발되는 형질들 중 하나이므로 재배종 작물들에서는 거의 상실되어 버린다(Hancock, 1992). 그러나 우리나라 및 일본에서 수집된 일부 재배형 들깨 계통들은 종자가 크면서 딱딱한 특징 그리고 휴면성이 강한 계통들이 있었는데, 이러한 계통들은 실제 우리나라 농가에서 재배되고 있거나, 또는 밭의 주위나

길가의 주위 등에서도 발견되었다(Lee and Ohnishi, 2001). 따라서 이러한 계통들의 유래 및 분류는 앞으로 보다 더 정확하면서 깊이 있는 연구가 요구되었다. 현재의 분석결과에 대해서는 앞으로 이들 작물의 재배형 및 잡초형 계통들의 종자발아 특성에 대하여 좀더 정밀한 분석이 필요한 것으로 생각되지만, 본 연구결과는 오늘날 우리나라와 일본에서 재배되고 있는 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 수확 직후부터 수확 후 3개월 정도까지 이들 작물에서 종자발아 특성을 이해하는데 기초정보를 제공할 것으로 생각된다.

## 적 요

본 연구는 우리나라와 일본에서 재배 및 이용하고 있는 들깨, 차조기 그리고 이들 잡초형 69 계통들에 대하여 종자 특성 및 종자발아 변이에 대한 분석결과는 다음과 같다.

1. 재배형 들깨에서 측정된 100립중은 0.177 g에서부터 0.402 g까지의 범위였고, 종자경도는 대부분의 계통들이 잘 부스러지는 부드러운 특성을 지니고 있었으나, 일부 계통들은 잘 부스러지지 않는 딱딱한 특성을 지니고 있었다. 반면에 잡초형 들깨에서 측정된 100립중은 0.045 g에서부터 0.172 g까지의 범위였고, 종자경도는 모든 계통들이 잘 부스러지지 않는 딱딱한 특성을 지니고 있었다.

2. 재배형 차조기에서 측정된 100립중은 0.054 g에서부터 0.101 g까지의 범위였고, 잡초형 차조기에서 측정된 100립중은 0.059 g에서부터 0.135 g까지의 범위였으며, 그리고 이들의 종자경도는 모든 계통들이 잘 부스러지지 않는 딱딱한 특성을 지니고 있었다.

3. 실온 및 28°C 항온조건의 발아율 조사에서 수확 후 1개월째에서는 들깨의 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 대부분이 50% 이하의 낮은 발아율을 나타내었으나, 재배형 들깨의 일부 계통들이 50% 이상의 발아율을 나타내었다. 그리고 2개월 및 3개월이 경과한 상태에서 들깨의 재배형 및 잡초형 그리고 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 50% 이상의 발아율을 나타내는 계통들이 많이 나타났다.

4. 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에서의 평균발아율 및 평균발아세는 수확 후 1개월째에서 가장 낮고 수확 후 3개월째에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 또한 실온 및 28°C 항온조건에서의 발아율과 발아세는 28°C 항온조건 보다는 실온조건에서 비교적 높은 것으로 나타났다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업유전자원관리기관운영 및 강원대학교 농업생명과학대학 농업생명과학연구소의 연구비 지원과 농촌진흥청에서 지원한 기자재를 활용하여 수행되었음.

## 인용문헌

- Gould, S. J. and R. F. Johnston. 1972. Geographic variation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 3 : 457-498.
- Hancock, J. F. 1992. Plant evolution and the origin of crop species, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- Harlan, J. R. 1992. Origins and processes of domestication. In G. P. Chapman [ed.], *Grass evolution and domestication*, pp. 159-175. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lee, J. K. and O. Ohnishi. 2001. Geographic differentiation of morphological characters among *Perilla* crops and their weedy types in East Asia. *Breeding Sci.* 51 : 247-255.
- Lee, J. K. and O. Ohnishi. 2003. Genetic relationships among *Perilla* crops and their weedy types in East Asia revealed by AFLP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50 : 65-74.
- Lee, J. K. and N. S. Kim. 2007. *Perilla* crops and their related weedy types collected in Korea. *Korean J. Breed. Sci.* 39(3) : 316-323.
- Li, H. L. 1969. The vegetables of ancient China. *Econ. Bot.* 23 : 235-260.
- Makino, T. 1961. Makino's New Illustrated Flora of Japan. Hokuryu-kan, Tokyo.
- Nitta, M. and O. Ohnishi. 1999. Genetic relationships among two *Perilla* crops, shiso and egoma, and the weedy type revealed by RAPD markers. *Jpn. J. Genet.* 74 : 43-48.
- Nitta, M. 2001. Origin *Perilla* crops and their weedy type. Ph.D Thesis, Kyoto University, Kyoto.
- Nitta, M., J. K. Lee and O. Ohnishi. 2003. Asian *Perilla* crops and their weedy forms: their cultivation, utilization and genetic relationships. *Economic Bot.* 57 : 245-253.
- Schwanitz, F. 1966. The origin of cultivated plants. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wyatt, R. and J. Antonovics. 1981. Butterflyweed re-revisited: spatial and temporal patterns of leaf shape variation in *Asclepias tuberosa*. *Evolution* 35 : 529-542.