

주요 스프레이 국화 품종의 형태적 특성과 변이계수, 유전율 및 유전자 전이율

심성임¹, 임기병^{1*}, 김창길¹, 정미영², 김경민³, 정재동¹

¹경북대학교 원예과학과, ²순천대학교 농업교육과, ³경북대학교 식물생명과학전공

Morphological Characteristics, and Coefficient of Variation, Heritability and Genetic Advance of Major Cultivars of Spray *Chrysanthemum*

Sung-Im Shim¹, Ki-Byung Lim^{1*}, Chang-Kil Kim¹, Mi-Young Chung², Kyung-Min Kim³, and Jae-Dong Chung¹

¹Department of Horticultural Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Department of Agricultural Education, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

³Division of Plant Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

*Corresponding author: kblim@knu.ac.kr

Abstract

The statistical analyses of coefficient of variation, heritability, and genetic advance were carried out to identify differences in morphological characteristics, such as the stem and inflorescence length, of 10 major commercial cultivars of spray chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). For morphological characteristics, stem lengths ranged from 46.4 cm to 54.9 cm, the maximum diameter of stem was 5.6 to 8.5 mm, the hardness of the stem was 0.17 to 0.70 kg·m⁻², the fresh weight of stem was 7.5 to 17.5 g, the dry weight of the stem was 1.6 to 3.3 g, the ratio of dry weight/fresh weight of stem was 15.9% to 23.1%. Also, the number of leaves on the stem was 8.4 to 12.2, the stem leaf area was 17.8 to 37.8 m², the fresh weight stem leaves was 5.3 to 18.6 g, the dry weight was 0.5 to 1.4 g and the ratio of dry weight /fresh weight of stem leaves was 7.6% to 11.5%. The inflorescence length ranged from 10.1 to 18.6 cm, the fresh weight of inflorescence was 7.3 to 26.7 g, the dry weight of inflorescence was 1.2 to 2.8 g, the ratio of dry weight /fresh weight of inflorescence was 10.4% to 17.1%. For flower, the diameter of the flower center was 8.2 to 13.3 mm, the petal width was 5.7 to 14.0 mm, the petal length was 12.9 to 33.1 mm, and the petal thickness was 157.8 to 354.4µm. The mean values of each character in each cultivar were very different, and DMRT and LSD values based on morphological characteristics among 10 cultivars were highly significant. For variability and genetic parameters, the lowest CV (coefficient of variation), PCV (phenotypic coefficient of variation), and GCV (genotypic coefficient of variation) were 4.79% to 5.15% in stem length, and the highest variations were 62.97% to 65.21% in leaf area. ECV (error or environmental coefficient of variation) was the lowest for leaf area (1.71%) and it was the highest for leaf dry weight (19.30%). Heritability also significantly differed among the characteristics, ranging from 68.69% to 99.67%, the lowest

Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34(2):269-281, 2016
<http://dx.doi.org/10.12972/kjst.20160028>

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

Received: August 31, 2015

Revised: November 2, 2015

Accepted: March 23, 2016

Copyright©2016 Korean Society for Horticultural Science.

본 연구는 농림축산식품부 수출전략기술개발사업(과제 번호:IPET313009-4)에 의해 이루어진 것임.

value was shown in ratio of dry weight /fresh weight of stem and the highest value was for leaf area of stem. The value for genetic advance was the lowest in hardness of stem at 0.30 and the highest in leaf thickness at 156.65. The lowest genetic advance as percentage of mean of stem hardness was 9.17%, while the highest percentage of stem length was 134.27%. Thus the characters which had the highest values indicated above show the influence of additive gene action and may provide useful resources for selection programs for agronomic improvement.

Additional key words: CV (coefficient of variation), ECV (error or environmental coefficient of variation), GCV (genotypic coefficient of variation), PCV (phenotypic coefficient of variation)

서 언

국화 속은 쌍자엽 식물로서 200여종이 분포하고 있으며 종의 분화가 가장 활발하게 진행되어 왔다. 국화의 어원은 그리스어로 금꽃(golden flower)의 의미이며(Reid, 2004). 학명은 *Chrysanthemum morifolium* Ramat이며, 보통명은 chrysanthemum이다. 재배 품종은 감국과 국화를 위시한 다양한 종 또는 품종 간 교잡 후대의 장기간의 선발에 의해 육성과정을 거치면서 배수화된 6배체($2n = 54$) 품종이 대부분이며, 재배 유형별로 대별하면 스탠다드(standard) 계통과 스프레이(spray) 계통으로 나누어진다. 국화는 대표적인 단일식물로서 일장에 의해 개화기를 조절함으로써 연중 절화생산이 가능하다.

국화는 장미, 난, 나리, 카네이션을 위시한 절화류 중 생산량이 가장 많은 화훼류 중의 하나이며, 꾸준한 증가세로 인해 2010년에는 국내 절화 수출의 13.4%를 차지하고 있으며(MIFAFF, 2011), 관혼상제용으로 주로 이용되고 있는 국화는 스탠다드 국화로 주로 흰색이 사용되고 있으며 관상용으로 사용되는 스프레이 국화는 주로 절화용으로(Suh et al., 2015), 소국 또는 대국은 화분용 또는 화단 재배용으로 다양하게 이용되고 있다(Kim et al., 2012).

이와 같은 특성에 따라 연구 또한 다양하게 이루어지고 있으며 이들 연구중에는 생리 형태적 특성을 기본으로 통계학적으로 분석하여 얻은 자료를 유전육종에 이용하고자 한 시도가 이루어지고 있다. 형태적 특성과 관련하여 다양한 계통 또는 재배종들의 초장, 엽수, 화수, 꽃의 수량, 개화소요일수 등의 특성조사가 이루어져 왔으며(Rajashekaran et al., 1895; Cheizhiyan et al., 1985a; Cheizhiyan et al., 1985b; Negi et al., 1988), 이들 특성조사 결과들을 자료로 CV(coefficient of variation, 변이계수)를 위시한 GCV(genetic coefficient of variation, 유전 변이계수), PCV(phenotypic coefficient of variation, 표현형 변이계수), ECV(environmental or error coefficient of variation, 환경 또는 오차 변이계수) 등 변이계수와 관련된 연구(Ponnuswami et al., 1985; Singh and Padlani, 1989; Han, 2011; Han, 2012), 유전율, 유전자 전이 및 유전자 전이율(Chezhiyan et al., 1985a; Barigagad et al., 1992; Raghava et al., 1992; Zhang et al., 2008) 등에 관한 통계학적 분석이 다양하게 이루어져 왔다.

이와 같은 맥락으로 볼 때 스프레이 국화의 외형적인 미적 향상을 위하여 통계학적 유전분석 자료를 이용하여 육종체계를 확립하기 위한 기초 자료로 활용코자 재배 환경이 동일한 온실에서 재배한 국내 또는 네덜란드에서 육성된 국화 10품종의 형태적 특성, 즉 줄기와 관련된 요인으로 줄기의 길이와 굵기, 엽 면적, 등과 화서와 관련된 요인으로 화서의 길이, 꽃목의 경도, 화심 폭 등 특성의 통계학적인 유전분석의 결과를 제시코자 하는 바이다.

재료 및 방법

가. 식물재료

구미 시설공단 원예팀에서 운영하고 있는 벤로형 온실에서 주로 대일 수출용으로 재배되고 있는 국화의 스프레이 계통 중 'Pink Pride'(홀꽃)는 국내육성품종이며, 'King Fisher'(홀꽃), 'Green Bird'(품폰형), 'Leopard'(홀꽃), 'Euro White'(겹꽃), 'Moon Light'(홀꽃), 'Noa White'(홀꽃), 'Noa Yellow'(홀꽃), 'Euro Yellow'(겹꽃), 'Arctic Queen'(겹꽃)은 네덜란드 육성품종으로 모두 10품종을 실험 재료로 사용하였다.

나. 재배 방법

2012년 5월 하순-6월 하순에 걸쳐 채취한 삽수를 피트모스블록(Klasmann Co, Germany)에 삽목 한 다음 비닐로 피복하여 온도 17-24°C, 습도 95%이상, 광도는 500W 조건에서 2주간 발근을 유도하였다.

정식은 피트모스가 함유된 인공 용토에 삽목 2주 후 발근된 삽목묘를 12.5cm × 12.5cm 간격으로 정식하였다. 시비는 평균 4일에 1회 상부에서 엽면 시비하였다. 이때 시비한 양액은 A 탱크와 B 탱크를 이용하여 A 탱크에는 CaNO₃, Fe-EDTA, KNO₃를 혼용한 양액과, B 탱크에는 MgSO₄, KNO₃, MgNO₃, KH₂PO₄와 미량원소(Cu, Mn, Zn, Mo, B, Cl)를 혼용한 양액을 각각 혼합하여 전기 전도도를 1.0-1.8μs · cm⁻¹로 조정된 후 m²당 10L씩 시비하였다. 병충해 방제는 살충제와 살균제를 혼용 또는 단용으로 시기에 따라 2주일에 3회 또는 1주일에 2회의 간격으로 살포 하였다. 정식 3주 후인 6월 하순-7월 하순 경부터 8월 중순-9월 중순까지 명기 11시간, 암기 13시간이 되도록 암막으로 단일 처리하였으며, 단일 처리 3일과 7일 후 왜화제(CCC III, Cycocel, chloromequat) 1,000배액을 2회에 걸쳐 살포하였다. 이 기간 중 평균 온도는 18-25°C 전후였다.

다. 조사 방법

1) 생육 조사

시료는 2012년 8월 중순-9월 중순까지 오전 중에 채취하였으며 각 품종당 폭 8m, 길이 76m(608m²)의 실험포를 3구획으로 나누어 12.5cm × 12.5cm 간격으로 재배되고 있는 개체 가운데 제 1번 화(최상위 꽃)의 최 외부 꽃잎 중 1/2정도가 전개된 것을 각 구획별 3본씩 총 9본씩 채취하였다. 이들 시료를 줄기의 상부 25-30cm의 착화 부위(화서)를 포함해서 전 초장이 65cm가 되도록 잘라 줄기의 하단 부 20cm에 착생한 잎은 모두 제거한 후 생육상태를 조사하였다.

조사 항목은 줄기의 길이, 줄기의 직경, 줄기의 경도, 줄기의 생체중, 줄기의 건물중, 줄기의 생체중과 건물중의 비율, 엽수, 엽면적, 엽생체중, 엽건물중, 엽생체중과 건물중의 비율, 화서의 길이, 화서의 생체중, 화서의 건물중, 화서의 생체중과 건물중의 비율, 꽃목 경도, 화서 내 엽수, 화서 내 엽면적, 최하부 소화경 착생부 잎의 두께, 화서 내 엽생체중, 화서 내 잎의 건물중, 화서 내 잎의 생체중과 건물중의 비율, 화심 직경, 꽃잎 폭, 꽃잎 길이, 꽃잎 두께 등을 조사하였다.

2) 조사 방법(Fig. 1)

1. 화서의 길이; 최하부 소화경 착생부로부터 1번화 꽃목까지의 길이
 2. 줄기의 길이; 줄기의 최하부로부터 소화경의 착생부까지의 길이
 3. 줄기의 직경; 줄기하부의 경우 기부 최대와 최소직경을 캘리퍼스로 측정
 4. 줄기의 직경; 줄기상부의 경우 최하부 소화경 착생부의 바로 아래부분의 최대와 최소직경을 캘리퍼스로 측정
 5. 줄기의 경도; 최하부 소화경 착생부의 바로 아래부분의 경도를 경도계(Axis, Digital Force Gauge, Model AFG-2)로 측정
 6. 꽃잎의 두께; 완전 전개된 꽃잎을 엽후측정기로 측정-화심의 직경, 꽃잎의 최대폭, 꽃잎의 길이를 측정
 7. 잎의 두께; 최하부 소화경 착생부잎의 엽맥이 없는 부분을 엽후측정기로 측정
 - 생체중; 온실에서 채취한 2시간 후의 줄기, 화서, 줄기 내 잎과 화서 내 잎 등 4가지로 구분하여 각각 생체중을 측정
 - 건물중; 생체중 측정 시 사용한 4가지로 구분한 시료를 80°C의 건조기에서 무게가 고정될 때까지 건조한 후 각각 건물중을 측정
 - 생체중과 건물중의 비율; 건물중을 생체중으로 나누어 환산
 - 줄기 내 엽수; 최하단부에서 20cm를 제외한 줄기로부터 최하부 소화경 착생부까지의 엽수 화서 내 엽수; 화서에 착생한 엽수
 - 줄기 내 평균 엽면적; 전체 엽면적의 평균치로 산출
 - 화서 내 평균 엽면적; 전체 화서 내 엽면적의 평균치로 산출
- [엽면적측정기(Laser Leaf Area Meter, CI-203)로 측정]

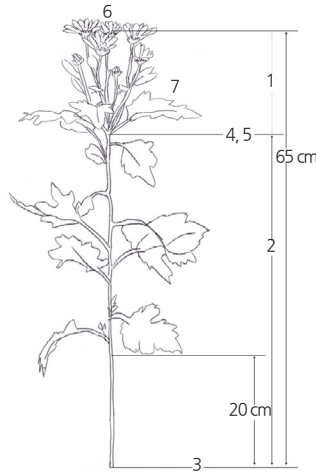


Fig. 1. Illustration of spray chrysanthemum flower used for measurement. 1, inflorescence length; 2, stem length; 3, stem diameter (base); 4, stem diameter (top); 5, stem hardness; 6, thickness of petal on 1st flower; 7, thickness of the lowest positioned leaf in flower.

3) 통계학적 분석

생리 형태적 특성을 조사해서 얻은 평균치를 대표치로 하여 품종 간 특성의 차이를 알아보기 위하여 DMRT(Duncan's multiple range test)와 LSD를 검정하였고, 이들 평균치를 이용하여 분산분석 및 공분산분석을 행하였으며, 각 성분의 기대치로부터 CV(Lush, 1949; Choudhary and Prasad, 1968), PCV, ECV 및 GCV(Burton and Davane, 1953), Heritability(Robinson et al., 1951), GA 및 GAM(Johnson et al., 1955) 등의 통계 처리하였으며 산출방법은 Table 1과 같다(Dutta et al., 2013).

Table 1. Variance(covariance) analysis and component of variance (covariance).

Factor	F	Component of variance	Component of covariance
Total	mn^{-1}		
Replication	n^{-1}		
Cultivar	m^{-1}	$\sigma^2_{ei} + n\sigma^2_{gi}$	$\sigma_{eij} + n\sigma_{gij}$
Error	$(n^{-1})(m^{-1})$	σ^2_{ei}	σ_{eij}

m: cultivar, n: replication, F: degree of freedom, σ^2_{gi} (V_G): genetic variance of character, σ^2_{ei} (V_E): environmental variance of character, σ_{gij} : genetic covariance of *i* and *j* character, σ_{eij} : environmental covariance of *i* and *j* character

결과

10종류의 국화품종 간 줄기의 길이, 줄기의 직경 및 경도의 품종 간 평균값을 보면 Table 2와 같다. 줄기의 길이는 'Leopard' 품종이 54.9cm로 가장 긴 편이었고 'Green Bird' 품종이 46.4cm로 가장 짧은 편으로 유의차가 인정되었으나 대부분 품종들은 50cm 전후로써 큰 차이를 나타내지는 않았다. CV(변이계수)는 5.02%, PCV(표현변이계수)는 5.15%, GCV(유전변이계수)는 4.79%, ECV(오차 또는 환경변이계수)는 1.91%로써 전반적으로 낮은 편이었고 유전율은 86.33%로써 다소 높은 편이었으나 GA(유전자 전이)는 4.74, GAM(유전자 전이율)은 9.17%로써 낮은 편이었다.

줄기 상단부와 하단부의 직경을 보면, 상단부의 경우 초장이 길었던 'Leopard' 품종에서 최대, 최소 직경이 각각 8.5, 7.4mm로 가장 굵었던 반면, 'Noa Yellow' 품종의 경우 최대, 최소 직경이 각각 5.6, 5.2mm, 'Noa white' 품종의 경우 최대, 최소 직경이

Table 2. Stem length diameter and hardness of 10 cultivars of *Chrysanthemum morifolium* cultivated for cut flowers in a Venlo-type greenhouse.

Cultivar	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)				Hardness (kg·m ⁻²)
		Top		Base		
		Max.	Min.	Max.	Min.	
'Pink Pride'	53.1 abc	6.6 cde	5.9 cd	6.7 a	6.0 a	0.17 e
'King Fisher'	52.6 abc	6.0 ef	5.4 ef	5.7 b-e	5.3 bc	0.30 cde
'Green Bird'	46.4 e	6.2 def	5.9 cd	5.6 cde	5.4 bc	0.60 ab
'Leopard'	54.9 a	8.5 a	7.4 a	6.4 ab	6.1 a	0.70 a
'Euro White'	49.1 de	7.6 b	6.7 b	6.2 abc	5.8 ab	0.22 de
'Moon Light'	53.9 ab	6.8 cd	5.8 de	5.6 b-e	5.2 c	0.27 cde
'Noa White'	53.9 ab	5.7 f	5.0 f	5.1 e	4.9 c	0.40 bcd
'Noa Yellow'	50.9 cd	5.6 f	5.2 f	5.1 de	4.9 c	0.40 cd
'Euro Yellow'	51.4 bcd	6.9 bc	5.9 cd	5.9 a-d	5.4 bc	0.45 bc
'Arctic Queen'	50.9 cd	6.9 c	6.3 bc	5.5 cde	5.2 c	0.35 cde
L.S.D.5%	1.76	0.39	0.29	0.52	0.35	0.12
CV (%)	5.02	12.88	11.99	9.73	8.33	43.93
PCV (%)	5.15	13.27	12.38	10.07	8.60	45.33
GCV (%)	4.79	12.90	12.09	8.49	7.55	41.16
ECV (%)	1.91	3.11	2.67	5.41	4.11	18.99
Heritability (%)	86.33	94.52	95.36	71.08	77.09	82.44
GA	4.74	1.73	1.44	0.85	0.74	0.30
GAM (%)	9.17	25.90	24.20	14.71	13.65	77.72

Mean separation with in column by Duncan's multiple range test at 5%, LSD; Least significant difference, C.V; coefficient of variation, PCV; Phenotypic coefficient of variation, G.C.V.; genetic coefficient of variation, ECV; Error/environmental coefficient of variation, GA; Genetic advance, GAM; Genetic advance as present of mean.

각각 5.7, 5.0mm로 가는 편으로 품종 간의 유의차가 인정되었다. 하단부의 경우 'Pink Pride' 품종에서 최대, 최소 직경이 각각 6.7, 6.0mm로 가장 굵었던 반면 상단부에서 직경이 가늘었던 'Noa Yellow'와 'Noa white' 품종에서 최소 직경이 각각 5.1, 4.9mm로 가장 가늘었으며 품종 간의 유의차가 인정되었다. CV는 8.33-12.88%, PCV는 8.60-13.27%, GCV는 7.55-12.90%로써 중정도의 변이율을 나타내었으나 ECV는 2.67-5.41%로써 전반적으로 낮은 편이었다. 유전율은 상단부의 최대 직경과 최소 직경이 각각 94.52와 95.36%로 상당히 높은 편이었으며, 하단부의 최대 직경과 최소 직경은 각각 71.08%와 77.09%로 높은 편이었다. GA는 0.74-1.73으로 대단히 낮은 편이었고, GAM은 13.65-25.90%로써 낮은 수준이었다.

줄기의 경도는 줄기의 길이가 가장 길었던 'Leopard' 품종이 0.7kg·m⁻²로 가장 강했고, 'Pink Pride' 품종은 0.17kg·m⁻²로 경도가 가장 약했으며, 품종 간 유의성이 인정되었다. CV는 43.93%, PCV는 45.33%, GCV는 41.16%로써 대단히 높았으나, ECV는 18.99%로 다소 높은 변이율을 나타내었다. 유전율은 82.44%로 높은 편이었다. GA는 0.30으로 대단히 낮은 편이었고, GAM은 77.72%로 비교적 높은 편이었다.

줄기의 생체중, 건물중 및 생체중:건물중의 비율을 보면 Table 3과 같다. 줄기의 생체중은 'Euro White' 품종이 17.5g으로 가장 무거운 반면 'Noa White', 'Noa Yellow' 품종은 각각 7.5, 7.6g으로 가장 가벼웠으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 29.07%, PCV는 30.06%, GCV는 29.65%로 비교적 높은 편이었으나 ECV는 4.95%로 낮은 변이율을 나타내었다. 유전율은 97.29%로 대단히 높은 편이었다. GA는 6.89로 낮은 편이었고, GAM은 60.17%로 중정도를 나타내었다.

줄기의 건물중은 'Pink Pride' 품종이 3.3g으로 가장 무거웠고 'Noa White' 품종이 1.6g으로 가장 가벼웠으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 24.25%, PCV는 25.05%, GCV는 23.36%로 높은 편이었으나 ECV는 9.05%로 중정도 변이율을 나타내었다. 유전율은 86.96%로 높은 편이었다. GA는 1.03로 낮은 편이었고, GAM은 45.18%로 비교적 낮은 편이었다.

한편 생체중:건물중의 비율은 'Noa Yellow' 품종이 23.1%로 가장 높았으며, 'Euro White' 품종이 15.9%로써 가장 낮게 나타

Table 3. Fresh and dry weight, ratio of fresh and dry weight in stem of 10 cultivars of *Chrysanthemum morifolium* cultivated for cut flowers in a Venlo-type greenhouse

Cultivar	Stem		D.W/F.W ratio (%)
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	
'Pink Pride'	15.1 b	3.3 a	22.0 ab
'King Fisher'	10.8 c	2.0 cde	18.7 bcd
'Green Bird'	11.4 c	2.6 bc	22.2 ab
'Leopard'	15.2 b	2.7 b	17.6 cd
'Euro White'	17.5 a	2.8 ab	15.9 d
'Moon Light'	8.8 de	1.7 de	19.2 a-d
'Noa White'	7.5 e	1.6 e	21.8 ab
'Noa Yellow'	7.6 e	1.7 de	23.1 a
'Euro Yellow'	10.1 cd	2.2 bcd	22.0 ab
'Arctic Queen'	10.5 c	2.2 bcd	20.9 abc
L.S.D.5%	1.02	0.35	2.40
CV (%)	29.07	24.25	12.56
PCV (%)	30.06	25.05	13.01
GCV (%)	29.65	23.36	10.79
ECV (%)	4.95	9.05	7.28
Heritability (%)	97.29	86.96	68.69
GA	6.89	1.03	3.75
GAM (%)	60.17	45.18	18.44

See foot note of Table 1-1, D.W/F.W; fresh and dry weight ratio.

났는데, 이로써 생체중이 무겁다고 해서 건물중이 무거운 것이 아님을 알 수 있었으며 생체중:건물중의 비율 역시 품종 간 유의차를 나타내었다. 한편, CV는 12.56%, PCV는 13.01%, GCV는 10.79%, ECV 역시 7.28%로 중정도의 변이율을 나타내었다. 유전율은 68.69%로 다소 높았으며 GA는 3.75로 낮은 편이었고, GAM은 18.44%로 낮은 편이었다.

이상의 결과를 요약하면 줄기의 길이, 줄기의 경도 등 3가지 요인은 품종 간 유의차가 인정되었고 변이계수, 표현변이계수, 유전변이계수, 오차 또는 환경변이계수는 줄기의 길이가 가장 낮았고 줄기의 경도가 가장 높았다. 유전율은 생체중이 가장 높았고, 생체중:건물중의 비율이 가장 낮은 편이었다. 유전자 전이는 줄기의 경도가 가장 낮았고 줄기의 생체중이 가장 높았다. 유전자 전이율은 줄기의 길이가 가장 낮은 반면 줄기의 경도가 가장 높았다.

줄기 내 엽수, 엽면적, 생체중과 건물중 및 생체중:건물중의 비율을 보면 Table 4와 같다. 엽수는 'Leopard' 품종이 12.2매로서 가장 많았고 'Pink Pride'와 'King Fisher' 품종도 11.9매로서 많은 편이었으며 'Noa Yellow'와 'Euro Yellow' 품종은 각각 9.1매와 8.4매로서 가장 적었으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 13.04%, PCV는 13.50%, GCV는 13.30%로 중정도의 변이율을 나타내었으며, ECV는 2.32%로 낮은 편이었다. 유전율은 97.04%로 대단히 높았고 GA는 2.83으로 낮은 편이었고, GAM 또한 27.00%로 낮은 편이었다.

엽면적은 'Euro White' 품종이 37.8cm²로 가장 넓었으며 'Moon Light'와 'Noa White' 품종은 각각 16.2cm²와 15.4cm²로 좁은 편이었으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 28.84%, PCV는 29.89%, GCV는 29.84%로 대단히 높은 편이었고, ECV는 1.71%로 낮은 편이었다. 유전율은 99.67%로 대단히 높은 편이었으며 GA는 15.34으로 비교적 낮은 편이었고, GAM 또한 61.41%로 중정도를 나타내었다.

잎의 생체중은 'Leopard' 품종이 18.6g으로 가장 무거웠고 'Noa Yellow' 품종은 5.3g으로 가장 가벼웠으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 40.52%, PCV는 41.96%, GCV는 41.32%로 대단히 높은 편이었고, ECV는 7.32%로 중정도를 나타내었다. 유전율은 96.96%로 대단히 높았으며 GA는 8.87로 낮은 편이었고, GAM은 83.76%로 높은 편이었다.

Table 4. Number of leaves, leaf area, fresh and dry weight, and ratio of fresh and dry weight in stems of 10 cultivars of *Chrysanthemum morifolium* cultivated for cut flowers in a Venlo-type greenhouse.

Cultivar	No. of Leaves.	Leaf area (cm ²)	Leaf		D.W/F.W (%)
			Fresh weight (g)	Dry weight (g)	
'Pink Pride'	11.9 ab	27.4 d	15.6 b	1.5 a	9.4 bcd
'King Fisher'	11.9 ab	22.5 e	10.0 de	1.1 abc	11.3 ab
'Green Bird'	11.3 be	22.4 e	10.4 d	1.0 bcd	9.2 cd
'Leopard'	12.2 a	33.7 b	18.6 a	1.4 a	7.6 d
'Euro White'	8.7 e	37.8 a	13.5 bc	1.1 abc	8.2 d
'Moon Light'	9.8 d	16.2 g	6.2 fg	0.5 e	8.8 cd
'Noa White'	10.7 c	15.4 g	6.2 fg	0.6 de	10.4 abc
'Noa Yellow'	9.1 e	17.8 f	5.3 g	0.6 de	11.5 a
'Euro Yellow'	8.4 e	27.7 cd	8.0 ef	0.8 cde	10.3 abc
'Arctic Queen'	10.8 c	28.9 c	12.1 cd	1.2 ab	10.3 abc
L.S.D.5%	0.41	0.70	1.30	0.23	1.22
CV (%)	13.04	28.84	40.52	33.69	14.14
PCV (%)	13.50	29.89	41.96	34.70	14.63
GCV (%)	13.30	29.84	41.32	32.78	12.46
ECV (%)	2.32	1.71	7.32	11.39	7.67
Heritability (%)	97.04	99.67	96.96	89.23	72.51
GA	2.83	15.34	8.87	0.63	2.12
GAM (%)	27.00	61.41	83.76	64.29	21.86

* See foot note of Table 2, D.W/F.W; fresh and dry weight ratio.

잎의 건물중은 'Pink Pride'와 'Leopard' 품종이 각각 1.5g과 1.4g으로 무거운 편이었고 'Moon Light' 품종은 0.5g으로서 가장 가벼웠으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 33.69%, PCV는 34.70%, GCV는 32.78%로 대단히 높은 편이었고, ECV는 11.39%로 중정도를 나타내었다. 유전율은 89.23%로 대단히 높았으며 GA는 0.63으로 대단히 낮았고, GAM은 64.29%로 중정도를 나타내었다.

생체중:건물중의 비율은 Noa Yellow 품종이 11.5%로서 가장 높았으며 'Leopard'와 'Euro White' 품종이 각각 7.6%와 8.2%로 낮은 편이였으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 14.14%, PCV는 14.63%, GCV는 12.46%로 중정도의 변이율을 나타내었고, ECV는 7.67%로 중정도를 나타내었다. 유전율은 72.51%로 비교적 높은 편이었고 GA는 2.12로 낮았고, GAM 역시 21.86%로 낮은 편이었다.

이상의 결과를 요약하면 엽수, 엽면적, 생체중, 건물중, 생체중:건물중의 비율 등 5가지 요인은 품종 간 유의차가 인정되었다. 변이계수, 표현변이계수, 유전변이계수는 생체중이 가장 높았고 엽수가 가장 낮은 편이었다. 오차 또는 환경변이계수는 엽면적이 가장 낮았고 건물중이 높았다. 유전율은 생체중이 가장 높았고, 생체중:건물중의 비율이 가장 낮은 편이었다. 유전자 전이는 건물중이 가장 낮았고 엽면적이 가장 높았으며 유전자 전이율은 생체중:건물중의 비율이 가장 낮았고 생체중이 가장 높았다.

10종류의 국화품종 간 화서의 길이, 생체중, 건물중 및 생체중:건물중의 비율, 꽃목의 경도를 보면 Table 5와 같다. 화서의 길이는 'Green Bird' 품종이 18.6cm로 가장 길었고 'Leopard' 품종이 10.1cm로 가장 짧았으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 19.56%, PCV는 20.09%, GCV는 18.65%로 다소 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 7.47%로 중정도를 나타내었다. 유전율은 86.18%로 비교적 높은 편이였으며, GA는 4.74로 낮았고, GAM 역시 35.67%로 낮은 편이었다.

화서의 생체중과 건물중은 'Euro White' 품종이 생체중 26.7g, 건물중 2.8g으로 가장 무거웠으며, 'King Fisher' 품종은 생체

Table 5. Inflorescence length, fresh and dry weight, ratio of fresh and dry weight, and hardness of flower neck of 10 cultivars of *Chrysanthemum morifolium* cultivated for cut flowers in a Venlo-type greenhouse.

Cultivar	Inflorescence length (cm)	Inflorescence			Mean hardness of flowerneck (kg·m ⁻²)
		Fresh weight (g)	Dry weight (g)	D.W/F.W ratio (%)	
'Pink Pride'	11.9 c-f	13.1 de	1.7 cde	12.6 bc	0.39 bc
'King Fisher'	12.4 c-f	7.3 f	1.2 e	17.1 a	0.31 cd
'Green Bird'	18.6 a	15.4 cd	2.1 bc	13.5 b	0.22 d
'Leopard'	10.1 f	18.1 bc	2.2 bc	12.2 bc	0.64 a
'Euro White'	15.9 ab	26.7 a	2.8 a	10.4 d	0.49 ab
'Moon Light'	11.1 ef	12.9 de	1.5 de	11.5 cd	0.34 bcd
'Noa White'	11.1 def	10.2 ef	1.2 e	12.1 bc	0.36 bcd
'Noa Yellow'	14.1 bc	9.4 f	1.3 e	13.5 b	0.34 bcd
'Euro Yellow'	13.6 b-e	19.0 b	2.6 ab	13.5 b	0.42 bcd
'Arctic Queen'	14.1 bcd	16.5 bc	2.0 cd	12.1 bc	0.39 cd
L.S.D.5%	1.77	2.00	0.33	0.96	0.09
CV (%)	19.56	37.20	30.37	14.01	30.44
PCV (%)	20.09	38.50	31.40	14.48	47.47
GCV (%)	18.65	37.67	29.60	13.78	46.58
ECV (%)	7.47	7.96	10.46	4.46	9.13
Heritability (%)	86.18	95.72	88.90	90.52	96.30
GA	4.74	11.28	1.06	3.46	0.36
GAM (%)	35.67	75.91	56.99	26.93	93.02

* See foot note of Table 2, D.W/F.W; fresh and dry weight ratio.

중 7.3g, 건물중 1.2g으로 가장 가벼웠고 'Noa White' 품종과 'Noa Yellow' 품종의 건물중 또한 각각 1.2, 1.3g으로 가벼운 편이었으며 품종 간 유의차가 인정되었다. 생체중과 건물중의 CV는 각각 37.20, 30.37%, PCV는 각각 38.50, 31.40%, GCV는 각각 37.67, 29.60%로 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 각각 7.96, 10.46%로 중정도를 나타내었다. 유전율은 각각 95.72, 88.90%로 대단히 높은 편이었고, GA는 생체중은 11.28, 건물중은 1.06으로 두 요인 간 차이가 있었으며, GAM은 생체중은 75.91%로 비교적 높은 편이었고, 건물중은 56.99%로 중정도이었다.

화서의 생체중:건물중의 비율은 생체중과 건물중이 가장 가벼웠던 'King Fisher' 품종이 17.1%로 가장 높은 반면, 생체중과 건물중이 가장 무거웠던 'Euro White' 품종이 10.4%로 가장 낮았으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 14.01%, PCV는 14.48%, GCV는 13.78%로 중정도의 변이율을 나타내었고, ECV는 4.46%로 낮은 편이었다. 유전율은 90.52%로 대단히 높은 편이었으며, GA는 3.46으로 낮았고, GAM 역시 26.93%로 낮은 편이었다.

꽃목의 경도는 'Leopard' 품종이 0.64kg·m⁻²로 강한 반면, 'Green Bird' 품종은 0.22kg·m⁻²로 가장 약했으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 30.44%, PCV는 47.47%, GCV는 46.58%로 대단히 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 9.13%로 중정도를 나타내었다. 유전율은 96.30%로 대단히 높았으며, GA는 0.36으로 대단히 낮았고, GAM은 93.02%로 대단히 높은 편이었다.

이상의 결과를 요약하면 화서의 길이, 생체중, 건물중, 생체중:건물중의 비율 및 꽃목의 경도 등 5가지 요인 모두 품종 간 유의차가 인정되었다. 변이계수는 5가지 요인 모두에서 상당한 차이가 있었으며 꽃목의 경도가 비교적 높은 편이었고 생체중:건물중의 비율이 낮은 경향이였다. 유전율은 전반적으로 높았으나 그 중 꽃목의 경도가 가장 높은 편이었고 화서의 길이가 상대적으로 낮은 편이었다. 유전자 전이는 꽃목의 경도가 가장 낮은 편이었고 화서의 생체중이 가장 높았고, 유전자 전이율은 꽃목의 경도가 가장 높았으며 생체중:건물중의 비율이 낮은 편이었다.

10종류의 국화품종을 대상으로 화서 내 엽수, 엽면적, 최하부 소화경 하단부에 부착된 잎의 두께, 생체중과 건물중 및 생체중:건물중의 비율을 보면 Table 6과 같다. 화서 내 엽수는 'Euro Yellow' 품종이 11.7매로 가장 많은 반면, 'Leopard'와 'King Fisher' 품종은 각각 6.1매, 6.2매로 적은 편이었으며, 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 21.86%, PCV는 22.64%, GCV는 22.24%로 다소 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 4.62%로 낮은 편이었다. 유전율은 96.47%로 대단히 높았으며, GA는 3.76으로 낮았고, GAM은 44.92%로 비교적 낮은 편이었다.

화서 내 엽면적은 'Euro White' 품종이 26.7cm²로 가장 넓은 반면, 'Arctic Queen' 품종은 5.8cm²로 가장 좁았으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 62.97%, PCV는 65.26%, GCV는 65.21%로 대단히 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 2.50%로 낮은 편이었다. 유전율은 99.85%로 대단히 높았으며, GA는 15.83으로 비교적 낮았고, GAM은 134.27%로 대단히 높은 편이었다.

최하부 소화경 하단부에 부착된 잎의 두께는 'Green Bird'와 'Leopard' 품종은 각각 585.6μm와 584.4μm로서 가장 두꺼운 반면, 'Noa White', 'Noa Yellow', 'Euro Yellow'와 'Arctic Queen' 품종은 387.8-410.0μm로서 얇은 편이었으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 15.72%, PCV는 16.29%, GCV는 16.09%로 비교적 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 2.55%로 낮은 편이었다. 유전율은 97.55%로 대단히 높았으며, GA는 156.65로 대단히 높았고, GAM은 32.74%로 비교적 낮은 편이었다.

화서 내 엽의 생체중과 건물중은 'Euro White' 품종은 생체중 10.0g, 건물중 1.1g으로 가장 무거운 반면, 'King Fisher' 품종이 생체중 1.5g, 건물중 0.2g으로 가장 가벼웠으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 각각 55.06, 53.08%, PCV는 각각 56.80, 54.82%, GCV는 각각 54.14, 51.31%로 대단히 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 각각 17.20, 19.30%로 다소 높은 편이었다. 유전율은 각각 90.83, 87.61%로 대단히 높았으며, GA는 각각 5.42와 0.55로 낮은 편이었으나, GAM은 각각 106.07와 100%로 대단히 높은 편이었다.

Table 6. Number of leaves, leaf area, leaf thickness, fresh and dry weight in inflorescence of 10 cultivars of *Chrysanthemum morifolium* cultivated for cut flowers in a Venlo-type greenhouse.

Cultivar	No. of Leaves.	Leaf area (cm ²)	Leaf thickness ^z (μm)	Leaf		D.W/F.W ratio (%)
				Fresh weight (g)	Dry weight (g)	
'Pink Pride'	7.4 cd	15.3 c	492.2 c	6.1 bcd	0.6 bc	10.1 cd
'King Fisher'	6.2 e	6.4 g	494.4 c	1.5 e	0.2 e	16.2 a
'Green Bird'	8.6 b	8.8 e	585.6 a	5.4 cd	0.6 bcd	11.1 bcd
'Leopard'	6.1 e	23.5 b	584.4 a	8.0 ab	0.8 ab	10.6 cd
'Euro White'	6.8 de	26.7 a	532.2 b	10.0 a	1.1 a	10.7 cd
'Moon Light'	9.1 b	11.8 d	507.9 bc	3.8 de	0.3 de	8.7 d
'Noa White'	8.2 bc	7.4 f	400.0 d	2.3 e	0.3 de	12.0 bc
'Noa Yellow'	8.6 b	7.4 f	390.0 d	2.6 e	0.3 cde	13.6 ab
'Euro Yellow'	11.7 a	4.9 h	410.0 d	7.6 abc	0.9 ab	11.6 bcd
'Arctic Queen'	11.0 a	5.8 g	387.8 d	3.8 de	0.4 cde	9.7 cd
L.S.D.5%	0.59	0.50	19.83	1.52	0.19	1.69
CV (%)	21.86	62.97	15.72	55.06	53.08	19.49
PCV (%)	22.64	65.26	16.29	56.80	54.82	19.87
GCV (%)	22.24	65.21	16.09	54.14	51.31	18.18
ECV (%)	4.26	2.50	2.55	17.20	19.30	8.01
Heritability (%)	96.47	99.85	97.55	90.83	87.61	83.74
GA	3.76	15.83	156.65	5.42	0.55	3.92
GAM (%)	44.92	134.27	32.74	106.07	100	34.30

* See foot note of Table 2, D.W/F.W; fresh and dry weight ratio

^zThickness of leaf in the last pedicel from the top.

생체중:건물중의 비율은 오히려 생체중과 건물중이 가장 가벼웠던 'King Fisher' 품종이 16.2%로 가장 높은 반면, 'Moon Light' 품종이 8.7%로 가장 낮았으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 19.49%, PCV는 19.87%, GCV는 18.18%로 비교적 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 8.01%로 중 정도의 변이율을 나타내었다. 유전율은 83.74%로 비교적 높았으며, GA는 3.92로 낮았고, GAM은 34.30%로 비교적 낮은 편이었다.

이상의 결과를 요약하면 화서 내 엽수, 엽면적, 최하부 소화경 접착부 위의 두께, 화서 내 엽의 생체중, 건물중, 생체중:건물중의 비율 등을 조사한 결과, 6가지 요인 모두 품종 간 유의차가 인정되었으며 변이계수, 표현변이계수, 유전변이계수는 위의 두께가 낮은 편이었고 엽면적이 높은 편이었으며 오차 또는 환경변이계수는 엽수, 엽면적, 위의 두께에서 전반적으로 낮은 편으로 있었고 건물중이 가장 높았다. 유전율은 83.74~99.85%로 전반적으로 높은 편이었다. 유전자 전이는 건물중은 대단히 낮은 반면 위의 두께는 100%이상으로 대단히 높았다. 유전자 전이율 역시 요인간 차이가 있었는데 체중:건물중의 비율은 34.30%로 비교적 낮은 편이었으나 엽면적, 생체중과 건물중은 100%이상으로 대단히 높았다.

10종류의 국화품종을 대상으로 화심의 직경, 꽃잎 폭, 꽃잎 길이와 꽃잎의 두께를 보면 Table 7과 같다. 화심의 직경은 품 폰형 1품종과 겹꽃 3품종을 제외한 6품종만 측정이 가능하였다. 화심의 직경은 'Noa White' 품종이 13.3mm로 가장 길었고 'King Fisher' 품종이 8.9mm로 가장 짧았으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 18.29%, PCV는 19.46%, GCV는 19.24%로 비교적 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 2.90%로 낮은 편이었다. 유전율은 97.77%로 대단히 높았으며, GA는 4.26로 낮았고, GAM 역시 39.14%로 비교적 낮은 편이었다.

꽃잎의 폭은 'Arctic Queen' 품종이 가장 넓었고 'Green Bird' 품종이 5.7mm로 가장 좁았으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 22.18%, PCV는 22.95%, GCV는 22.54%로 비교적 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 4.32%로 낮은 편이었다. 유전율은 96.45%로 대단히 높았으며, GA는 4.59로 낮았고, GAM 역시 45.63%로 비교적 낮은 편이었다.

Table 7. Flower center diameter and petal width, length, and thickness of 10 cultivars of *Chrysanthemum morifolium* cultivated for cut flowers in a Venlo-type greenhouse.

Cultivar	Flower center diameter (mm)	Petal		
		Width (mm)	Length (mm)	Thickness (μm)
'Pink Pride'	10.2 c	9.5 de	16.6 e	233.3 c
'King Fisher'	8.9 d	8.0 f	20.9 d	232.2 c
'Green Bird'	—	5.7 g	12.9 f	354.4 a
'Leopard'	12.6 ab	9.5 de	19.6 d	200.0 d
'Euro White'	—	10.4 cd	20.1 d	277.8 b
'Moon Light'	8.2 d	9.1 ef	15.5 ef	157.8 e
'Noa White'	13.3 a	11.7 b	25.4 c	221.1 cd
'Noa Yellow'	12.1 b	11.0 bc	20.4 d	202.7 d
'Euro Yellow'	—	11.7 b	28.4 b	205.6 d
'Arctic Queen'	—	14.0 a	33.1 a	205.6 d
L.S.D.5%	0.52	0.75	1.74	13.49
CV (%)	18.29	22.18	28.12	22.79
PCV (%)	19.46	22.95	29.09	23.58
GCV (%)	19.24	22.54	28.72	23.35
ECV (%)	2.90	4.32	4.62	3.33
Heritability (%)	97.77	96.45	97.48	98.01
GA	4.26	4.59	12.44	109.06
GAM (%)	39.14	45.63	58.43	47.61

* See foot note of Table 2.

10종류의 국화품종을 대상으로 꽃잎의 길이는 꽃잎의 폭이 넓은 'Arctic Queen' 품종이 33.1mm로 긴 편이었으며 꽃잎의 폭이 좁았던 'Green Bird' 품종이 12.9mm로 가장 짧았으며 품종 간 유의차는 인정되었다. CV는 28.12%, PCV는 29.09%, GCV는 28.72%로 비교적 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 4.62%로 낮은 편이었다. 유전율은 97.48%로 대단히 높았으며, GA는 12.44로 비교적 낮은 편이었고, GAM 역시 58.43%로 중정도이었다.

꽃잎의 두께는 꽃잎의 폭이 좁고 길이가 짧은 'Green Bird' 품종이 354.4 μ m로 가장 두꺼운 반면, 'Moon Light' 품종은 157.8 μ m로 얇은 편이었으며 품종 간 유의차가 인정되었다. CV는 22.79%, PCV는 23.58%, GCV는 23.35%로 비교적 높은 변이율을 나타내었고, ECV는 3.33%로 낮은 편이었다. 유전율은 98.01%로 대단히 높았으며, GA는 109.06으로 대단히 높은 편이었고, GAM은 오히려 47.61%로 비교적 낮은 편이었다.

이상의 결과를 요약하면 화심의 직경, 꽃잎의 폭, 꽃잎의 길이, 꽃잎의 두께 등 4가지 요인 모두 품종 간 평균치의 유의차가 인정되었으며 변이계수, 표현변이계수와 유전 변이계수는 전반적으로 높은 편이었으며 오차 또는 환경변이계수는 낮은 편이었고 유전율은 4요인 모두 대단히 높았다. 유전자 전이는 요인 간 차이가 현저하여 화심의 직경 4.26, 꽃잎의 두께는 109.06였다. 유전자 전이율은 전반적으로 39.14-58.43%로 낮은 편이었다.

고찰

다양한 재배종의 스프레이 국화를 대상으로 잎, 줄기 등 영양기관과 소화경, 화기 등 생식기관의 형태적 특성을 조사하여 통계학적 분석을 시도한 결과, 잎 등을 포함한 줄기와 꽃을 포함한 화서 관련 모든 양적 형질에서 품종 간 차이가 뚜렷하였고 품종 간 뚜렷한 평균치의 차이를 나타내었으며 모든 요인에서 통계학적으로 품종 간 유의차가 인정되었다. 국화의 경우, Rajashe-karan et al.(1895), Cheizhiyan et al.(1985b), Baskaran et al.(2004)은 여러 가지 유형의 국화 재배종의 특성을 조사한 결과, 품종별로 초장, 분지수, 개화기간, 개화 소요일수 및 수량 등에 있어서 재배 품종 간 현저한 차이가 있다고 하였으며, Negi et al.(1988)은 국화 재배종을 포함한 12품종의 특성을 조사한 결과, 모든 영양기관과 화기(생식기관)의 모든 형질들이 품종 간 유의성을 나타내었다고 하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치하였다.

변이계수는 영양기관인 줄기, 줄기 내 잎과 생식기관인 화서, 화서 내 잎, 꽃 등의 형태적 특성으로 나누어 산출했을 때 이들 기관 내 또는 기관 간 변이의 폭과 크기의 차이가 있었으며 약 5-40%까지의 차이를 나타내었다. 유전 변이계수 역시 기관 간 또는 기관 내 형질 간 차이를 나타내었으며 형질에 따라 약 5-90%까지 변이의 폭이 대단히 넓었다. 본 실험에서와 같이 다른 작물에서도 변이계수의 차이를 나타내었는데 Misra et al.(2013)은 스프레이 국화의 변이계수는 8.93-45.87%로서 형질 간 큰 차이를 나타내었다고 하였으며 PCV와 GCV 값은 같은 요인 내에서는 비슷하였고 최저와 최대치의 값은 다소 차이가 있으나 본 실험과 거의 비슷한 경향을 나타내고 있으며, Ponnuswami et al.(1985)은 국화의 형질 별 변이계수를 산출한 결과, 개체 당 화수와 개화까지 일수는 유전 또는 표현형 변이계수(GCV 또는 PCV) 모두 상당히 높았다고 하였고, Choudhary et al.(2003)은 스프레이 국화 11 품종의 유전적 변이를 분석한 결과, PCV와 GCV는 영양기관에서는 엽수가 가장 높았고 최초 분지수, 줄기의 굵기, 초장 순이었으며 생식기관에서는 개체 당 꽃의 수의 변이계수가 가장 높았고 설상 화수, 건물중 순이었으며 이들 3가지 형질은 최대의 유전변이를 나타내었다고 하였다. 또한 CV를 위시한 PCV, GCV 값의 크기는 같은 요인 내에서는 거의 비슷하였으며 이들에 비해 ECV의 값은 상대적으로 낮은 편이었다. 본 실험에서도 타 연구자의 결과와 같이 변이계수의 값이 형질에 따라 차이가 있었으며 이는 연구자에 따라 품종과 조사 형질이 다른데 기인하는 것으로 판단되며 변이계수의 변이의 폭은 형질에 따라 그 범위가 정해 질 것으로 생각되며 특히 유전변이계수의 폭이 크면 클수록 특정 형질의 후대 유전의 가능성이 낮아져서 불안정한 상태가 유지될 것으로 추정된다.

유전율은 줄기와 화서는 약 70-99% 이상으로 각 기관 간 유전율의 폭의 차이가 있었고 요인 간 최소 유전율과 최대 유전율에서도 차이가 있었다. Kunigunda(2004)는 국화 7 품종의 특징을 대상으로 유전율을 산출한 결과, 유전율은 초장이

78.1%이고, 엽폭이 92.2%였으며 우수한 특징을 지닌 재배종으로는 꽃의 직경은 Lameet Bright, 꽃잎의 길이는 White Cigarette와 Nivalachs, 꽃의 폭은 La Cagouille Yellow Cigarette였다고 하였다. 이들 우수성을 지닌 재배종은 우량한 질적 특징을 가진 새로운 재배종의 모본으로 활용될 것이라고 하였는데 이는 본 실험의 결과에서도 동일한 경향치를 나타내었다. 한편 Zhang et al.(2008)은 국화 52 품종의 특징을 대상으로 유전율을 산출한 결과, 모든 화서의 형질에서 96.00%로 상당히 높은 유전율을 나타내었다고 하였으며 Han(2011, 2012)은 대국 27품종의 유전율을 산출한 결과, 모든 양적 형질에서 86.80% 이상의 높은 유전율을 나타내었으며 설상화서의 수의 유전율이 70.00%로 가장 높았으며 모든 양적 형질의 유전율은 86.80% 이상으로 대단히 높았다고 하였는데 본 실험에서도 조사 형질에 따라 상당한 차이를 나타내어 이는 형질 고유의 특성 때문인 것으로 추정된다. 이와 같은 결과로부터 유추해 볼때 하나의 개체를 구성하는 다양한 형질 중 안정적으로 유전하는 형질이 있는 반면 유전적으로 매우 불안정한 형질이 존재한다는 근거 하에 품종의 개량이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 한편 본 실험의 결과, 유전자 전이 또는 유전자 전이율의 값이 본 실험의 경우 형질에 따라 현저한 차이를 나타내어 적게는 1% 미만에서 크게는 100% 이상으로 현저한 차이가 있었다. Ibrahim et al.(2011), Suma and Patil(2006) 또는 Al-Tabbal(2012)은 각각 서로 다른 작물을 재료로 분석한 결과 작물 또는 형질에 따라 유전자 전이 또는 전이율에 차이를 나타내었으며 특히 작물 간 차이는 박하가 전반적으로 10%이하로 낮은 편인데 반해 데이지는 형질에 따른 차이도 현저하여 낮게는 10%, 높게는 100%이상으로 대단히 높았다고 하였다. Zhang et al.(2008)은 절화 국화의 경우 유전자 전이율은 꽃의 수에 있어서 품종 간 차이가 있었는데 149.42-168.59%로 대단히 높다고 하였다. 본 실험에서도 화서 내 엽면적은 134.27%로 대단히 높았는데 이는 형질에 따라 대단히 높은 전이율을 나타낼 수도 있음을 시사하는 것이며 특히 본 실험에 있어서 줄기의 엽면적의 유전자 전이율이 61.41%에 비해 화서 내 엽면적은 현저히 높았는데 이는 착생 부위 또는 생리적 역할에 따른 유전자 전이율의 변화에 기인하는 것으로 추정된다.

적 요

절화용으로 재배중인 주요 스프레이 국화 10품종의 형태적 특성과 관련된 요인을 조사하였으며 이들 평균치를 이용하여 변이계수, 유전율 및 유전자 전이율 등의 통계학적 분석을 통하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다. 형태적 특성을 보면 줄기의 길이 46.4-54.9cm, 줄기의 최대 직경 5.6-8.5mm, 줄기의 경도 0.17-0.70kg·m⁻², 줄기의 생체중 7.5-17.5g, 줄기의 건물중 1.6-3.3g, 줄기의 생체중:건물중의 비율 15.9-23.1%, 줄기 내 엽수 8.4-12.2매, 줄기 내 엽면적 17.8-37.8m², 줄기 내 잎의 생체중 5.3-18.6g, 줄기 내 잎의 건물중 0.5-1.4g, 줄기 내 잎의 생체중:건물중의 비율 7.6-11.5%, 화서의 길이 10.1-18.6cm, 화서의 생체중 7.3-26.7g, 화서의 건물중 1.2-2.8g, 화서의 생체중:건물중의 비율 10.4-17.1%, 화심 직경 8.2-13.3mm, 꽃잎 폭 5.7-14.0mm, 꽃잎 길이 12.9-33.1mm, 꽃잎 두께 157.8-354.4μm였으며 각 특성별 품종 간 DMRT와 LSD를 검정한 결과 고도의 유의차가 인정되었다. 변이계수, 표현 변이계수, 유전 변이계수는 줄기의 길이 4.79-5.15%로서 가장 낮았으며 엽면적 62.97-65.21%로 가장 높았으나 환경 또는 오차 변이계수는 엽면적 1.71%로 가장 낮았고 잎의 건물중 19.30%로 가장 높았다. 유전율은 줄기의 생체중:건물중의 비율 68.69%로 가장 낮았고 줄기 내 엽면적 99.67%로 가장 높았다. 유전자 전이는 줄기의 경도 0.30으로 가장 낮았고 화서 내 잎의 두께 156.65로 가장 높았으며 유전자 전이율은 줄기의 길이 9.17%로 가장 낮았으며 엽면적 134.27%로 가장 높았다. 이와 같이 위에서 언급한 높은 값을 나타내는 형질들은 부가적으로 유전자 작용에 영향을 미치게 되며 경종의 개량을 위해 만족할만한 선발 계획을 수립할 수 있을 것이다.

추가주요어: 변이계수, 환경 또는 오차 변이계수, 유전 변이계수, 표현 변이계수

Literature Cited

- Barigagad H, Patil AA, Nalawadi UG (1992) Variability studies in chrysanthemum. *Prog Hortic* 24:55-59
- Baskaran V, Janakiram T, Jayanthi R (2004) Varietal evaluation of chrysanthemum. *Karnataka J Hortic Sci* 1:23-27
- Burton GW, Davane EM (1953) Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agron J* 45:478-481
- Chezhiyan N, Ponnuswami V, Thamburaj S, Khader JMA, Nangan, Gunashekar N (1985a) Evaluation of chrysanthemum cultivars. *South Indian Hortic* 33:279-282
- Chezhiyan N, Ponnuswami V, Thamburaj S, Khader JMA, Ponnuswami V, Samvadamurthi S, Rangaswamy P (1985b) New varieties of horticultural crops released by Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore during 1985, CO-1 chrysanthemum. *South Indian Hortic* 33:72-73
- Choudhary LB, Prasad B (1968) Genetic variation and heritability of quantitative characters in Indian mustard II. *Indian J Agric Sci* 38:820-825
- Choudhary TM, Sangita M, Bhaskarjyoti S, Sangita D (2003) Extent of genetic variation for growth and floral characters in chrysanthemum cultivars under Assam condition. *J Ornament Hortic* 6:207-211
- Dutta P, Dutta PN, Borua PK (2013) Morphological traits as selection indices in Rice: a statistical view. *Univers J Agric Res* 1:85-96. doi:10.13189/ujar.2013.010308
- Han Y (2011) Study on comprehensive evaluation system of cut chrysanthemum and genetic analysis of main characters. Master's thesis. Nanjing Agricultural College, China
- Han Y, Yao JJ, Chen FD, Chen SM, Fang WM, Ye YP, Liu ZL, Guan ZY, Wang CX (2012) Correlation and path analysis of flower diameter with other quantitative characters in standard cut chrysanthemum. *J Nanjing Agric Univ* 35:156
- Ibrahim MM, Aboud KA, Hussein RM (2011) Genetic variability and path coefficient analysis in sweet basil for oil yield and its components under organic agriculture conditions. *J Am Sci* 7:150-157
- Jalal A, Al-Tabbal, Ahmad H, Al-Fraihat (2012) Genetic Variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. *J Agric Sci* 4:193-210. doi:10.5539/jas.v4n3p193
- Kim SJ, Lee SK, Kim KS (2012) Current research trend of postharvest technology for chrysanthemum. *Korean J Plant Res* 25:156-168. doi: 10.7732/kjpr.2012.25.1.156
- Kunigauda A (2004) Variability of different traits in several chrysanthemum cultivars. *Not Bot Horti Agrobot Cluj* 32:24-26
- Lush JL (1949) Heritability of quantitative characters in farm animals. *Heredities* 35:356-375. doi:10.1111/j.1601-5223.1949.tb03347.x
- Misra S, Mandal T, Vanlalruati, Das SK (2013) Correlation and path coefficient analysis for yield contributing parameters in spray chrysanthemum. *J Hortic Lett* 3:14-16. doi:10.9735/0976-9943.3.1.14-16
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF) (2011) Statistics for floricultural industry in 2010. MIFAFF, Gwacheon, Korea, pp 244
- Negi SS, Rao TM, Ramachandran N (1988) Annual Report for 1988, Indian Institute of Horticultural research, Hesaraghatta, bangalors. India
- Ponnuswami V, Chezhiyan N, Khader JNA, Thamburaj J (1985) Genetic variability in chrysanthemum. *South Indian Hortic* 33:211-213
- Raghava SPS, Negi SS, Nancharaiah D (1992) Genetic variability, correlation and path analysis in chrysanthemum. *Indian J Hortic* 49:200-204
- Reid MS (2004) Produce facts-chrysanthemum, florists mum. Recommendations for maintaining postharvest quality. Davis Postharvest Technology Research & Information Center. Univ. of California, CA, USA
- Robinson HF, Comstock RE, Harvery PH (1951) Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implication in selection. *Agron J* 43:282-287
- Singh B, Padlani NK (1989) Chrysanthemum varietal wealth. *Indian Hortic* 36:30-31
- Suh EJ, Han BH, Lee YH, Lee SK, Hong JK, Kim KH (2015) The selection of domestically bred cultivars for spray-type Chrysanthemum transformation. *Korean J Hortic Sci Technol* 33:947-954
- Suma V, Patil VS (2006) Genetic variability and character association studies in daisy (*Aster amellus* L.) genotypes. *Karnataka J Agric Sci* 19:749-753
- Zhang F, Fang WM, Chen FD, Zhao HB, Jia WK (2008) Genetic variability patterns and correlation analysis for cut chrysanthemum with emphasis on inflorescence traits. *J Zhejiang For Coll* 25:293-297