

들깨, 차조기 작물의 수확 후 저장 기간에 따른 종자 발아 변이

사규진¹ · 홍탁기¹ · 박대현¹ · 이주경^{1,†}

Variation in Seed Germination According to the Storage Period after Harvest in the Accessions of *Perilla* Species

Kyu Jin Sa¹, Tak Ki Hong¹, Dae Hyun Park¹, and Ju Kyong Lee^{1,†}

ABSTRACT The present study aimed to understand the variation in seed germination according to the storage period after harvest in the accessions of cultivated and weedy types of *Perilla* species in Korea. In this milieu, we investigated the germination rate and germination energy of 59 *Perilla* accessions (15 cultivated var. *frutescens* type I, 4 cultivated var. *frutescens* type II, 20 weedy var. *frutescens*, and 20 weedy var. *crispa*), which were harvested in autumn 2016. The accessions of cultivated var. *frutescens* (type I) showed an average germination rate of 80.8% 6 months after harvest; however, the accessions of weedy var. *frutescens* and var. *crispa* showed an average germination rate of 0.9% and 8.7%, respectively. Furthermore, the accessions of cultivated var. *frutescens* (type II) showed an average germination rate of 18.2%. The accessions of cultivated var. *frutescens* (type I) showed an average germination energy of 75.8%, while the accessions of weedy var. *frutescens* and var. *crispa* showed an average germination energy of 0.6% and 6.9%, respectively. In addition, the accessions of cultivated var. *frutescens* (type II) showed an average germination energy of 14.3%. The germination rate and germination energy for the accessions of cultivated and weedy types of *Perilla* species increased marginally at 2 months from the first month after harvest. However, it did not significantly increase until six months after that. According to our results, there are two types of cultivated var. *frutescens*, namely, type I, which showed high germination rate and germination energy, and type II, which showed low germination rate and germination energy. The results of this study will provide basic information to understand variations in the germination of seeds during 6 months of storage period after harvest in the accessions of cultivated and weedy types of *Perilla* species in Korea.

Keywords : cultivated and weedy types, germination test, *Perilla frutescens*, seed germination, var. *frutescens*, var. *crispa*

들깨(*Perilla frutescens* var. *frutescens*)와 차조기(*Perilla frutescens* var. *crispa*)는 자식성 작물로 동일 종 내의 서로 다른 변종으로 구분되어, 오랜 세월 동안 동아시아를 중심으로 들깨는 유료작물, 차조기는 약용작물로 재배·이용되어 왔다. 동아시아에서 아직까지 들깨와 차조기 작물의 야생종은 밝혀져 있지 않으나, 이들 작물들에서 잡초형 계통들이 보고되고 있다(Nitta & Ohnishi, 1999; Lee & Ohnishi, 2001; Nitta *et al.*, 2003; Lee & Ohnishi, 2003; Lee & Kim, 2007). 우리나라에서 들깨와 차조기의 잡초형 계통들은 주로 농가 주위, 밭 주위, 도로 옆, 개울 옆 등에 자생하고 있다(Lee & Ohnishi, 2001; Lee

et al., 2002; Lee & Ohnishi, 2003). 이전의 RAPD (random amplification of polymorphic DNA) 분석 연구에서 Nitta & Ohnishi (1999)는 일본에서 발견된 들깨, 차조기의 잡초형 계통들에 대하여 하나는 잡초형 들깨로, 또 다른 하나는 잡초형 차조기로 각각 구분하였다. 그들은 일본에서 발견된 이들 잡초형 계통들의 유래에 대해서 들깨와 차조기 사이에서의 자연 교잡에 의해 발생하였거나 또는 재배형 들깨와 재배형 차조기에서 도망간 일탈형(escape type)으로 생각하였다. 그러나 Lee & Ohnishi (2001; 2003), Lee *et al.* (2002), Sa *et al.* (2013; 2015) 등은 형태적 특징과 AFLP (amplified fragment length polymorphism)

¹⁾ 강원대학교 농업생명과학대학 생물자원과학부 (Division of Bio-resource Sciences, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 4341, Korea)

[†]Corresponding author: Ju Kyong Lee; (Phone) +82-33-250-6415; (E-mail) jukyonglee@kangwon.ac.kr

<Received 18 January, 2018; Revised 12 February, 2018; Accepted 19 February, 2018>

및 SSR (simple sequence repeats) 분석 결과에 의해 동아시아에서 자생하고 있는 들깨와 차조기의 잡초형 계통들은 들깨와 차조기 작물의 기원 및 분화과정을 이해하는데 있어 계통분류학적으로 매우 중요한 위치에 있는 것으로 생각하였다.

들깨와 차조기는 식물체 크기, 식물체 향, 잎과 줄기 색 그리고 종자크기 등의 여러 형태적 특징들에 의해서 뚜렷하게 구분되고 있다(Lee & Ohnishi, 2001). 그러나 들깨와 차조기 작물은 동일 염색체수(2n=40)를 가지고 있고(Yamane, 1950; Honda *et al.*, 1994), 인공교배에 의해 서로 교잡이 가능하며(Nagai, 1935; Honda *et al.*, 1990; 1994), 또한 이들 작물의 잡초형 계통들 중에서 일부는 들깨와 차조기 사이의 자연교잡에 의해 유래된 것으로 보고되었다(Nitta & Ohnishi, 1999; Lee *et al.*, 2002; Lee & Ohnishi, 2003).

오늘날 동아시아에서 들깨는 우리나라에서 가장 많이 재배·이용하고 있으며, 차조기는 일본에서 가장 많이 재배 이용하고 있는 것으로 알려져 있다(Nitta, 2001; Nitta *et al.*, 2003). 우리나라에서 들깨는 식용유 이외에 쌈 채소로의 이용 개발과

더불어 그 재배 면적이 점점 증가되고 있으나, 차조기의 경우는 오늘날 거의 재배되고 있지 않다. 이와는 반대로 일본에서는 차조기의 재배 및 이용이 많지만, 들깨는 거의 재배되고 있지 않다. 한편 Jung *et al.* (2009)과 Kim *et al.* (2011)의 보고에 의하면 재배형 들깨 계통들은 비교적 높은 발아율을 나타내고 있으나, 들깨와 차조기의 잡초형 계통들은 매우 낮은 발아율을 나타내고 있다.

따라서 본 연구에서는 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 수확 후 시간 경과에 따른 종자 발아율 변화를 이해하기 위해서 수확 후부터 다음해 봄까지 약 6개월 동안 각 계통 별 발아율 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에서 이용된 공시재료는 2016년도 농촌진흥청 지원 사업인 농업생명자원관리기관으로 증식한 130개의 들깨와

Table 1. Accessions of cultivated *Perilla* species and their weedy types from Korea surveyed in the present study.

Accession Name	Source of material	Type
	Village, town or city	
PF13-200	Jinan-gun, Jeollabuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF13-202	Jinan-gun, Jeollabuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-002	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-003	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-015	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-034	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-036	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-037	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-006	Jeongseon-gun, kangwon-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-022	Yeongwol-gun, kangwon-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-023	Yeongwol-gun, kangwon-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-026	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-029	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-030	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-012	Chungju-si, Chungcheongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-014	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-019	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-025	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-027	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-029	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-033	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-038	Uiseong-gun, Gyeongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-040	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-045	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-047	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-051	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-053	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-057	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-058	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-066	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>

Table 1. Accessions of cultivated *Perilla* species and their weedy types from Korea surveyed in the present study (Continued).

Accession Name	Source of material	Type
	Village, town or city	
PF14-068	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-082	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF14-086	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF15-032	Chungju-si, Chungcheongbuk-do	Weedy type of var. <i>frutescens</i>
PF13-201	Jinan-gun, Jeollabuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF13-204	Muju-gun, Jeollabuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-005	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-006	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-007	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-013	Jecheon, Chungcheongbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-020	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-021	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-023	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-024	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-046	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-063	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-073	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-075	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-088	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-020	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-020	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-021	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-023	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-024	Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-046	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-063	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-073	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-075	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-088	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-092	Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-096	Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-102	Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-104	Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF15-003	Pyeongchang-gun, kangwon-do	Weedy type of var. <i>crispa</i>
PF14-048	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-072	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF14-074	Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>
PF15-004	Pyeongchang-gun, kangwon-do	Cultivated type of var. <i>frutescens</i>

차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 수확 후 발아율 특성조사에서 발아율이 높은 계통들과 낮은 계통들에 대하여 재배형 들개 19계통(높은 계통 15, 낮은 계통 4), 잡초형 들개 20계통 그리고 잡초형 차조기 20계통 등 총 59계통을 선발하여 분석에 이용하였다(Table 1).

발아율 조사 및 분석

들개와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대한 종자발아의 변이 특성을 조사하기 위해서, 2016년도에 강원대학교 부속농장 실험포장에서 관행재배법에 따라 각 계통별로 10개체씩 재배하여 종자를 수확하였다. 수확된 각 계통별 종자들은

수확 후 실온에서 약 한 달간 건조를 시킨 다음 종자발아에 대하여 특성조사를 하였다. 발아율 조사는 수확 후 실온 상태에서 종자를 보관 한 다음 수확 후 1개월(11월 30일)째 1차 발아율 조사, 2개월(12월 30일)째 2차 발아율 조사, 3개월(1월 30일)째 3차 발아율 조사, 4개월(2월 30일)째 4차 발아율 조사, 5개월(3월 30일)째 5차 발아율 조사, 그리고 6개월(4월 30일)째 6차 발아율 조사를 각각 하였다. 발아율 실험은 Siegel & Rosen (1962)의 방법에 따라 9 cm 직경의 Petri Dish에 여과지 1장을 깔고 각 계통 별로 100립씩 종자를 넣은 후 증류수로 수분을 조절한 다음, 실온에서 실시하였다. 발아율 조사는 매회 각 계통 별로 3반복으로 수행하였으며 Petri Dish에 종자를 넣

고 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 통계분석은 Microsoft Excel Statistical Analysis System 프로그램을 이용하였으며, 발아율(germination rate)은 각 계통 별로 침종 처리한 날부터 7일째까지 처리된 총 종자수(100립)에 대한 발아 종자수의 비율(%)로 계산하였고, 발아세(germination energy)는 침종 후 4일째(96시간)까지의 발아율(%)로 계산하였다.

결과

들깨, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들의 종자 발아율

2016년 가을에 수확한 들깨, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 발아율 조사 결과는 Table 2와 Fig. 1에 나타내었다. 수확 후 1개월째 발아율 조사에서 대부분의 들깨 재배형 계통들은 약 50% 이상의 발아율을 보였으나, 일부 재배형 계통들에서는 20% 이하의 낮은 발아율을 보였다. 그리고 들깨와 차조기의 잡초형 계통들은 모두 1% 이하의 낮은 발아율을 보였다. 따라서 본 연구에서는 재배형 들깨의 경우 발아율이 50% 이상인 15계통(재배형 들깨 Type I)과 발아율이 낮은 4계통(재배형 들깨 Type II) 등 총 19계통들을 선발하였고, 잡초형 들깨와 잡초형 차조기 계통들에서는 각각 20계통씩을 선발하였다(Table 1).

수확 후 1개월째 조사에서는 발아율이 높은 재배형 들깨(Type I)의 경우 평균 67.5%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF15-030계통은 76%로 가장 높은 발아율을, 그리고 PF14-015계통은 55%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 반면에 발아율이 낮은 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 발아율이 10%로 최저 5%에서 최고 16%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-048계통이 5%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 한편 잡초형 들깨의 경우는 조사한 20계통들 중에서 1계통(PF14-025)만이 1%의 발아율을 보였고, 나머지 계통들은 모두 0%의 발아율을 보였다. 또한 잡초형 차조기의 경우도 조사한 20계통들 중에서 2계통(PF14-007, PF14-003)만이 1%의 발아율을 보였고, 나머지 계통들은 모두 0%의 발아율을 보였다(Table 2, Fig. 1).

수확 후 2개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)의 경우 평균 84.6%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF15-029계통은 94.7%로 가장 높은 발아율을, 그리고 PF13-200계통은 50.3%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 반면에 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 27.3%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통이 56.7%로 가장 높은 발아율, 그리고 PF15-004계통은 9.7%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 잡초형 들깨에서는 평균 0.9%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-040계통이 6%로 가장 높은 발아율을 보였고, 5계통(PF14-033, PF14-038, PF14-045, PF14-058, PF15-032)들은 0%의 발아율을 보였다. 잡초형 차조기는 평균 17.6%의 발아율을 보였으며, 그 중에서

Table 2. Mean and standard deviation of germination rate and germination energy among 59 accessions of cultivated types of *Perilla* species and their weedy types during six months after harvest.

Type of <i>Perilla</i> crop	Range of Germination rate and germination energy for 6 months after harvest in <i>Perilla</i> accessions						
	1th*	2th	3th	4th	5th	6th	Average
Germination rate							
Cultivated type of var. <i>frutescens</i> (Type I)	67.5 (55~76)	84.6 (50.3~94.7)	82.1 (50.3~91.7)	84.3 (55~95)	83.6 (39~94.3)	82.7 (48.7~92.3)	80.8 (50.7~89.2)
Weedy type of var. <i>frutescens</i>	0.10 (0.0~1.0)	0.90 (0.0~6.0)	0.70 (0.0~6.0)	0.90 (0.0~8.7)	1.00 (0.0~4.7)	1.60 (0.0~12.3)	0.90 (0.0~4.5)
Weedy type of var. <i>crispa</i>	0.10 (0.0~1.0)	17.6 (0.0~64.3)	1.20 (0.0~20.7)	4.3 (0.0~58.3)	10.1 (0.0~82.0)	18.7 (0.0~79.0)	8.70 (0.0~46.1)
Cultivated type of var. <i>frutescens</i> (Type II)	10.0 (5.0~16.0)	27.3 (9.7~56.7)	21.7 (3.3~61)	18.8 (0.3~66.7)	14.2 (0.0~38.7)	16.9 (0.0~38.3)	18.2 (4.7~43.2)
Germination energy							
Cultivated type of var. <i>frutescens</i> (Type I)	41.4 (23.0~57.0)	83.4 (46.7~94.3)	81.4 (49.7~91.0)	83.5 (54.0~94.3)	83.3 (38.7~93.3)	81.7 (47.3~92.0)	75.8 (47.6~84.6)
Weedy type of var. <i>frutescens</i>	0.10 (0.0~1.0)	0.60 (0.0~2.7)	0.60 (0.0~6.0)	0.70 (0.0~8.3)	0.50 (0.0~2.3)	1.00 (0.0~6.3)	0.60 (0.0~3.4)
Weedy type of var. <i>crispa</i>	0.00 (0.0~0.0)	14.3 (0.0~62.3)	1.00 (0.0~17.7)	3.10 (0~45.3)	8.00 (0.0~77.0)	15.2 (0.0~71.7)	6.90 (0.0~39.3)
Cultivated type of var. <i>frutescens</i> (Type II)	3.30 (0.0~10.0)	22.3 (9.7~46.3)	19.3 (2.7~55.0)	17.0 (0.0~60.3)	11.2 (0.0~27.3)	12.5 (0.0~37)	14.3 (3.2~33.8)

* Germination treatment of the first month after harvest

PF14-104계통이 64.3%로 가장 높은 발아율, PF14-088계통은 0%로 가장 낮은 발아율을 보였다(Table 2, Fig. 1).

수확 후 3개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 82.1%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-003계통은 91.7%로 가장 높은 발아율을, PF13-200계통은 50.3%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 반면에 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 21.7%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통은 61%로 가장 높은 발아율을, PF14-048계통은 3.3%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 잡초형 들깨는 평균 0.7%의 발아율을 보였으며 그 중에서 PF14-053계통은 6%로 가장 높은 발아율을 보였고, 12계통들은 0%의 발아율을 보였다. 잡초형 차조기는 평균 1.2%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 20.7%로 가장 높은 발아율을 보였고, 14계통은 0%의 발아율을 보였다(Table 2, Fig. 1).

수확 후 4개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 84.3%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF15-030계통은 95%로 가장 높은 발아율을, PF13-200계통은 55%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 반면에 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 18.8%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통은 66.7%로 가장 높은 발아율, PF14-048계통은 0.3%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 잡초형 들깨는 평균 0.9%의 발아율을 보

였으며 그 중에서 PF14-053계통은 8.7%로 가장 높은 발아율을 보였고, 12계통들은 0%의 발아율을 보였다. 잡초형 차조기는 평균 4.3%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 58.3%로 가장 높은 발아율을 보였고, 5계통들은 0%의 발아율을 보였다(Table 2, Fig. 1).

수확 후 5개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 83.6%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF15-015계통은 94.3%로 가장 높은 발아율을, PF13-200계통은 39%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 14.2%의 발아율을 보였으며 그 중에서 PF14-072계통은 38.7%로 가장 높은 발아율을, PF14-048계통은 0%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 잡초형 들깨는 평균 1%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-040계통은 4.7%로 가장 높은 발아율을 보였고, 4계통들은 0%의 발아율을 보였다. 잡초형 차조기는 평균 10.1%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 82%로 가장 높은 발아율을 보였고, 4계통들은 0%의 발아율을 보였다 (Table 2, Fig. 1).

수확 후 6개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 82.7%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF15-029계통은 92.3%로 가장 높은 발아율을, PF13-200계통은 48.7%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균

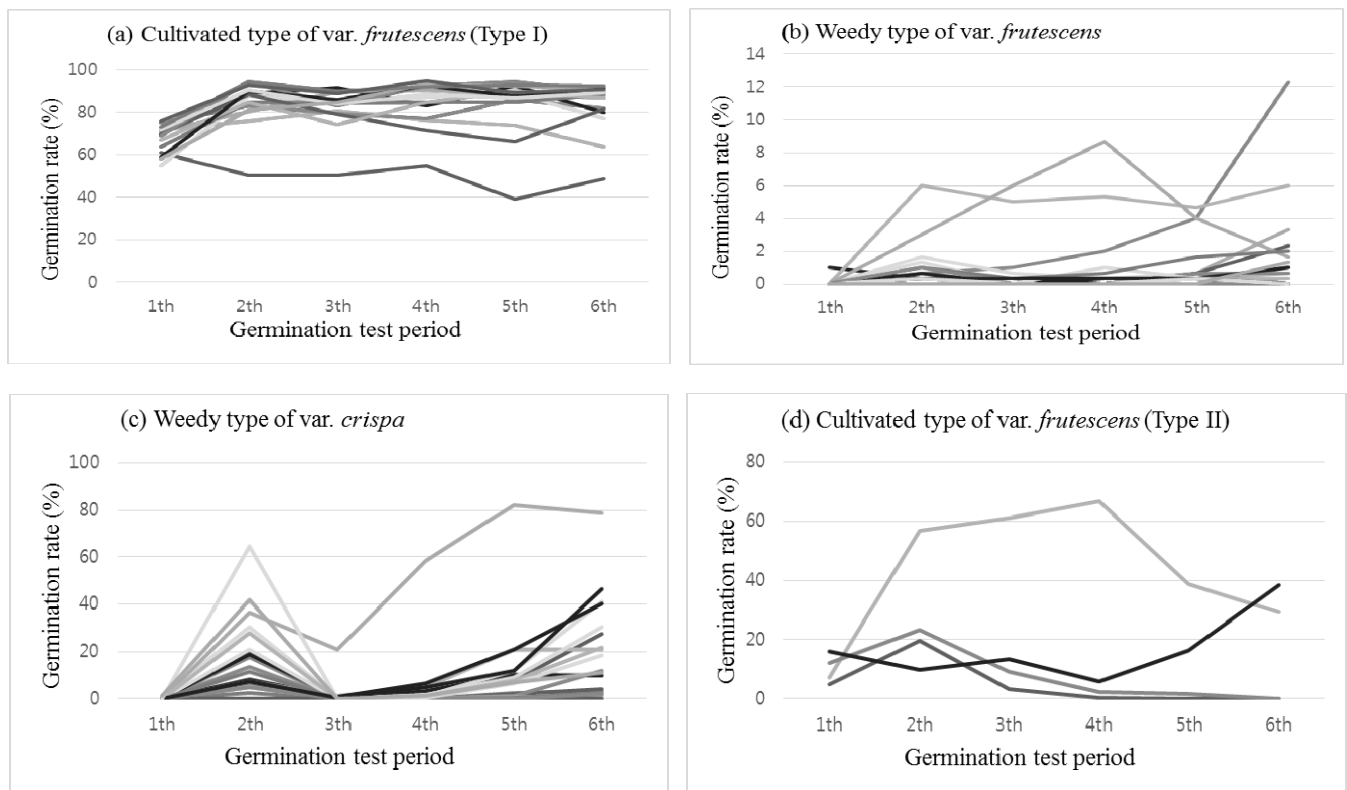


Fig. 1. Variation in seed germination rate among accessions of cultivated and weedy types of *Perilla* species for 6 months after harvest.

16.9%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF15-004계통은 38.3%로 가장 높은 발아율을, 그리고 PF14-048과 PF14-074 계통들은 0%의 발아율을 보였다. 잡초형 들깨는 평균 1.6%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-019계통은 12.3%로 가장 높은 발아율을 보였고, 8계통들은 0%의 발아율을 보였다. 잡초형 차조기는 평균 18.7%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 79%로 가장 높은 발아율을, PF14-088계통은 0%의 발아율을 보였다(Table 2, Fig. 1).

들깨, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들의 종자 발아세

수확 후 1개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 41.4%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-002계통은 56%로 가장 높은 발아세를, PF14-037계통은 23%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 재배형 들깨(Type II)는 평균 3.3%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF15-004계통은 10%로 가장 높은 발아세를, PF14-048계통은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 들깨는 조사한 20계통들 중에서 1계통(PF14-025)만이 1%의 발아세를 보였고, 나머지 계통들은 모두 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 차조기는 조사한 20계통들은 모두 0%의 발아세를 보였다(Table 2, Fig. 2).

수확 후 2개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 83.4%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF15-015계통은 94.3%로 가장 높은 발아세를, PF13-200계통은 46.7%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 22.3%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통이 46.3%로 가장 높은 발아세를, PF15-004계통은 9.7%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 잡초형 들깨는 평균 0.6%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-040과 PF14-053계통들은 2.7% 발아세를 보였고, 8계통들은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 차조기는 평균 14.3%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-104계통이 62.3%로 가장 높은 발아세를, PF14-088계통은 0%로 가장 낮은 발아세를 보였다(Table 2, Fig. 2).

수확 후 3개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 81.4%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-003계통은 91%로 가장 높은 발아세를, PF13-200계통은 49.7%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 19.3%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통은 55%로 가장 높은 발아세를, PF14-048계통은 2.7%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 잡초형 들깨는 평균 0.6%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-053계통은 6%로 가장 높은 발아세를 보였고, 15계

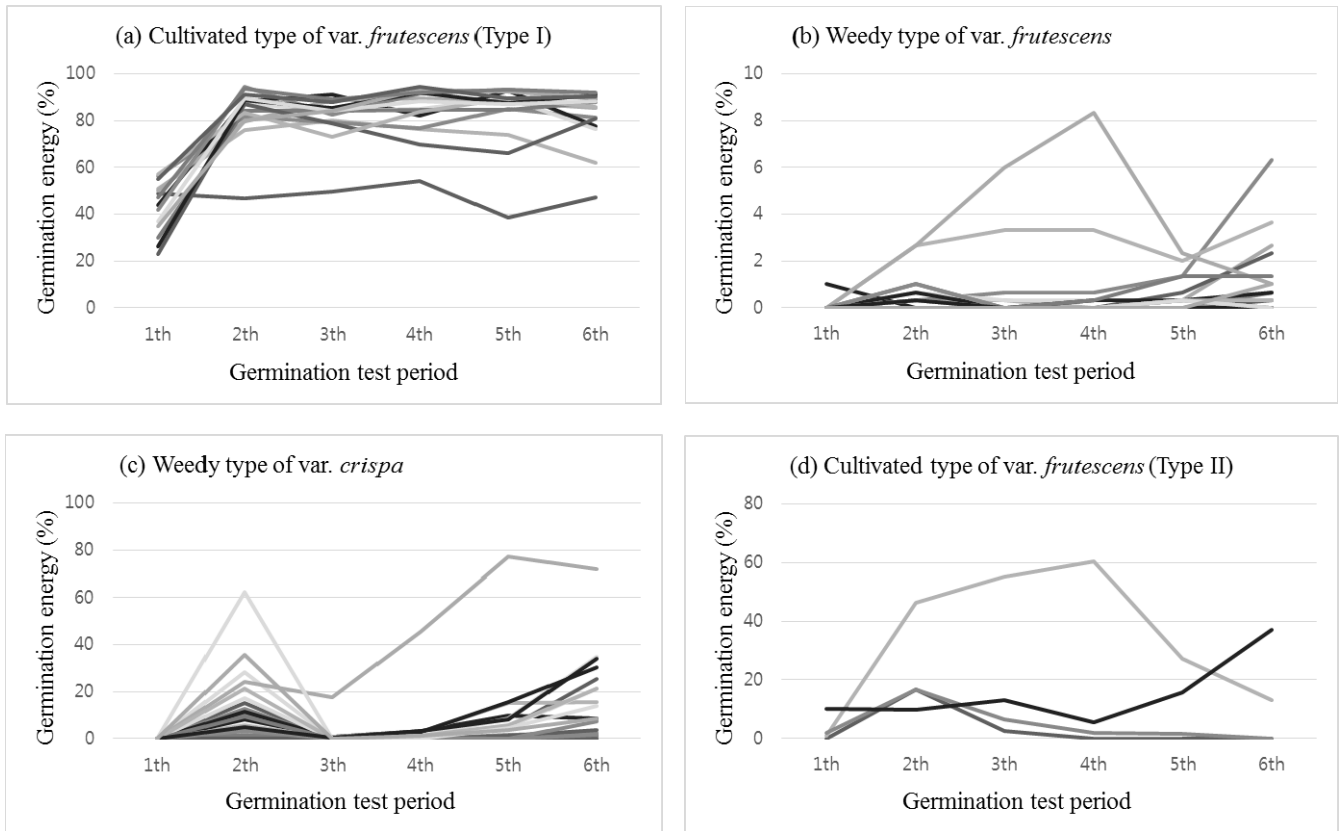


Fig. 2. Variation in seed germination energy among accessions of cultivated and weedy types of *Perilla* species for 6 months after harvest

통들은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 차조기는 평균 1%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 17.7%로 가장 높은 발아세를 보였고, 15계통들은 0%의 발아세를 보였다 (Table 2, Fig. 2).

수확 후 4개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 83.5%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF15-030계통은 94.3%로 가장 높은 발아세를, PF13-200계통은 54%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 17%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통은 60.3%로 가장 높은 발아세를, PF14-048계통은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 들깨는 평균 0.7%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-053계통은 8.3%로 가장 높은 발아세를 보였고, 14계통들은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 차조기의 경우는 평균 3.1%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 45.3%로 가장 높은 발아세를 보였고, 9계통들은 0%의 발아세를 보였다(Table 2, Fig. 2).

수확 후 5개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 83.3%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF15-015계통은 93.3%로 가장 높은 발아세를, PF13-200계통은 38.7%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 11.2%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-072계통은 27.3%로 가장 높은 발아세를, PF14-048계통은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 들깨는 평균 0.5%의 발아율을 보였으며, 그 중에서 PF14-053계통은 2.3%로 가장 높은 발아세를 보였고, 7계통들은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 차조기는 평균 8%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 77%로 가장 높은 발아세를 보였고, 7계통들은 0%의 발아율을 보였다 (Table 2, Fig. 2).

수확 후 6개월째 조사에서는 재배형 들깨(Type I)는 평균 81.7%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF15-029계통은 92%로 가장 높은 발아세를, PF13-200계통은 47.3%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 재배형 들깨(Type II)에서는 평균 12.5%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF15-004계통은 37%로 가장 높은 발아세를, 그리고 PF14-048과 PF14-074계통들은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 들깨는 평균 1%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-019계통은 6.3%로 가장 높은 발아세를 보였고, 8계통들은 0%의 발아세를 보였다. 잡초형 차조기는 평균 15.2%의 발아세를 보였으며, 그 중에서 PF14-013계통은 71.7%로 가장 높은 발아세를, PF14-088계통은 0%의 발아세를 보였다(Table 2, Fig. 2).

이상의 결과에 의하면, 수확 후 6개월 동안의 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대한 발아율 조사에서 재배형 들깨(Type I)의 계통들은 평균 80.8%의 발아율을 보였으나,

들깨와 차조기의 잡초형들은 평균 0.9%와 8.7%의 낮은 발아율을 보였다. 또한 재배형 들깨(Type II)의 계통들도 평균 18.2%의 낮은 발아율을 보였다. 그리고 발아세의 경우도 재배형 들깨(Type I)의 계통들은 평균 75.8%를 보였으나 들깨와 차조기의 잡초형들은 평균 0.6%와 6.9%를 보였으며, 재배형 들깨(Type II)의 계통들도 평균 14.3%를 보였다. 그 결과 수확 후 6개월 동안의 발아율 및 발아세 조사에서 수확 후 1개월째 보다 2개월째에서 재배형 들깨(Type I)의 계통들은 발아율이 다소 증가한 것으로 보였으나, 그 이후 6개월째까지는 대부분의 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에서 수확 후 시간 경과에 따른 발아율 증가가 크지 않은 것으로 보였다.

고찰

작물의 재배화 과정에서 종자휴면성은 인간에 의해 선발되는 대표적인 형질 중 하나로 재배종 작물에서는 거의 상실되어 버린다(Hancock, 1992). Jung *et al.* (2009), Kim *et al.* (2011), Sa *et al.* (2012) 등에 의하면 우리나라 및 일본 등에서 수집된 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들 중에서 종자휴면성이 강한 계통들이 있는 것으로 보고하였다. 또한 Lee & Ohnishi (2001)는 일본에서 재배되고 있는 재배형 차조기와 우리나라에서 재배되고 있는 잡초형 차조기의 경우 종자휴면성과 종자크기 등에서 차이를 전혀 나타내지 못함으로 일본에서 재배되고 있는 차조기는 야생형 또는 잡초형을 재배에 그대로 이용하고 있다고 하였다. 그리고 우리나라에서 수집된 일부 재배형 들깨 계통들은 종자가 크면서 딱딱하고 휴면성이 강한 계통들이 있는 것으로 보고되었는데(Lee & Ohnishi, 2001; Jung *et al.*, 2009), 이러한 계통들은 실제 우리나라 농가에서 재배되고 있거나, 또는 밭의 주위나 길가의 주위 등에서도 흔히 발견되었다. 따라서 본 연구에서는 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대한 종자발아 특성을 좀더 구체적으로 이해하고자 수확 후부터 6개월 동안 1개월 간격으로 실온 상태에서 발아율 조사를 하였다. 특히 본 실험에서는 재배형 들깨의 계통들은 그들의 발아 양상에 따라 2가지 Type으로 구분하여 선발한 후 발아 실험을 하였다. 즉 첫 번째(Type I)는 수확 후 발아율이 50% 이상인 계통(재배형 들깨 I)과 두 번째(Type II)는 50% 이하의 발아율을 나타내는 계통(재배형 들깨 II)으로 각각 구분하여 발아율 조사를 하였다. 그 결과 수확 후 6개월 동안의 발아율 평균에서 재배형 들깨(Type I)의 경우 3계통(PF13-200, PF13-202, PF14-037)만을 제외하고 모든 계통들이 80% 이상의 발아율을 나타내었다. 그러나 재배형 들깨(Type II)의 경우는 모든 계통들이 50% 이하의 낮은 발아율을 나타내었다. 반면에 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들

은 잡초형 차조기 1계통(PF14-013)만을 제외하고 모든 계통들이 20% 이하의 낮은 발아율을 나타내었다(Table 2, Fig. 1).

이상의 결과에 의하면, 재배형 들깨의 경우는 2가지 Type (발아율이 높은 Type I과 낮은 Type II)이 존재하는 것으로 밝혀졌으며, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 모두 발아율이 낮은 것으로 밝혀졌으나, 예외적으로 잡초형 차조기의 1계통은 6개월 동안의 평균 발아율이 46.1%의 발아율을 나타내는 것도 있었다. 본 실험에서는 차조기의 잡초형 계통들은 들깨의 잡초형 계통들에서 보다 높은 발아율을 나타내는 것으로 관찰되었다. 이것은 이전의 Jung *et al.* (2009)의 보고와 같은 결과로, 그들은 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에서의 평균 발아율 및 평균 발아세는 수확 후 1개월째에 가장 낮고 수확 후 3개월째에 가장 높은 것으로, 또한 수확 후 3개월째에서는 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들이 들깨의 잡초형 계통들보다 비교적 높은 발아율과 발아세를 나타내었다고 하였다.

한편 수확 후부터 6개월까지의 평균 발아세는 재배형 들깨 I의 경우 3계통(PF13-200, PF13-202, PF14-037)을 제외하고 모든 계통들이 70% 이상의 발아세를 나타내었다. 그러나 재배형 들깨 II의 경우는 모든 계통들이 40% 이하의 낮은 발아세를 나타내었다(Fig. 1). 반면에 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 잡초형 차조기 1계통(PF14-013)만을 제외하고 모든 계통들이 20% 이하의 낮은 발아세를 나타내었다(Table 2, Fig. 2).

본 연구의 결과에서 우리나라에서 수집한 재배형 들깨의 계통들은 그들의 잡초형 그리고 차조기의 잡초형 계통들보다 종자 특성 및 발아율에서도 다양한 변이를 나타내었다. Lee & Ohnishi (2001)의 보고에 의하면 우리나라 및 일본에서 수집된 재배형 들깨의 일부 계통들은 종자가 크고 딱딱한 특징 그리고 강한 휴면성이 있었는데, 이러한 계통들은 실제 우리나라 농가에서 재배되고 있거나, 또는 밭의 주위나 길가의 주위 등에서도 발견되었다. 따라서 이러한 재배형 들깨의 계통들에 대한 유래 및 분류는 앞으로 보다 정확한 연구가 요구되었다. 본 연구결과에 대해서는 앞으로 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대한 종자발아 특성에 대하여 좀더 정밀한 분석이 필요한 것으로 생각되지만, 오늘날 우리나라에서 재배되고 있는 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 수확 후부터 6개월 정도까지 저장기간에 따른 종자발아 특성을 이해하는데 기초정보를 제공할 것으로 생각된다.

적 요

우리나라에서 수집한 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 수확 이후 저장기간에 따른 종자발아율 변이를

이해하기 위하여 2016년 가을에 수확한 59개의 들깨, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통(재배형 들깨 Type I 15계통, 재배형 들깨 Type II 4계통, 잡초형 들깨 20계통, 잡초형 차조기 20계통)들에 대하여 발아율 및 발아세 조사를 하였다. 수확 후 6개월 동안의 들깨와 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들에 대한 발아율 조사에서 재배형 들깨(Type I)의 계통들은 평균 80.8%의 발아율을 보였으나, 들깨와 차조기의 잡초형들은 평균 0.9%와 8.7%의 발아율을 보였다. 또한 재배형 들깨(Type II)의 계통들도 평균 18.2%의 발아율을 보였다. 그리고 발아세의 경우도 재배형 들깨(Type I)의 계통들은 평균 75.8%를 보였으나, 들깨와 차조기의 잡초형들은 평균 0.6%와 6.9%를 보였으며, 재배형 들깨(Type II)의 계통들도 평균 14.3%를 보였다. 그 결과 들깨, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 수확 후 1개월째보다 2개월째에서 발아율 및 발아세가 다소 증가한 것으로 보였으나, 그 이후부터 6개월째까지는 크게 증가하지 않는 것으로 보였다. 이상의 결과에 의하면, 재배형 들깨의 경우는 2가지 Type, 즉 발아율이 높은 Type I과 낮은 Type II가 존재하는 것으로 밝혀졌으며, 차조기의 재배형 및 잡초형 계통들은 모두 발아율이 낮은 것으로 밝혀졌다. 본 연구결과는 오늘날 우리나라에서 재배되고 있는 들깨와 차조기 작물의 재배형 및 잡초형 계통들에 대하여 수확 후 6개월까지 저장기간에 따른 종자발아 변이를 이해하는데 기초정보를 제공할 것으로 생각된다.

사 사

본 논문은 한국연구재단 기본연구지원사업(2016R1D1A1B01006461)과 2017년도 농촌진흥청 종자 유전자원 보존관리사업(과제번호-PJ0129232017)으로 연구하였음.

인용문헌(REFERENCES)

Hancock, J. F. 1992. Plant evolution and the origin of crop species, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Honda, G., Y. Koezuka, and M. Tabata. 1990. Genetic studies of fruit color and hardness in *Perilla frutescens*. Japan J. Breed. 40 : 469-474.

Honda, G., A. Yuba, T. Kojima, and M. Tabata. 1994. Chemotaxonomic and cytogenetic studies on *Perilla frutescens* var. *citiodora* ("Lemon Egoma"). Natural Medicine 48 : 185-190.

Jung, J. N., C. Y. Yu, J. H. Kim, and J. K. Lee. 2009. Variation of Seed Germination Among Cultivated and Weedy Types of *Perilla* Crop in Korea and Japan. Korean J. Crop Sci. 54 : 270-278.

Kim, J. A., K. J. Sa, E. J. Kim, K. H. Ma, C. Y. Yu, and J. K. Lee. 2011. Characteristics of seed germination among accessions

- of cultivated *Perilla* crop and their weedy types. Kor. J. Breed. Sci. 43 : 220-228.
- 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., M. Nitta, N. S. Kim, C. H. Park, K. M. Yoon, Y. B. Shin, and O. Ohnishi. 2002. Genetic diversity of *Perilla* and related weedy types in Korea determined by AFLP analyses. Crop Sci. 42 : 2161-2166.
- 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 : 316-323.
- Nagai, I. 1935. On "Shiso" and "Egoma". Agriculture and Horticulture 10 : 2265-2273.
- 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. Econ. Bot. 57 : 245-253.
- Sa, K. J., J. A. Kim, and J. K. Lee. 2012. Comparison of Seed Characteristics between the Cultivated and the Weedy Types of *Perilla* Species. Hort. Environ. Biotechnol. 53 : 310-315.
- Sa, K. J., S. H. Choi, M. Ueno, K. C. Park, Y. J. Park, K. H. Ma, and J. K. Lee. 2013. Identification of genetic variations of cultivated and weedy types of *Perilla* species in Korea and Japan using morphological and SSR markers. Genes Genom. 35 : 649-659.
- Sa, K. J., S. H. Choi, M. Ueno, and J. K. Lee. 2015. Genetic diversity and population structure in cultivated and weedy types of *Perilla* in East Asia and other countries as revealed by SSR markers. Hort. Environ. Biotechnol. 56 : 524-534.
- Siegel, S. M. and L. A. Rosen. 1962. Effects of Reduced Oxygen Tension on Germination and Seedling Growth. Physiologia Plantarum 15 : 437-444.
- Yamane, Y. 1950. Cytogenetic studies in *Perilla* and coleus. I. Chromosome numbers. Japan J. Genet. 25 : 220.