



들깨 잎 이용성 평가를 위한 유전자원 형질의 다변량 통계분석 적용

이명희^{1#} · 이은수^{2#} · 김정인^{3†} · 유은애⁴ · 김상우⁵ · 김성업⁶ · 오은영⁷ · 김민영⁸ · 이정은⁹ · 성정숙¹⁰ · 조광수¹¹ · 김춘송¹²

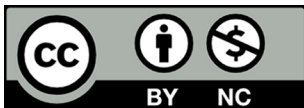
Applying Multivariate Statistical Analysis for Agronomic Characteristics to Evaluate Leaf Availability in Perilla Germplasms

Myoung Hee Lee^{1#}, Eun Soo Lee^{2#}, Jung In Kim^{3†}, Eun Ae Yoo⁴, Sang Woo Kim⁵, Sung Up Kim⁶, Eun Young Oh⁷, Min Young Kim⁸, Jung Eun Lee⁹, Jung Sook Sung¹⁰, Kwang Soo Cho¹¹ and Chun Song Kim¹²

ABSTRACT

Received: 2023 May 16
1st Revised: 2023 June 6
2nd Revised: 2023 June 29
3rd Revised: 2023 July 10
Accepted: 2023 July 10

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Background: This study was performed to analyze the agronomic characteristics of 300 perilla germplasms to develop a perilla cultivar for leaves using principal component (PC) and cluster analyses.

Methods and Results: In total, 300 perilla germplasms were analyzed in this study. The morphological diversity and relationships among 300 perilla germplasms were assessed using principal component and cluster analyses. The perilla cultivar for leaf use requires resources with a flowering date later than 105 days and a short node length; we selected 74 resources with a flowering date later than 105 days and a length of less than 100 cm. The coefficients of variation of the perilla germplasms were the highest for the days to flowering and days to maturation, whereas they were the lowest for the stem and flower colors. PC analysis revealed the eigenvalues and contributions respective to each PC as follows: PC1, 4.592 and 41.75%; PC2, 1.774 and 16.13%; and PC3, 1.280 and 11.64%. According to cluster analysis, the genetic resources were divided into four groups, comprising 118, 110, 69, and 3 resources, respectively.

Conclusions: Clusters I and II were found the most suitable for breeding materials, considering flowering days, initial shape, and leaf size, which are relevant traits for developing leaf-only varieties.

Key Words: *Perilla frutescens* (L.) Britt, Cluster Analysis, Germplasm, Multivariate Analysis

서 언

들깨 [*Perilla frutescens* (L.) Britt]는 꿀풀과 (Lamiaceae)에 속하는 1년생 초본으로 인도, 중국, 러시아 등 동북아시아를 중심으로 다양한 지역에 분포하고 있으며 이용 방법에는 나라별로 차이가 있다. 인도와 중국에서는 우리나라와 마찬가지로 지로 종자를 기름으로 짜거나 분말로 만들어 요리에 이용하였

으며 (Pandey and Bhatt, 2008; Hou *et al.*, 2022), 일본에서는 들깨가루로 주먹밥을 만들어 먹었으며 들기름은 건조유의 특성을 살려 칠을 하거나 종이우산을 만드는 데 이용하는 등 공업용으로 쓰기도 하였다 (Nitta *et al.*, 2003).

우리나라에서는 이용 부위에 따라 종실용과 깻잎용으로 크게 용도를 나눌 수 있으며 종실용은 재배면적이 2021년 기준 37,406 ha로 보리, 양파, 마늘 등 다양한 작부체계 후작으로

[#]Myoung Hee Lee and Eun Soo Lee are contributed equally to this paper

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1228 (E-mail) kji1204@korea.kr

¹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

²농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

³농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁴농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터 연구사 / Researcher, National Agrobiodiversity Center, NIAS, RDA, Jeonju 54874, Korea

⁵농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁶농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁷농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁸농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

¹⁰농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터 연구관 / Researcher, National Agrobiodiversity Center, NIAS, RDA, Jeonju 54874, Korea

¹¹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

¹²농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea.

재배되고 있으며, 주로 들기름과 들깨가루로 가공되어 이용된다 (MAFRA, 2022). 들기름 내에는 식물성 오메가-3 지방산 계열인 알파-리놀렌산이 약 60% 수준으로 구성되어 있어 학습 능력 개선, 고혈압 예방 효과 등 건강 기능성 소재, 비건 흐름에 따른 동물성 오메가-3 대체 소재 등으로 국내외 수요가 증가하고 있다 (Lee *et al.*, 2017; Kim *et al.*, 2019; Zhen *et al.*, 2023).

갯잎용은 경남 밀양시와 충남 금산군이 주산지로서 시설 하우스 중심으로 약 1,100 ha 재배되고 있다 (MAFRA, 2021). 갯잎을 식용하는 곳은 우리나라가 유일하다고 볼 수 있으며, 10 a 당 소득이 약 1,800 만 원인 고소득 작물로 농업적 가치가 매우 크다 (RDA, 2021).

갯잎은 신선 잎채소 용도 이외에 특유의 정유 성분인 perillaketone이 함유되어 있어 비린 맛을 줄이는 요리에 양념으로 많이 쓰이고 있으며 식중독균 저해 등 항균 효과와 항염증 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Ha *et al.*, 2015; Verma *et al.*, 2015; Lin *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2017). 갯잎 추출물이 자외선으로 인한 피부 세포의 손상으로부터 세포 보호와 DNA 손상 복구 효과가 있음이 연구된 바 있으며 (Lee, 2017), 고지방 식이 동물 모델에서 갯잎 추출물이 지방세포 생성 관련 유전인자를 하향 조절하여 체중과 지방 조직 중량, LDL 콜레스테롤 수치를 낮추어 비만을 억제하고 고지혈증 개선 효과가 높아 항비만 기능성 식품 소재로 가능성이 높다는 연구가 보고되기도 하였다 (Kim and Kim, 2009).

들깨 유전자원의 로즈마린산, 카페익산 등 잎 유래 주요 기능성 성분의 함량과 항산화 활성 등 여러 효능에 관한 연구는 여러 연구자에 의해 보고된 바 있다 (Lee *et al.*, 2009; Seong *et al.*, 2015; Yoo *et al.*, 2017; Kim *et al.*, 2019; Assefa *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2022). 특히 로즈마린산은 들깨 잎의 주요 폴리페놀 성분 중 하나로 우울증 동물 모델에서 항우울 효과가 있으며 (Ito *et al.*, 2008), 베타 아밀로이드 분비를 억제하여 기억력 손상 저해 및 신경세포 보호 효과도 보고되었다 (Alkam *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2016). 최근 일본에서 한국산 갯잎의 주요 항산화 성분인 로즈마린산의 눈의 불편감을 완화해주는 기능 (Osakabe *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2017)이 인정되어 ‘기능성 표시 식품’으로 등록이 되는 등 건강 기능성 식품 소재로 갯잎에 관한 관심이 증가하고 있다.

들깨 연구는 산업 소재 분야와 마찬가지로 종실용과 갯잎용 등의 용도별로 이루어지고 있다. 들깨 품종개발 시 종실용의 경우 종자 수량성과 우수한 품질 그리고 갯잎용은 잎의 수량성, 품질과 잎 수확 효율 증진을 육종목표로 품종을 개발하고 있다.

잎 전용 들깨 품종을 개발하기 위한 요건으로 개화기, 잎의 크기, 잎 모양 등이 있다. 특히 개화기는 매우 중요한 형질인데, 들깨를 노지에 재배하였을 때 6월 상·중순 파종 기준으로

9월 25일보다 개화기가 빠른 품종이나 유전자원은 일장에 민감하여 동계 재배 시 불시에 개화하는 현상이 나타나서 상품성과 수량성을 떨어뜨리기 때문이다 (Chung and Woo, 1988; Oh *et al.*, 1995). 잎 품질의 가장 크게 좌우하는 것이 잎 크기와 잎 모양인데, 잎의 길이가 14 cm - 16 cm 이고 둥근 심장형 잎 모양이 상품성이 높으며 속잎이 잘 자라야 잎 수확 효율이 높고 노동력도 절감할 수 있다 (Lee *et al.*, 2014).

농촌진흥청 국립식량과학원에서는 개화기가 늦고 잎의 수량이 많으며 상품성이 우수한 ‘남천’, ‘소임’, ‘새봄’ 등 잎 들깨 전용 15 품종을 육성하여 보급하고 있다. 그러나 잎 전용 품종개발에 있어 국내외 수집 유전자원의 잎 이용성 농업 형질에 대한 평가와 형질 간 유연관계 분석이 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 국내외 수집 들깨 유전자원의 잎 관련 농업 형질을 평가, 비교·분석하고, 다변량 분석을 통해 자원을 구분하여 육종목표에 맞는 자원을 선발하고 고품질 잎 전용 들깨 품종 육성의 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험재료로는 농촌진흥청 농업유전자원센터에서 분양받은 300 점의 들깨 [*Perilla frutescens* (L.) Britt] 유전자원을 이용하였으며 시험에 사용한 유전자원은 국가등록 유전자원 목록에 부여된 번호로 표기하였고 각 유전자원의 국가별 분포를 나타내었다. (Table 1). 국내 육성계통이 33 자원 (11.0%)을 포함한 국내 수집종은 139 자원 (46.3%)이며, 러시아 45 자원 (15.0%), 중국 22 자원 (7.3%), 일본 18 자원 (6.0%), 원산지 미상 25 자원 (8.3%) 등 국외 도입종이 총 161 자원 (53.7%)이었다.

2. 재배방법 및 농업형질 평가

농촌진흥청 농업유전자원센터로부터 자원별 100 립씩 분양 받은 종자의 발아율을 높이기 위하여 지베렐린 (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 ppm 농도로 24 시간 침지시킨 후 128 공 트레이 (Gumok Co., Gyeongju, Korea)에 파종하여 20 일 이후 시험포장에 이식하였다. 이후 재배는 들깨 표준재배법에 준하여 실시하였다.

주요 특성 조사는 농촌진흥청 표준조사방법 (RDA, 2012)에 따라 주요 잎과 관련한 형질 (경장, 마디 수, 마디 간 길이, 잎 길이, 잎 넓이)을 조사하였으며, 개화일수, 성숙일수, 줄기 색, 꽃색, 잎모양은 달관으로 평가하였다. 경장은 성숙기에 지체부에서 원줄기 선단부까지 길이를 자를 이용하여 측정 (2 m, Stabila, Annweiler am Trifels, Annweiler, Rheinland-Pfalz, Germany)하였으며, 마디 수 또한 성숙기에 측정하였다.

잎 길이와 잎 넓이는 생육 중기 시기 (정식 후 20 일 - 30

Table 1. Information of the 300 perilla germplasms analyzed in this study.

IT(K) No.	Name	Origin	IT(K) No.	Name	Origin
113193	Ipdeulkkae	Korea	220385	LYANCHIHE	Russia
117141	Ganumawase-3	Japan	220387	K-139	Russia
117143	Daegu-39-B-2	Korea	220388	0106 RANNYAYA	Russia
117144	Daegu-48-B-1	Korea	220389	N 177 R.16	Russia
117145	Daegu-48-B-2	Korea	220390	N 221 R.17	Russia
117147	Dongmyung II-36-B-1	Korea	220392	N 231 R.42	Russia
185665	Ip-uesd-deulkkae	Korea	220393	K-283	Russia
196398	NOVINKA	Russia	220394	N 147	Russia
201761	Juune	Japan	220395	UKRAINSKAYA 30	Russia
201762	Mochijuune	Japan	220397	VNIIMK 358	Russia
201768	Ikusa	Japan	220398	VNIIMK 208	Russia
201769	Juunen	Japan	220659	China-LJR-2007-9	China
201770	Juunen	Japan	223670	KJA 24	China
201780	Juune	Japan	226451	PI248665-1	USA
210184	NAC-1999-981118	unknown	226452	PW-11	unknown
210186	NAC-1999-981053	unknown	226453	PW-18	unknown
210187	NAC-1999-981060	unknown	226454	SP3-9	unknown
210189	NAC-1999-981072	unknown	226455	SP13-5	unknown
210191	NAC-1999-981119	unknown	226457	SP16-18	unknown
210192	NAC-1999-981120	unknown	226486	Japan-2002-deulkkae14	Japan
213778	Gupo-Ipdeulkkae	Korea	226574	Population 101, Individual 77-3	Japan
213786	PI248667	USA ¹⁾	226575	Population 102, Individual 79-1	Japan
213787	PI248664-1	unknown	226576	Population 102, Individual 79-2	Japan
213788	PW-10	unknown	226577	Population 102, Individual 79-3	Japan
213789	Yeopsildeulkkae mutant-7	unknown	226578	Population 103, Individual 81-1	Japan
213790	SP7-2	unknown	226579	Population 103, Individual 81-2	Japan
214469	Kwangyang-Ipdeulkkae	Korea	226580	Population 103, Individual 81-3	Japan
214472	Okcheon-1	Korea	226731	UROZHAINYI	Russia
214473	Okcheon-3	Korea	226732	N 73	Russia
214474	Yangmyeonjaju	unknown	226733	K-140	Russia
214478	Chubujong	Korea	226735	N 27	Russia
214480	PI248664-3	unknown	226737	N 222 R.19	Russia
214486	SP10-18	unknown	226738	N 0283	Russia
214489	NAC-1999-981089	unknown	226739	UKRAINSKAYA 3	Russia
216278	KWUNIV.-2002-160	Japan	226740	K-303	Romania
217415	Okcheon-2	Korea	226741	K-319	China
217421	Chilgokjong	Korea	226742	AMURSKAYA 12	Russia
217422	Daeyungjong	unknown	226743	KOLLEKTIVNAYA	Russia
217426	Ilbonjong(Japan)	unknown	226744	K-326	Russia
226746	BOROWSKA IHAR	Poland	261883	Olkkae	Korea
227020	Kanghwa-2008-299	Korea	264171	Chungdo-2010-duelkkae1	Korea
227021	Kanghwa-2008-274	Korea	267732	Goksung-2011-297	Korea

¹⁾USA; United States of America, ²⁾DPRK; Democratic People's Republic of Korea.

들깨 유전자원 형질의 다변량 통계분석

Table 1. Continued.

IT(K) No.	Name	Origin	IT(K) No.	Name	Origin
227022	Kanghwa-2008-219	Korea	271260	K-311a	China
227023	Kanghwa-2008-300	Korea	271262	N 242	Russia
227024	Jeju-2008-460	Korea	271263	N99-11-11	Nepal
227025	Kanghwa-2008-7	Korea	271301	heundeulkkae	Korea
227026	Kanghwa-2008-58	Korea	273594	PI248666	USA
227027	Kanghwa-2008-305	Korea	273794	China-LJR-2000-41	China
227028	Kanghwa-2008-285	Korea	273818	China-MKH-2001-29	unknown
227029	Kanghwa-2008-113	Korea	274282	N 477	Russia
227030	Jeju-2008-439	Korea	274283	N 213	Russia
227031	Jeju-2008-402	Korea	274284	N 194	Russia
229042	PF 08124	Korea	274285	N 192 R.21	Russia
234965	K-306a	Romania	274286	K-261	Russia
235818	N 71	Russia	274287	N 234 R.47	Russia
235819	SERAYA HOZYAISTVENNAYA	Russia	274289	VIR267	Russia
235840	P07-62	Korea	274290	N 243 R.72	Russia
235841	P07-63	Korea	274291	N 247	Russia
235842	P07-88	Korea	274292	N 249	Russia
235843	P07-90	Korea	274293	VIR300	Russia
235844	P07-113	Korea	274294	K-303a	Romania
235845	P07-118	Korea	274295	K-305	Romania
235846	P07-128	Korea	274296	KRASNOLISINSKAYA	Russia
237074	P07-169	Korea	274297	VIR310	China
239884	Jeju-1997-J29	Korea	274298	Hotu-si	China
239921	PI248668-2	unknown	274299	VNIIMK 1120	Russia
239922	PI248668-3	unknown	274300	VNIIMK 414	Russia
242445	PER 11	DPRK	274301	VNIIMK 380	Russia
242447	PER 20	DPRK	274644	JP 200670	Korea
242448	PER 21	DPRK	274645	JP 200672	Korea
242451	PER 25	DPRK	274646	JP 200679	Korea
246851	K-145	Russia	274674	JP 213347	Korea
246852	K-145a	Russia	274649	Japan-NIAS-2008-120	Korea
246853	K-308	China	274802	PER 26	DPRK
247961	Population 31	Korea	275746	China-SSB-2013-K222475	China
260616	K-234	Russia	277881	Hui su zi	China
260856	Neutduelkkae	Korea	286188	PF 11110	Korea
261882	Goksung-LGA-2012-341	Korea	286195	PF 12026	Korea
286196	PF 12027	Korea	286240	PF 12091	Korea
286197	PF 12028	Korea	286241	PF 12092	Korea
286198	PF 12029	Korea	286242	PF 12093	Korea
286199	PF 12030	Korea	286243	PF 12096	Korea
286200	PF 12031	Korea	286244	PF 12097	Korea
286201	PF 12032	Korea	305388	PER 19	DPRK

¹⁾USA; United States of America, ²⁾DPRK; Democratic People's Republic of Korea.

Table 1. Continued.

IT(K) No.	Name	Origin	IT(K) No.	Name	Origin
286202	PF 12033	Korea	318085	SD 4416	Korea
286203	PF 12034	Korea	328805	K-318	China
286204	PF 12035	Korea	331855	KSL 170146	Korea
286205	PF 12036	Korea	333141	KSL 180873	Korea
286206	PF 12037	Korea	201767	Igusa	Japan
286207	PF 12038	Korea	214487	SP6-42	unknown
286208	PF 12041	Korea	217568	Yeonbeondeulkkae	China
286209	PF 12042	Korea	226734	VNIIMK 1731	Russia
286210	PF 12043	Korea	K021792	Japan-2002-deulkkae13	Japan
286211	PF 12044	Korea	K131125	N 724	Russia
286212	PF 12045	Korea	K153695	PER 16	DPRK
286214	PF 12049	Korea	K158898	PF 09160	China
286215	PF 12050	Korea	K222994	China-KHC-2013-56	China
286216	PF 12051	Korea	K227358	PF 12001	China
286217	PF 12052	Korea	K227359	PF 12005	China
286218	PF 12054	Korea	K227360	PF 12006	China
286219	PF 12061	Korea	K227361	PF 12007	China
286220	PF 12063	Korea	K228457	KJ 201335	China
286221	PF 12064	Korea	K246286	China-KHC-2014-23	China
286222	PF 12065	Korea	K248224	PF 12016	China
286223	PF 12066	Korea	K251312	China-GJG-2015-16	China
286224	PF 12067	Korea	K262415	LAO-JMC-2017-15	Laos
286225	PF 12068	Korea	K263592	HS 2016012BT16002	Bhutan
286226	PF 12069	Korea	178625	collection	Korea
286227	PF 12071	Korea	178637	collection	Korea
286228	PF 12072	Korea	178649	collection	Korea
286229	PF 12073	Korea	178692	collection	Korea
286230	PF 12074	Korea	178770	collection	Korea
286231	PF 12075	Korea	213780	Heungnong	Korea
286232	PF 12076	Korea	217407	Kyungshin	Korea
286233	PF 12077	Korea	220421	milyang1	Korea
286234	PF 12081	Korea	220422	milyang3-2	Korea
286235	PF 12082	Korea	226693	YPL36-2B-4-1-3-1-1	Korea
286236	PF 12083	Korea	226694	YPL36-2B-28-5-4-2-1	Korea
286237	PF 12084	Korea	226695	milyang33	Korea
286238	PF 12085	Korea	226696	milyang34	Korea
286239	PF 12087	Korea	226697	milyang35	Korea
226698	milyang39	Korea	274242	YPL5-2B-16-3-1-1-1	Korea
226700	milyang42	Korea	274243	YPL12-2B-6-1	Korea
226701	milyang43	Korea	274244	YPL15-2B-46-2	Korea
226702	milyang44	Korea	274245	YPL12-2B-16-4-4	Korea
226708	YCPL 419	Korea	274246	YPL12-2B-17-3-1	Korea

¹⁾USA; United States of America, ²⁾DPRK; Democratic People's Republic of Korea.

Table 1. Continued.

IT(K) No.	Name	Origin	IT(K) No.	Name	Origin
226709	YCPL 421	Korea	274247	YPL15-2B-43-5-1	Korea
234960	YCPL 684	Korea	274249	YPL12-2B-16-2-3-1	Korea
234961	YCPL 696	Korea	274251	YPL12-2B-17-3-2-5	Korea
234964	YCPL 719	Korea	274252	YPL12-2B-16-4-2-1	Korea
242086	YCPL 507	Korea	274253	YPL12-2B-16-4-5-1	Korea
242087	YCPL 673	Korea	274255	YPL15-2B-46-1-1-1	Korea
242089	YCPL 686	Korea	274256	YPL12-2B-17-3-3-4-1	Korea
242090	YCPL 688	Korea	274260	YPL27-2B-3-3-4-1-1	Korea
242091	YCPL 689	Korea	274261	YPL17-2B-18-4-1-3-2-1	Korea
242092	YCPL 697	Korea	274272	YPL29-2B-1-4-4-2-3	Korea
242093	YCPL 705	Korea	274273	YPL30-2B-18-2-2-3	Korea
242094	YCPL 707	Korea	274274	YPL34-2B-27-1-2-1-2	Korea
242095	YCPL 710	Korea	274275	YPL35-2B-4-3-1-1	Korea
242096	YCPL 722	Korea	274276	YPL36-2B-2-2-2-2-1	Korea
242097	YCPL 723	Korea	274279	YCPL 476	Korea
242098	YCPL 727	Korea	274280	YCPL 483	Korea
242099	YCPL 733	Korea	274281	YCPL 765	Korea
242100	YCPL 735	Korea	283646	YCPL 672	Korea
242101	YCPL 738	Korea	283647	YCPL 701	Korea
242102	YCPL 755	Korea	283648	YCPL 704	Korea
242103	YCPL 762	Korea	293407	YCPL 498	Korea
274239	YPL5-2B-9-5-1-1	Korea	333140	KSL 180866	Korea
274240	YPL5-2B-10-3-1-1	Korea	333143	KSL 180997	Korea
274241	YPL5-2B-10-4-1-1	Korea	333144	KSL 181016	Korea

¹⁾USA; United States of America, ²⁾DPRK; Democratic People's Republic of Korea.

일)에 원줄기 최정단에서 3 번째 마디의 잎을 자를 이용하여 측정 (30 cm, Songhwa, Kimpo, Korea)하였으며 잎모양은 달관으로 평가하였다. 줄기색, 꽃색은 개화기에 달관으로 평가하였다.

3. 통계분석

시험 결과의 통계분석은 SAS 9.2 (Statistical analysis systems Inc., Cary, NC, USA)와 R software (www.r-project.org, v.4.2.0, Vienna, Austria)을 이용하였다. 특성들 사이 상관관계 분석을 위하여 줄기색 (녹색; 0, 자주색; 2), 꽃색(흰색; 0, 자주색; 2), 잎모양 (심장형; 0, 피침형; 2)은 수치로 전환하였으며, Pearson 상관계수를 계산하여 유의성을 확인하였다.

들깨 유전자원의 특성과 분포를 설명하기 위해 수치 간 표준화를 통하여 변수들의 분산을 비교한 후 요인과 요인별 기여도를 기반으로 주성분의 개수를 결정하는 주성분 분석 (Principal Component Analysis, PCA)을 수행하였다.

성분들의 기여도 및 개체별 분포의 시각화는 ‘devtools’ 라

이브러리 (library)를 이용하여 나타내었다. 군집 분석은 유클리디안 거리 (euclidean distance)를 기반으로 개체들 사이의 유사성을 계산한 후에 최장 연결법 (Complete linkage method)을 적용하여 군집화하였다. 군집화 결과는 ‘dendextend’ 라이브러리를 이용하여 시각화하였다.

결과 및 고찰

1. 들깨 유전자원의 생육 특성 변이

300 개의 들깨 [*Perilla frutescens* (L.) Britt] 유전자원에 대한 생육 특성의 최소, 최대, 평균, 표준편차 및 변이 계수를 확인하였으며 (Table 2), 유전자원 중 최솟값과 최댓값을 나타내는 자원은 확인하였다 (Table 3).

개화일수는 26 일에서 114 일까지 분포하였으며 평균 88 일을 나타내었고, 성숙일수는 55 일에서 147 일까지 분포하고 평균 118 일을 나타내었다. 개화기에서 성숙기까지 걸리는 기간은 평균 30 일이었으며 28 일에서 40 일까지 분포하였다.

Table 2. Basic statistical information for agronomic traits of leaf in 300 perilla germplasms.

Statistics	DtoF ¹⁾	DtoM ²⁾	FM Period ³⁾	SL ⁴⁾	NN ⁵⁾	IL ⁶⁾	LL ^{7)A}	LW ^{8)B}	LW ratio ⁹⁾
	(Days)	(Days)	(Days)	(cm)	(no.)	(cm)	(cm)	(cm)	(A/B)
Min	26	55	28	12.6	4	3.2	7.9	5.9	1.03
Max	114	147	40	118.9	16	9.5	16.1	14.5	1.59
Mean	88	118	30	64.9	11	5.9	11.5	9.0	1.28
SD ¹⁰⁾	20.6	20.2	1.5	22.5	2.8	1.1	1.5	1.6	0.1
CV ¹¹⁾ (%)	23.4	17.1	5.0	34.6	25.9	18.0	12.8	17.2	9.4

¹⁾DtoF; days to flowering, ²⁾DtoM; days to maturity, ³⁾FM Period; days from flowering to maturity, ⁴⁾SL; stem length, ⁵⁾NN; number of node, ⁶⁾IL; internode length, ⁷⁾LL; leaf length, ⁸⁾LW; leaf width, ⁹⁾LW ratio; ratio of leaf length and width, ¹⁰⁾SD; standard deviation, ¹¹⁾CV; coefficient of variation.

Table 3. Accessions with minimum and maximum values of agronomic traits of leaf in 300 perilla germplasms.

Traits	Minimum		Maximum	
	Accessions	Origin	Accessions	Origin
DtoF ¹⁾ (days)	IT178649	Korea	IT217407	Korea
DtoM ²⁾ (days)	IT178649	Korea	IT261882	Korea
FM Period ³⁾ (days)	IT201761	Japan	IT261882	Korea
SL ⁴⁾ (cm)	IT178649	Korea	IT247961	Korea
NN ⁵⁾ (number)	IT178649	Korea	IT261882	Korea
IL ⁶⁾ (cm)	IT178649	Korea	IT247961	Korea
LL ^{7)A} (cm)	IT286199	Korea	IT214474	Unknown
LW ^{8)B} (cm)	IT226740	Romania	IT217407	Korea
LW ratio ^{9)A/B}	K263592	Bhutan	IT274296	Russia

¹⁾DtoF; days to flowering, ²⁾DtoM; days to maturity, ³⁾FM Period; days from flowering to maturity, ⁴⁾SL; stem length, ⁵⁾NN; number of node, ⁶⁾IL; internode length, ⁷⁾LL; leaf length, ⁸⁾LW; leaf width, ⁹⁾LW ratio; ratio of leaf length and width

갯잎의 작형 중 가장 많은 재배양식으로 ‘축성재배’가 있는데 시설 하우스에서 7월 - 9월에 파종하여 이듬해 4월 - 6월 까지 잎을 수확하는 방식이다. 들깨는 단일 조건에서 화아분화가 촉진되는 전형적인 단일성 작물로 일장 반응에 매우 예민하며 품종의 일장 감응 민감도와 일장의 변화에 따라 개화 반응이 달라진다 (Chung *et al.*, 1988; Oh *et al.*, 1995; Jung *et al.*, 2003).

일장이 짧아지는 축성재배 시기에 화아분화를 억제하고 품질이 우수한 갯잎을 생산하기 위하여 야간에 2 시간 이상 조명을 처리해 준다. 그러나 유전자원이나 육성계통의 개화일수가 노지 재배 시 6월 10일 파종을 기준으로 105 일보다 빠르면 동계 축성재배 시 야간조명을 처리해 주더라도 화아분화가 일어나 더 이상 잎을 수확하지 못하게 된다.

따라서 갯잎 전용 품종개발에서 개화기는 가장 중요한 형질이자 선발 지표 중 하나이며 개화일수가 105 일보다 늦은 자원을 활용해야 하며 개화일수 105 일은 계통 선발 시 기준이 된다. 들깨 300 자원 중 개화일수가 105 일보다 긴 자원은

78 자원으로 조사되었다.

들깨 유전자원의 경장은 12.6 cm - 118.9 cm로 평균 64.9 cm, 마디 간 길이는 3.2 cm - 9.5 cm로 평균 5.9 cm, 마디 수 평균은 11 개로 나타났다. 개화일수와 성숙일수가 가장 짧은 IT178649가 경장, 마디 수, 마디 간 길이에서도 최솟값을 나타내었다. 들깨의 형태적으로 경장이 너무 크거나 마디 간 길이가 길면 식물체가 너무 커서 쓰러지거나 잎을 수확할 때 효율이 떨어지므로 개화일수가 늦으면서 경장과 마디 간 길이가 짧은 자원이 필요하다. 갯잎 시설재배 시 중요한 형질인 개화기와 경장을 바탕으로 개화일수가 105 일보다 늦으면서 경장이 100 cm 이하인 74 자원을 선발하였다.

잎 길이는 7.9 cm - 16.1 cm로 평균 11.5 cm, 잎 넓이는 5.9 cm - 14.5 cm로 평균 9.0 cm로 나타났으며, 장폭비는 1.03 - 1.59이며 평균이 1.28로 분포하였다. 갯잎전용 품종은 잎 길이가 긴 피침형보다 둥근 심장형이 상품성이 더 우수하므로 장폭비가 중요한 특성으로 1.1 - 1.2가 적당하다.

경색은 자주색이 156 자원 (52%), 녹색이 144 자원 (48%), 꽃색은 흰색 268 자원 (89.3%), 자주색 28 자원 (9.3%), 분홍색 4 자원 (1.3%)이었으며, 잎모양은 피침형 237 자원 (79.0%), 심장형 63 자원 (14.4%), 기타 잎모양으로 20 자원 (6.7%)이 분포하였다 (Fig. 1).

9 개의 조사 형질에 대한 변이 계수는 5.0% - 34.6%이며 개화-성숙 기간이 5.0%로 상대적으로 가장 낮았으며, 경장이 34.6%로 가장 높은 변이를 보였다.

2. 주요 특성 간 상관분석

들깨 유전자원의 주요 형질 간 상관관계를 조사한 결과, 대부분의 형질 간 상관관계는 유의성이 인정되었으며 개화일수와 성숙일수는 경장과 마디 수와 고도의 유의한 정의 상관을 보였으며, 잎 넓이와도 정의 상관을 보였다. 특히, 개화일수와 성숙일수는 $r = 1$ 수준으로 높은 정의 상관을 보였는데 (Table 4), 대부분의 들깨는 다양성과 별개로 개화로부터 약 30 일 이후 성숙이 되는 것을 관찰하였다. 다른 조사 형질들과 비교하여 개화기-성숙기 기간의 자원 간 변이 (5%)가 다른

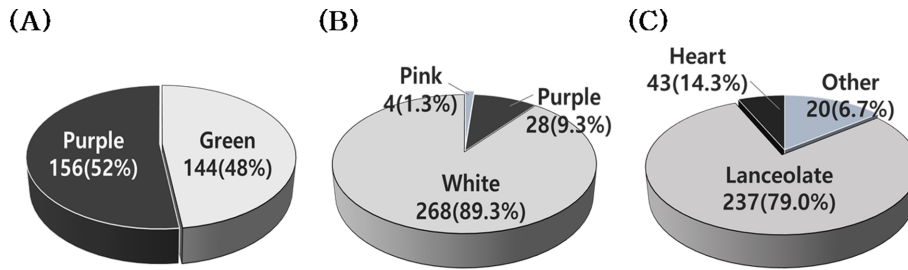


Fig. 1. Distribution of stem color (A), flower color (B) and leaf shape (C) in 300 perilla germplasm.

Table 4. Result of correlation coefficient between 12 agricultural traits of 300 perilla germplasm.

Traits	FC ²⁾	LS ³⁾	DtoF ⁴⁾	DtoM ⁵⁾	FM period ⁶⁾	SL ⁷⁾	NN ⁸⁾	IL ⁹⁾	LL ¹⁰⁾	LW ¹¹⁾	LW ratio ¹²⁾
SC ¹⁾	0.31***	0.27***	-0.26***	-0.26***	-0.05	-0.32***	-0.23***	-0.24***	-0.35***	-0.39***	0.22***
FC		-0.15**	0.08	0.07	-0.09	-0.19**	0.04	-0.40***	-0.22***	-0.26***	0.20***
LS			-0.41***	-0.42***	0.01	-0.09	-0.20***	0.09	-0.18**	-0.31***	0.28***
DtoF				1.00***	-0.33***	0.69***	0.84***	0.19***	0.32***	0.56***	-0.59***
DtoM					-0.26***	0.69***	0.84***	0.19**	0.32***	0.56***	-0.59***
FM Period						-0.21***	-0.23***	-0.12*	-0.10	-0.11	0.09
SL							0.86***	0.72***	0.59***	0.66***	-0.41***
NN								0.28***	0.34***	0.50***	-0.47***
IL									0.65***	0.56***	-0.15**
LL										0.83***	-0.14*
LW											-0.65***

¹⁾SC; stem color, ²⁾FC; flower color, ³⁾LS; leaf shape, ⁴⁾DtoF; days to flowering, ⁵⁾DtoM; days to maturity, ⁶⁾FM Period; days from flowering to maturity, ⁷⁾SL; stem length, ⁸⁾NN; number of node, ⁹⁾IL; internode length, ¹⁰⁾LL; leaf length, ¹¹⁾LW; leaf width, ¹²⁾LW ratio; ratio of leaf length and width. Significant at the level of 5%, 0.5%, and 0.1% probability, respectively (* $p < 0.05$, ** $p < 0.005$ and *** $p < 0.001$)

형질에 비해 작게 나타나는 것을 볼 수 있었으며 (Table 2), 이는 높은 상관계수와 관찰과의 결과와도 일치하는 것 알 수 있다.

경장은 개화일수, 성숙일수, 마디 수, 마디 간 길이, 잎 크기 (잎 길이, 잎 넓이)와 고도로 유의한 정의 상관을 보였는데, 개 화기와 성숙기가 늦어짐에 따라 영양 생장이 길어짐에 따른 경장, 마디 수, 잎 크기 등 증가 추세에 따른 결과이며 기존 들깨 RIL (recombinant inbred lines) 집단에서 작물학적 특 성에 대한 상관관계 분석 결과 (Lee et al., 2018; Park et al., 2021)의 보고와 일치하였다.

질적 형질인 경색이나 꽃색은 다른 형질과 유의하지만 낮은 수준의 상관을 보였으며, 특히 꽃색은 개화일수 및 성숙일수 와 유의하지 않은 상관을 보였다. 앞서 들깨 유전자원의 생육 특성 변이에서 개화일수와 경장은 고도의 정의 상관을 보였으 나, 잎 수확 효율을 위하여 개화일수가 늦으면서 경장과 마디 간 길이는 짧은 자원의 선발이 필요하므로 개화일수가 105 일 이후인 78 자원 중 경장이 90 cm 이하인 67 자원을 유망한 육종 소재로 선발하였다.

3. 주성분 분석

주성분 분석은 여러 변수 사이의 상관관계를 고려하여 서로 유사한 변수들끼리 묶어 데이터가 몇 개의 요인에 의해 주로 영향을 받는지와 변수 간의 상호 의존도를 해석하는데 유용한 통계 방법이다 (Kim et al., 2020).

최근 쓴메밀 유전자원의 종자 특성과 유용성분 변이 정보 구축 (Kim et al., 2020), 마늘 유전자원의 작물학적 특성을 통한 품종군 분석 (Lee et al., 2021), 유색미 도입 유전자원 의 생육과 품질특성 변이에 관한 분석 (Park et al., 2018), 멜론 유전자원의 형태적 특성 및 유전적 구성평가 (Lee et al., 2020), 다변량 분석에 의한 등굴레속 식물의 분류에서도 (Yun et al., 2002) 유전자원 내 다변량 변수들 사이 구조를 파악하고 차원을 축소하여 군집별 특징을 효율적으로 추출하 고 유전자원을 평가하는 데 활용하였다.

본 연구에서도 들깨 유전자원 변수 간의 상호 유사관계를 파악하고자 다변량 분석을 수행하였다. 이때, 분석에 쓰이는 독립 변수들 사이에서 높은 선형 상관 관계가 있는 변수를 제 거하여 다중 공선성의 발생을 방지하는 것이 중요한데, 앞서

Table 5. Summary of statistics of principal component analysis (PCA) for 11 agricultural traits in 300 perilla germplasms.

Trait	Principal component										
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
SC ¹⁾	-0.221	0.157	-0.451	0.036	-0.222	0.696	-0.385	0.198	-0.018	0.001	-0.019
FC ²⁾	-0.119	0.51	-0.152	-0.504	-0.285	0.045	0.438	-0.417	0.009	0.003	0.002
LS ³⁾	-0.152	-0.333	-0.531	0.384	-0.185	-0.094	0.592	0.106	0.176	-0.013	0.003
DtoF ⁴⁾	0.366	0.392	-0.038	0.102	-0.039	-0.102	-0.088	0.205	0.799	0.007	-0.032
FM Period ⁵⁾	-0.115	-0.221	0.492	0.064	-0.819	0.039	-0.046	0.024	0.129	0.009	0.003
SL ⁶⁾	0.419	-0.033	-0.259	0.028	-0.249	-0.189	-0.171	-0.139	-0.24	-0.111	-0.734
NN ⁷⁾	0.365	0.287	-0.194	0.142	-0.302	-0.281	-0.066	0.245	-0.435	0.058	0.546
IL ⁸⁾	0.299	-0.431	-0.256	-0.131	-0.053	0.052	-0.277	-0.604	0.223	0.047	0.378
LL ^{9)A}	0.337	-0.289	-0.007	-0.495	0	0.195	0.214	0.399	-0.011	0.557	-0.067
LW ^{10)B}	0.412	-0.109	0.147	-0.094	0.043	0.398	0.291	0.125	-0.052	-0.717	0.101
LW ratio ^{11)A/B}	-0.292	-0.193	-0.237	-0.539	-0.073	-0.423	-0.241	0.337	0.121	-0.397	0.052
Eigenvalues	4.592	1.774	1.280	0.934	0.797	0.725	0.448	0.315	0.119	0.008	0.006
Proportion of Variance (%)	41.75	16.13	11.64	8.49	7.25	6.6	4.07	2.86	1.08	0.08	0.06
Cumulative Proportion (%)	41.75	57.88	69.52	78.01	85.26	91.85	95.92	98.78	99.87	99.94	100

¹⁾SC; stem color, ²⁾FC; flower color, ³⁾LS; leaf shape, ⁴⁾DtoF; days to flowering, ⁵⁾FM Period; days from flowering to maturity, ⁶⁾SL; stem length, ⁷⁾NN; number of node, ⁸⁾IL; internode length, ⁹⁾LL; leaf length, ¹⁰⁾LW; leaf width, ¹¹⁾LW ratio; ratio of leaf length and width.

상관분석을 통해 변수 사이 상호관계가 높은 것으로 나타난 개화일수와 성숙일수는 다변량 분석 시 해석의 오류를 발생하게 할 수 있어, 성숙일수 변수를 제외한 11 개의 농업 형질에 대한 주성분 분석을 수행하였다. 그 결과, 고유값과 각각의 주성분 기여도를 확인하였다 (Table 5).

그 결과 제1주성분은 고유값으로 볼 때 11 개 형질 중에서 4.592 개를 포함하고 있으며, 전체 변이의 41.75%를 설명할 수 있다. 제2주성분은 1.774 개를 포함하고 16.13%를 제3주성분은 1.280 개를 포함하고 11.64%를 각각 설명하였다. 각 주성분의 전체 누적 기여율은 제1주성분은 41.75%, 제2주성분은 57.88%, 제3주성분은 69.52%였고, 제4주성분은 78.01%, 제5주성분은 85.26%이며, 제11성분에서 100%로 나타났다. 최종 주성분의 개수는 주로 성분별 고유값이 1 이상이 되거나 누적 분산비율이 80% 이상을 충족할 때의 성분으로 결정하곤 하는데 (Janmohammadi *et al.*, 2014), 본 연구에서는 주성분의 고유값이 1 이상은 제3성분까지 전체 분산의 69.52%를 설명하였으며, 누적분산비율은 제5성분에서 85.26%를 설명하는 것으로 나타났다.

주성분 분석 결과 고유값이 1 이상인 제1주성분부터 제3주성분까지 특성 간 상관관계를 분석한 결과 (Table 5), 제1주성분은 개화일수, 경장, 마디 수 등의 요인에 높게 편중되어 있었다. 제2주성분은 꽃색이 높은 정의 상관관계를, 마디 간 길이가 높은 부의 상관관계를 나타내고 있었다. 제3주성분에서는 경색과 잎 모양이 가장 높은 부의 상관계수를 나타내었다.

제1주성분과 제2주성분값을 x축과 y축의 2 차원 공간으로

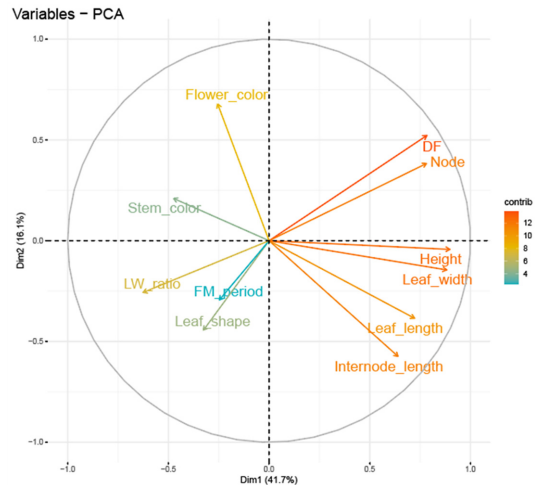


Fig. 2. Principal component analysis (PCA) variables plot for 300 perilla germplasms. Plot based on variables that contribute to the two-dimensional space. The relative position of traits reflect their relationship (positive correlated variables point to the same side of the plot; negative correlated variables point to opposite side of the plot). The length and color of the arrow are proportional to their contribution to the principal components.

배열하여 주어진 주성분에서 변동성을 설명하는데 있어 각 변수의 기여도를 백분율로 나타내었다 (Fig. 2). 제1주성분 (x축)에 높게 기여하는 변수로는 오른쪽 영역에 위치한 경장, 개화일수, 성숙일수, 잎 폭, 마디 수의 순서대로 높은 기여도를 보였다. 제2주성분 (y축)에 기여하는 변수로는 꽃색이 가장 높은

들깨 유전자원 형질의 다변량 통계분석

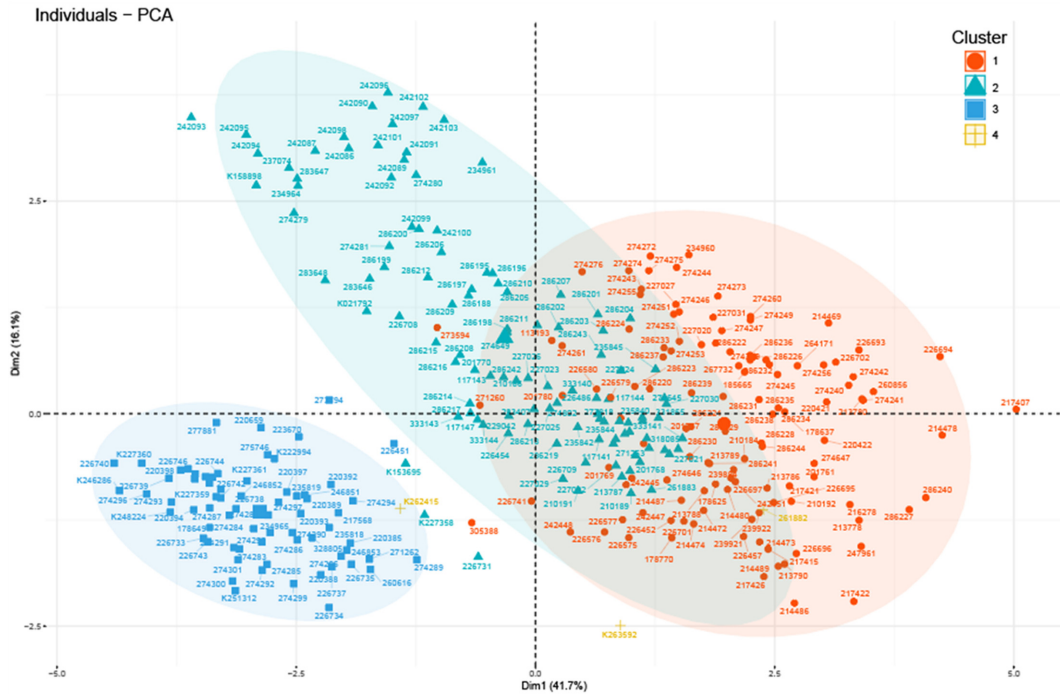


Fig. 3. Principal component analysis (PCA) individuals plot. Plot based on individuals clustered by 11 agricultural traits. The percentage of variance explained is indicated for both axes (Dim1 explained 41.7% of total variation, while Dim2 explained 16.1% of the variance). Individuals are color-coded by the cluster they belong to red (I), green (II), blue (III), and yellow (IV).

기여도를 보였으며 마디 간 길이가 다음으로 높은 기여도를 보였다. 상대적으로 경장, 잎모양, 개화기 - 성숙기 기간, 장폭비는 주요 주성분에 낮은 기여율을 나타냈다. 들깨 유전자원 주성분 점수에 따른 개체별 분포는 그림 3에 나타내었으며, 각 자원이 어떤 변수에 의해 영향을 많이 받는지 추정할 수 있다.

4. 군집 분석

들깨 300 자원의 개화일수, 성숙일수, 개화기에서 성숙기까지의 기간, 경장, 마디 수, 마디 간 길이, 잎 길이, 잎 넓이, 장폭비 총 9 가지 양적 형질을 이용하여 군집 분석을 수행한 결과 4 개의 그룹으로 나뉘었다 (Fig. 4).

군집 I은 118 자원으로 전체의 39.3%를 차지하였고, 군집 II는 110 자원이 포함되어 전체 유전자원의 36.7%를 차지하는 가장 큰 군집이었다. 군집 III는 69 자원이 포함되어 전체의 23.7%를 차지하였으며 IV군집은 전체의 1%로 IT261882, K262415, K263592 3 자원이 분포하는 가장 작은 군집이었다.

군집 별 양적 형질을 항목별 평균값을 나타낸 결과는 Table 6과 같다.

군집 별 개화일수가 군집 I은 102 일, 군집 II는 95 일로 길었으며 군집 III는 55 일, 군집 IV는 71 일로 군집 I, II와 크게 차이를 보였다. 유전자원 중 개화기를 우선으로 선발할 때 군집 I, II이 다른 군집 III, IV보다 유용할 것으로 판단되어 진다.

군집 I과 군집 II는 개화일수가 비슷하나 다른 형질에서 차이를 보였는데 군집 I은 군집 II에 비해 경장이 크고 마디 간 길이가 길고 잎 크기가 큰 자원이 해당하였다. 반면 군집 II는 경장이 작고 마디 간 길이가 짧고 잎 크기가 작은 자원이 해당하였다. 군집 II에 잎들깨 육성계통 33 자원이 주로 분포되어 있어 나타난 결과로 추정된다. 군집 III은 군집 I, II과 달리 개화일수 평균이 55 일로 개화기가 빨라 경장이 작고 마디 수가 적으며 마디 간 길이가 짧고 장폭비가 큰 피침형 자원의 분포가 많아 조숙 자원이 주로 포함되어 잎들깨 품종 육성 시 자원 활용으로는 불리하다. 군집 IV에는 세 개 자원이 속해 있었는데, 다른 군집 I, II, III에 비해 개화기에서 성숙기까지의 기간이 평균 39 일로 가장 긴 경향을 나타내었다. 그 외 경장, 마디 간 길이, 잎 크기 등은 군집 I과 비슷한 경향치를 나타내었다.

잎 전용 품종개발에서 가장 우선 선발되는 형질은 개화일수이다. 서두에서 언급한 대로 동계 시설재배에서 불시에 개화되지 않고 잎을 안정적으로 수확하기 위해서는 개화일수가 105 일 이상이어야 한다. 또한 잎 수확 노동력 절감을 위하여 경장과 마디 간 길이가 짧고 잎 크기가 작은 계통이 유리하며, 상품성에도 영향을 미치게 된다. 결론적으로 잎 전용 품종개발을 위한 자원 선발 시 개화일수 특성을 고려했을 때 군집 I이 가장 유리하나 경장, 마디 간 길이, 잎 크기 등은 군집 II 내의 자원이 가장 효과적으로 활용될 가능성이 있을 것으

Table 6. Statistical information for agronomic traits of each cluster by average linkage.

Cluster	DtoF ¹⁾	FM period ²⁾	SL ³⁾	NN ⁴⁾	IL ⁵⁾	LL ^{6)A}	LW ^{7)B}	LW ratio ^{8)A/B}
I (n = 118)	101.9±9.2	29.6±1.0	81.4±15.1	12.3±1.4	6.6±0.9	12.6±1.2	10.5±1.2	1.2±0.1
II (n = 110)	94.5±9.3	29.6±0.9	65.5±14.3	12.2±1.4	5.4±0.9	10.7±1.1	8.3±0.8	1.3±0.1
III (n = 69)	55.2±7.4	30.7±1.5	34.5± 7.6	6.3±1.0	5.4±0.8	10.7±1.1	7.6±0.9	1.4±0.1
IV (n = 3)	71.7±30.6	39.0±1.0	84.7±20.9	13.5±2.0	6.3±0.7	11.7±1.8	10.1±1.7	1.2±0.2

¹⁾DtoF; days to flowering, ²⁾FM Period; days from flowering to maturity, ³⁾SL; stem length, ⁴⁾NN; number of node, ⁵⁾IL; internode length, ⁶⁾LL; leaf length, ⁷⁾LW; leaf width, ⁸⁾LW ratio; ratio of leaf length and width.

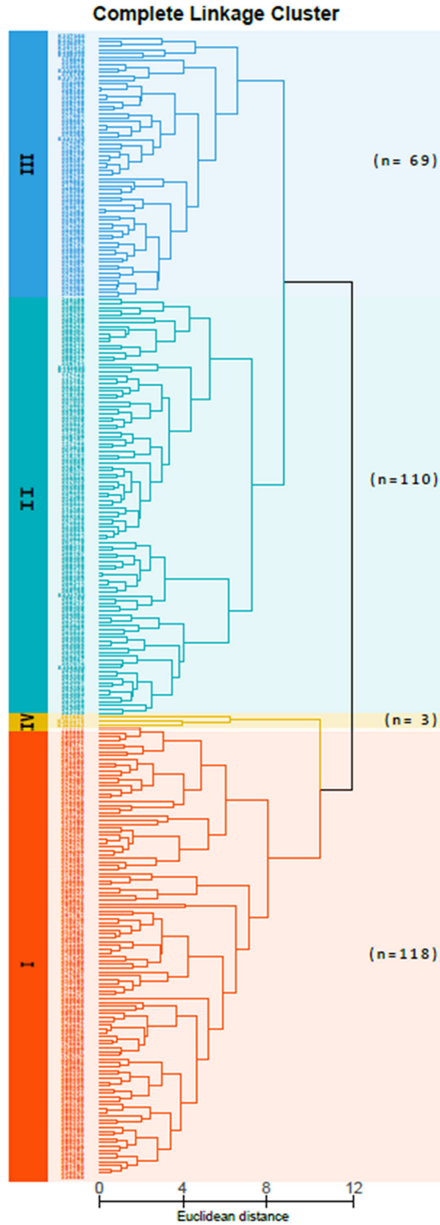


Fig. 4. Cluster analysis of 300 perilla germplasms for agricultural traits. Dendrogram is represented and classified by complete linkage using Euclidean distance metric between pairs of points based on scaled scores of traits. Each cluster is colored red (I), green (II), blue (III), and yellow (IV).

로 생각되어 군집 I 과 II 내 자원의 교배를 통한 품종개발이 유용할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 들깨 유전자원 300 자원을 잎 전용 육종 소재로 활용하기 위하여 개화기, 경장, 잎 크기 등을 중점적으로 평가하고 형질별 통계분석을 통하여 자원의 분포를 확인하고 자원에 대한 기초정보를 확보하였다. 이러한 정보와 통계분석 결과는 새로운 잎 전용 들깨 육종 소재 개발에 유용하게 이용될 것이며, 추후 더 많은 자원의 분석에 활용될 것이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: RS-2019-RD008643)의 지원에 의해 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Alkam T, Nitta A, Mizoguchi H, Itoh A and Nabeshima T. (2007). A natural scavenger of peroxynitrites, rosmarinic acid, protects against impairment of memory induced by Aβ₂₅₋₃₅. Behavioural Brain Research 180:139-145.

Assefa DA, Jeong YJ, Rhee JH, Lee HS, Hur OS, Noh JJ, Ro NY, Hwan AJ, Sung JS and Lee JE. (2020). Using phenolic compounds and some morphological characters as distinguishing factors to evaluate the diversity of perilla genetic resources. Korean Journal Plant Resources. 3:40-49.

Chung HD and Woo WY. (1988). Effect of day length and night interruption on flowering and chloroplast development of *Perilla frutescens*. Journal of Korean Society Horticultural Science. 29:283-290.

Ha TJ, Lee MH and Lee JH. (2015). Comparison of antioxidant activities and volatile components using GC/MS from leaves of Korean purple perilla(*Perilla frutescens*) grown in a greenhouse. Food Science and Biotechnology. 24:1979-1986.

Hou T, Notala VR, Zhang H, Xing Y, Li H and Zhang Z. (2022). *Perilla frutescens*: A rich source of pharmacological active compounds. Molecules. 27:3578. <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/11/3578> (cited by 2023 April 5).

Ito N, Yabe T, Gamo Y, Nagai T, Oikawa T, Yamada H and Hanawa T. (2008). Rosmarinic acid from *Perillae herba* produces an antidepressant-like effect in mice through cell proliferation in the hippocampus. Biological Pharmaceutical Bulletin. 31:1376-1380.

- Janmohammadi M, Movahedi Z and Sabaghnia N.** (2014). Multivariate statistical analysis of some traits of bread wheat for breeding under rainfed conditions. *Journal of Agricultural Sciences*. 59:1-14.
- Jung CS, Oh KW, Kim HK, Kwon YC, Pae SB, Park CB and Kwack YH.** (2003). Flowering response according to different seeding dates and day-length treatment in perilla. *Korean Journal of Crop Science*. 48:490-494.
- Kim DJ, Assefa DA, Jeong YJ, Jeon YA, Lee JE, Lee MC, Lee HS, Rhee JH and Sung JS.** (2019). Variation in fatty acid composition, caffeic and rosmarinic acid content, and antioxidant activity of perilla accessions. *Korean Journal Medicinal Crop Science*. 27:96-107.
- Kim JY, Choi HJ, Kim MR, Oh DR, Kim YJ, Kang HW, Jeong KI, Ryu GC, Pan SO and Choi CY.** (2017). Amelioration of visual display terminal-induced ocular fatigue by aqueous extracts of *Perilla frutescens* var. *acuta*. *Journal of Food and Nutrition Research*. 5:553-561.
- Kim MJ and Kim HK.** (2009). Perilla leaf extract ameliorates obesity and dyslipidemia induced by high-fat diet. *Phytotherapy Research*. 23:1685-1690.
- Kim SJ, Sohn HB, Hong SY, Lee JN, Kim KD, Suh JT, Nam JH, Chang DC, Park MW and Kim YH.** (2020). Construction of data system on seed morphological traits and functional component in Tartary Buckwheat germplasms. *Korean Journal Plant Resources*. 33:446-459.
- Kim YJ, Lee JE, Yoo EA, Lee SK, Wang X, Awraris DA and Noh HJ.** (2022). Selection of excellent genetic resources based on comparison of caffeic and rosmarinic acid contents and antioxidant activity in perilla accessions. *Korean Journal Plant Resources*. 35:1-9.
- Lee AY, Lee MH, Lee SH and Cho EJ.** (2017). Alpha-linolenic acid from *Perilla frutescens* var. *japonica* oil protects A β -induced cognitive impairment through regulation of APP processing and A β degradation. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 65:10719-10729.
- Lee EK, Shin MC and Jung SH.** (2017). Volatile compound analysis and anti-oxidant and anti-inflammatory effects of *Oenantho javanica*, *Perilla frutescens*, and *Zanthoxylum piperitum* essential oils. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*. 15:355-366.
- Lee HA.** (2017). Effects of perilla leaf-induced callus and perilla leaf extract on DNA damage and repair response in the UV-induced mouse skin. Master Thesis. University of Hannam. p.1-79.
- Lee JS, Park YU, Jeong JH, Kwon YH, Chang WB and Lee HD.** (2021). Classification of garlic germplasms based on agronomic characteristics and multivariate analysis. *Korean Journal Plant Resources*. 34:79-88.
- Lee MH, Jung CS, Bae SG, Hwang CD, Park JH, Shim KB, Park KY, Kim HK, Park SK and Ha TJ.** (2009). Variation of caffeic acid, rosmarinic acid, luteolin and apigenin contents in perilla germplasm. *Korean Journal of Breeding Science*. 41:391-396.
- Lee MH, Jung CS, Ha TJ, Pae SB, Hwang JD, Park CH, Shim KB, Park KY and Ahn JG.** (2014). 'Soim' a high yielding edible tender leaves producing perilla cultivar. *Korean Journal of Breeding Science*. 46:178-182.
- Lee MH, Oh KW, Kim MS, Kim SU, Kim JI, Oh EY, Pae SB, Yeo US, Kim TH, Lee JH, Jung CS, Kwak DY and Kim YC.** (2018). Detection of QTLs in an interspecific cross between *Perilla citriodora \times *P. hirtella* mapping population. *Korean Journal of Breeding Science*. 50:13-20.*
- Lee SB, Jang I, Hyun DY, Lee JR, Kim SH, Yoo EA, Lee SK, Cho GT and Lee KJ.** (2020). Evaluation of morphological traits and genetic composition in melon germplasm. *Korean Journal of Crop Science*. 65:485-495.
- Lin LY, Peng CC, Wang HE, Liu YW, Shen KH, Chen KC and Peng RY.** (2016). Active volatile constituents in *Perilla frutescens* essential oils and improvement of antimicrobial and anti-inflammatory bioactivity by fractionation. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 19:1957-1983.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2022). Production statistics of special crops. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.20.
- Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2021). Statistic of agricultural management. <https://uni.agrix.go.kr/webportal/main/portalIndex.do?web=in> (cited by 2023 April 5).
- Nitta M, Lee JK and Ohnishi O.** (2003). Asian perilla crops and their weedy forms: Their cultivation, utilization and genetic relationships. *Economic Botany*. 57:245-253.
- Oh MK, Yu SJ, Kim JT, Oh YS, Cheong YK, Jang YS, Park IJ and Park KY.** (1995). Flowering response to light intensity and night interruption in perilla. *Journal of Korean Society Horticultural Science*. 29:283-290.
- Osakabe N, Hirohisa T, Chiaki S, Akiko Y, Rie Y, Ken-ichiro I and Toshikazu Y.** (2004). Anti-inflammatory and anti-allergic effect of rosmarinic acid(RA); Inhibition of seasonal allergic rhinoconjunctivitis(SAR) and its mechanism. *BioFactors*. 21: 127-131.
- Pandey A and Bhatt KC.** (2008). Diversity distribution and collection of genetic resources of cultivated and weedy type in *Perilla frutescens*(L.) Britton var. *frutescens* and their uses in Indian Himalaya. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 55:883-892.
- Park JE, Lee MH, Oh KW, Kim SU, Oh EY, Ha TJ, Cho KS, Jung CS and Kim JI.** (2021). Agricultural and quality characteristics in recombinant inbred lines(RILs) population in perilla(*Perilla frutescens*). *Korean Journal of Crop Science*. 63:248-255.
- Park JH, Lee JY, Chun JB, You OJ and Son EH.** (2018). Multivariate analysis of variation of growth and quality characteristics in colored rice germplasm. *Korean Journal of Crop Science*. 63:175-185.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). Agricultural science and technology research, analysis criteria. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.453-454
- Rural Development Administration(RDA).** (2021). Information of agricultural income data. <http://www.nongsaro.go.kr/portal/portalMain.ps?menuId=PS00001>. (cited by 2023 April 5).
- Seong ES, Seo EW, Chung IM, Kim MJ, Kim HY, Yoo JH, Choi JH, Kime NJ and Yu CY.** (2015). Growth characteristics and phenol compounds analysis of collected *Perilla frutescens*

- resources from China and Japan. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 23:132-137.
- Verma RS, Padalia RC, Verma SK, Chauhan A and Darokar MP.** (2015). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of *Laggera crispata*(Vahl) Hepper & Wood, *Cyclopermum leptophyllum*(Pers.) Eichler and *Perilla frutescens*(L.) Britton. Analytical Chemistry Letters. 5:162-171.
- Yoo JH, Choi JH, Kang BJ, Jeon MR, Lee CO, Kim CH, Seong ES, Heo K, Yu CY and Choi SK.** (2017). Antioxidant and tyrosinase inhibition activity promoting effects of perilla by the light emitting plasma. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 25:37-44.
- Yun JS, Son SY, Kim IH, Hong EY, Yun T, Lee CH, Jong SK and Park SI.** (2002). Classification of *Polygonatum* spp. collections based on multivariate analysis. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 10:333-339.
- Zhen YF, Sa KJ, Lee SK and Lee JK.** (2023). Morphological variation of cultivated and weedy types in perilla crop collected from South Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 31:1-11.