

토양산도가 무궁화의 생장 및 화색에 미치는 영향

조윤진*, 박형순, 정현관, 김세현, 정동준¹, 한진규
국립산림과학원 산림유전자원부, ¹경희대학교 생태시스템공학과

Effect of Soil pH on Growth and Flower Color in *Hibiscus siriacus* L.

Yoon-Jin Cho*, Hyung-Soon Park, Hun-Gwan Chung, Sea-Hyun Kim, Dong-Jun Chung¹ and Jin-gyu Han

Department of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

¹Institute of Life Sciences & Resources Kyunghee University, Suwon 449-701, Korea

Abstract - This is a study on relationship between soil pH and flower color and growth of *Hibiscus siriacus* L, looking for the pH range to result the most ideal flower color. I anticipate this study result will lay a foundation of improved breeding plan of *Hibiscus siriacus* L. According to the result of investigation and analysis on bleeding peculiarities by each soil pH, the numbers of leaves in Honghwarang and Younggwang reached the highest at pH 7: 188.73 and 135.87 respectively. Increased pH resulted the increased number of leaves. According to the result of investigation and analysis on color changes of four kinds of *Hibiscus siriacus* L. at various pH level, Honghwarang's L value gradually decreased from 17.05 to 12.26 at pH increase while a value increased from 16.37 to 20.91.

Key words - *Hibiscus siriacus*, Soil pH, Flower Color, Cultivar

서 언

무궁화屬 식물들은 오랜 기간 교잡에 의해 수많은 품종들이 육성되어 세계적으로 약 200여 종이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 다른 수목들이 꽃을 피우지 않는 여름철에 개화기간이 100여 일 동안 지속되어 조경수로서의 가치 또한 대단히 높은 것으로 인정받고 있다(Yu and Yeam, 1987; Editorial Committee, Pictorial Record of *Hibiscus Syriacus* L., 1993; Harris and Harris, 1994).

일반적으로 무궁화는 재배하기는 쉽지만 관목성이기 때문에 가로수로 이용할 수 있는 교목성으로는 부적합하다고 알려져 있으나, 최근 들어 가로수로 이용하기 위한 일련의 연구가 수행되고 있고(Shim, 1994, 1996), 이미 외국에서는 무궁화가 지닌 독특한 특성을 이용하여 가로수로 식재하여 시민들로부터 많은 사랑을 받고 있다. 이에 조경수목으로서 무궁화의 화색은 아름다운 꽃을 보기 위함으로 다른 요인들보다 중요하다고 할 수 있다.

우리나라는 1960년대 중반부터 시작된 경제개발 과정에서 산업화 및 차량 등 매연으로 인한 도시의 대기오염과 산

성우 등에 의한 산성강하물은 토양의 산성화와 부영양화를 촉진시키기 때문에 육상생태계의 구조와 기능에 큰 변화를 초래하고 있다(Johnson and Lindberg 1989; Johnson *et al.* 1993; Abrahamsen *et al.* 1989).

본 연구에서는 나라꽃 무궁화의 아름다움을 나타내는 화색에 미치는 요인에 대한 연구 중 아직 이루어지지 않은 토양산도와 무궁화의 화색특성과 생장과의 관계를 조사 연구함으로써 가장 이상적이며 고유의 색깔을 갖추는 pH범위를 파악하여 무궁화 화색육종 계획의 기초를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 시험설계

본 연구의 공시재료는 국립산림과학원 산림유전자원부에서 보유하고 있는 무궁화 중 화색이 우리 국민의 기호에 알맞다고 생각되는 홍단심계의 대표수종 홍화랑, 영광과 자단심계의 불새, 청단심계의 대표수종 Blue Bird 품종을 사용하였다. 공시재료 4품종은 2년생 삼목묘를 품종 당 60본씩 식재하였다. 또한 공시토양은 부식토(4) : 비료(2) : 모래(4)의 비율로 혼합한 용토를 사용하였다. 화분 용토의 토양 pH는 4.0, 5.0, 6.0, 7.0의 4구로 설정하였다.

* 교신저자(E-mail) : yoonjin1999@hanmail.net

무궁화 삽목묘 생육

2005년 4월에 무궁화 삽목묘를 재배용기(상부직경 20cm, 높이 20cm, 하부직경14cm)에 이식하여, 경기도 수원시에 위치한 국립산림과학원 산림유전자원부 유리온실 내에서 plot을 설치하였으며 생육기간 중 온실의 조건은 자연 강우만 차단하고 통풍이 잘되는 상태로 유지하였다. 2005년 4월부터 9월까지 6개월 동안 생육하였다.

생육조사 및 개화특성과 화색변화 측정

생육조사는 6월부터 10일 간격으로 수고, 근원경, 엽장, 엽폭, 엽수, 분지수 등을 조사하였다. 7월부터 실험 종료 시 까지 개화특성(꽃크기, 꽃높이, 단심크기, 단심퍼짐 등) 조사를 매일하였다.

화색 측정은 분광측색계(Spectrum color meter, JX-777, Color Tech. Sys. Corp., Japan)를 이용하였으며, 화색의 측정 위치는 꽃잎에서 단심과 방사맥을 배제한 상부중앙과 그 주변으로 한정 하였으며, 삽목묘 한 주당 3송이씩 3

반복하여 측정된 값의 평균값을 분석에 이용하였다. 또한, 화색의 표시는 1976년 국제조명위원회에서 규격화 되어 현재 우리나라에서 KS로 채용하고 있는 L*a*b 표색계로 나타내었다. 조사된 모든 자료는 SAS통계 패키지(Ver. 6.12)를 이용하여 기본통계량을 분석하였다.

결과 및 고찰

생육특성

토양산도별 4품종의 생육특성을 조사하고 분석한 결과는 Table 1과 같다. 홍단심계통의 홍화랑 품종은 pH 5에서 근원경은 349.00mm로 가장 컸으며 pH 7에서 엽수가 183.73개로 가장 많아 pH가 높을수록 증가하는 경향을 보였으나 수고와 분지수는 4 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 영광 품종은 pH 6~7에서 분지수와 엽수가 각각 8.33개와 135.87개로 가장 크게 나타나 pH가 높을수록 증가하는 경향을 보였으며 수고는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 자

Table 1. Growth characteristics of varieties by soil pH

품종	pH	수고 (mm)	근원경 (mm)	분지수 (개)	엽수 (개)
홍화랑	4	564.00 ^{b2}	185.60 ^c	6.53 ^a	152.47 ^{bc}
	5	679.32 ^a	233.47 ^{bc}	7.60 ^a	175.53 ^{ab}
	6	650.33 ^{ab}	349.00 ^a	6.40 ^a	142.27 ^c
	7	660.67 ^{ab}	240.67 ^b	7.07 ^a	183.73 ^a
	F-value	2.28 ^{NS}	15.11 ^{**}	1.11 ^{NS}	4.38 ^{**}
영광	4	499.40 ^b	292.87 ^a	6.46 ^{bc}	103.60 ^b
	5	514.07 ^{ab}	219.07 ^b	6.00 ^c	96.00 ^b
	6	562.67 ^a	200.00 ^b	7.40 ^{ab}	135.87 ^a
	7	543.33 ^{ab}	184.00 ^b	8.33 ^a	124.33 ^a
	F-value	2.41 ^{NS}	13.78 ^{**}	5.97 ^{**}	12.30 ^{**}
PS80-1	4	580.60 ^a	286.07 ^a	5.13 ^b	98.60 ^a
	5	564.67 ^a	210.67 ^b	6.07 ^{ab}	99.80 ^a
	6	554.67 ^a	181.33 ^b	6.27 ^a	88.07 ^a
	7	601.33 ^a	173.33 ^b	6.80 ^a	98.27 ^a
	F-value	0.98 ^{NS}	8.90 ^{**}	4.06 [*]	0.77 ^{NS}
Blue Bird	4	454.00 ^{ab}	152.00 ^b	5.40 ^a	54.20 ^a
	5	389.33 ^c	213.53 ^a	4.93 ^a	52.60 ^a
	6	423.07 ^{bc}	192.20 ^a	3.93 ^b	53.53 ^a
	7	466.00 ^a	228.07 ^a	4.53 ^{ab}	50.87 ^a
	F-value	6.89 ^{**}	6.48 ^{**}	4.00 [*]	0.18 ^{NS}

²Mean separation within rows by DMRT at 5% levels.

단심계통의 PS80-1 품종은 pH 7에서 6.80개로 분지수가 가장 많았으며 pH가 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 반면, 근원경은 pH 4에서 286.07mm로 가장 낮게 나타났다. 수고와 엽수에서는 4처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 청단심계통의 Blue Bird 품종은 pH 7에서 수고와 근원경이 각각 466.00mm와 228.07mm으로 가장 큰 경향을 보였으며 엽수에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 토양산도별 4품종의 생육특성을 조사하고 분석한 결과 처리구별로 큰 차이는 없었지만 홍화랑 품종과 영광 품종은 pH 7에서 엽수가 183.73개와 135.87개로 가장 높게 나타났으며 pH가 증가함에 따라 증가하였다.

꽃특성

토양산도별 4품종의 꽃특성을 조사하고 분석한 결과는 Table 2와 같다. 홍단심계통의 홍화랑 품종은 pH 4에서 꽃크기가 100.58mm로 가장 컸으며 pH 6에서 13.00mm로 단심크기가 가장 크게 나타났다. 꽃높이와 단심의 퍼짐 정도에는 4 처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 영광 품종은 홍화랑 품종과는 반대로 pH 7에서 단심크기와 단심

의 퍼짐정도가 각각 9.35mm와 1.39로 가장 크게 나타나 pH가 높을수록 증가하는 경향을 보였으며 꽃크기와 꽃높이는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 자단심계통의 PS80-1 품종은 pH 5에서 15.58mm로 단심크기가 가장 크고 pH 7에서 9.75mm로 가장 작게 나타났다. 반면, 꽃크기, 꽃높이와 단심퍼짐 정도에서는 4처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 청단심계통의 Blue Bird 품종은 pH 6에서 꽃크기가 118.62mm로 가장 컸고 pH 4에서 111.97로 가장 작게 나타났으며 꽃높이, 단심크기 그리고 단심퍼짐 정도에는 4처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 토양산도별 4품종의 꽃특성을 조사한 결과 토양산도가 처리구에 따라 작은 차이는 있지만 꽃의 생육에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

엽특성

토양산도별 4품종의 엽특성을 조사하고 분석한 결과는 Table 3과 같다. 홍단심계통의 홍화랑 품종은 pH 7에서 엽장이 58.46mm로 가장 크고 3처리구는 차이가 없었으며 엽병길이는 pH 4에서 7.39mm로 가장 크게 pH 6에서 5.77로

Table 2. Flower characteristics of varieties by soil pH

품종	pH	꽃크기	꽃높이	단심크기	단심퍼짐
홍화랑	4	100.58 ^{az}	64.04 ^a	11.63 ^b	1.93 ^a
	5	97.15 ^b	62.76 ^b	11.68 ^b	1.89 ^a
	6	85.46 ^c	59.24 ^c	13.00 ^a	10.96 ^a
	7	98.42 ^b	65.23 ^a	11.98 ^b	1.82 ^a
	F-value	2.45*	1.56 ^{NS}	12.15**	1.42 ^{NS}
영광	4	95.46 ^a	59.71 ^b	7.17 ^c	1.04 ^{ab}
	5	95.11 ^a	61.59 ^a	7.87 ^c	1.00 ^{ab}
	6	91.00 ^b	58.21 ^b	8.70 ^b	1.18 ^{ab}
	7	92.29 ^b	60.20 ^a	9.35 ^a	1.39 ^a
	F-value	2.54 ^{NS}	1.02 ^{NS}	3.46*	4.12**
PS80-1	4	84.83 ^c	53.97 ^c	13.54 ^{ab}	1.60 ^a
	5	93.17 ^a	63.42 ^a	15.58 ^a	1.45 ^{ab}
	6	95.61 ^a	60.57 ^{ab}	10.13 ^c	1.44 ^{ab}
	7	89.64 ^b	59.72 ^{ab}	9.75 ^c	1.58 ^a
	F-value	0.62 ^{NS}	1.42 ^{NS}	6.75**	1.62 ^{NS}
Blue Bird	4	111.97 ^c	67.77 ^a	13.98 ^{ab}	2.05 ^a
	5	116.67 ^{ab}	66.74 ^b	16.74 ^a	2.06 ^a
	6	118.62 ^a	68.03 ^a	15.33 ^a	2.00 ^a
	7	115.81 ^{ab}	66.68 ^b	16.14 ^a	2.29 ^a
	F-value	4.54**	0.72 ^{NS}	1.62 ^{NS}	2.31 ^{NS}

^{az}Mean separation within rows by DMRT at 5% levels.

가장 작게 나타났다. 엽폭과 엽면적에서는 4처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 영광 품종은 pH 7에서 엽병 길이가 11.19mm로 가장 크게 pH 5에서 10.09로 가장 작게 나타났으며 엽면적은 pH 5에서 12.89mm로 가장 크고 3처리구는 차이가 없었다. 엽장과 엽폭에서는 4처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 자단심계통의 PS80-1 품종은 pH 7에서 8.76mm로 엽병길이가 가장 작았으며 3처리구는 비슷한 경향을 보였다. 엽장, 엽폭 그리고 엽면적에서는 4처리구 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 청단심계통의 Blue Bird 품종은 pH 6에서 엽장이 59.80mm로 가장 크고 pH 7에서 55.90으로 가장 작게 나타났으며 엽폭, 엽병 길이 그리고 엽면적에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이상의 엽특성을 조사한 결과 토양산도가 엽생육엔 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

화색변화

토양산도별 4품종의 화색변화를 조사하고 분석한 결과는 Table 4와 같다. 홍단심계통의 홍화랑 품종은 pH가 높아짐

에 따라 L값은 17.05~12.26로 점점 낮아졌으며 a값은 16.37~20.91로 점점 높게 나타났다. 영광 품종은 pH가 높아짐에 따라 L값은 24.98~21.926로 점점 낮아졌으며 a값은 24.16~29.08로 점점 높게 나타났다. 자단심 계통의 PS80-1은 pH가 높아짐에 따라 L값은 37.05~33.36로 점점 낮아졌으며 a값은 24.16~29.08로 점점 높게 나타났다. 홍단심계통과 자단심계통의 품종임을 고려하여 볼 때 홍화랑과 영광 품종은 붉은색의 정도를 나타내는 a값이 점점 높아지는 것으로 보아 pH가 높아짐에 따라 더 붉은색을 나타내었으며 이는 tartaric acid처리 농도가 증가할수록 장미 꽃잎이 붉은 색을 나타낸다고 한 Park(2003)의 보고와는 상반된 결과로 나타났다.

요 약

본 연구는 나라꽃 무궁화의 아름다움을 나타내는 화색에 미치는 요인 중 토양산도와 무궁화의 화색특성과 생장과의 관계를 조사 연구함으로써 가장 이상적인 색깔을 갖추는 pH

Table 3. Leaf characteristics of varieties by soil pH.

품종	pH	엽장	엽폭	엽병길이	엽면적
홍화랑	4	55.42 b ²	34.19 ^a	7.39 ^a	9.36 ^a
	5	55.17 ^b	34.03 ^a	6.89 ^{ab}	9.12 ^a
	6	55.40 ^b	33.97 ^a	5.77 ^c	9.40 ^a
	7	58.46 ^a	35.48 ^a	6.38 ^b	9.83 ^a
	F-value	2.67*	1.49 ^{NS}	11.31**	1.49 ^{NS}
영광	4	65.13 ^b	39.33 ^a	10.26 ^{bc}	11.89 ^b
	5	66.35 ^{ab}	38.22 ^a	10.09 ^c	12.89 ^a
	6	65.68 ^{ab}	36.55 ^a	10.97 ^{ab}	11.48 ^b
	7	67.94 ^a	36.09 ^a	11.19 ^a	11.99 ^b
	F-value	2.02 ^{NS}	1.08 ^{NS}	3.70*	4.10**
PS80-1	4	66.76 ^a	46.76 ^a	11.12 ^a	15.44 ^a
	5	66.26 ^a	43.08 ^a	10.19 ^a	14.15 ^b
	6	66.00 ^a	44.23 ^a	10.46 ^a	14.50 ^{ab}
	7	64.89 ^a	45.02 ^a	8.76 ^b	14.63 ^{ab}
	F-value	0.56 ^{NS}	1.50 ^{NS}	6.68**	1.68 ^{NS}
Blue Bird	4	59.18 ^a	43.33 ^a	10.76 ^a	13.57 ^b
	5	58.07 ^{ab}	43.57 ^a	9.99 ^{ab}	33.98 ^a
	6	59.80 ^a	44.08 ^a	10.25 ^{ab}	20.99 ^{ab}
	7	55.90 ^b	43.70 ^a	8.83 ^b	13.03 ^b
	F-value	4.39**	0.73 ^{NS}	1.91 ^{NS}	2.00 ^{NS}

²Mean separation within rows by DMRT at 5% levels.

Table 4. Flower color characteristics of varieties by soil pH.

품종	pH	L	a	b
홍화랑	4	17.05 ^{az}	16.37 ^b	-9.92 ^a
	5	15.49 ^a	18.53 ^{ab}	-10.60 ^a
	6	12.94 ^b	19.43 ^a	-10.08 ^a
	7	12.26 ^a	20.91 ^a	-12.05 ^b
	F-value	5.49**	5.10**	5.37**
영광	4	24.98 ^a	24.16 ^b	-13.37 ^a
	5	24.55 ^a	26.10 ^b	-15.01 ^{bc}
	6	21.02 ^b	29.16 ^a	-15.49 ^c
	7	21.92 ^b	29.08 ^a	-14.11 ^{ab}
	F-value	5.36**	5.93**	7.51**
PS80-1	4	37.05 ^a	37.87 ^a	-9.34 ^a
	5	36.48 ^a	38.23 ^a	-10.23 ^a
	6	33.36 ^b	35.44 ^b	-10.96 ^b
	7	37.43 ^a	38.66 ^a	-9.82 ^a
	F-value	5.67**	4.74**	5.33**
Blue Bird	4	12.02 ^a	20.55 ^a	-17.00 ^a
	5	9.71 ^b	17.48 ^c	-15.00 ^a
	6	11.96 ^a	20.11 ^{ab}	-16.00 ^a
	7	10.98 ^{ab}	18.80 ^{bc}	-15.27 ^a
	F-value	5.37**	5.47**	1.00 ^{NS}

^zMean separation within rows by DMRT at 5% levels.

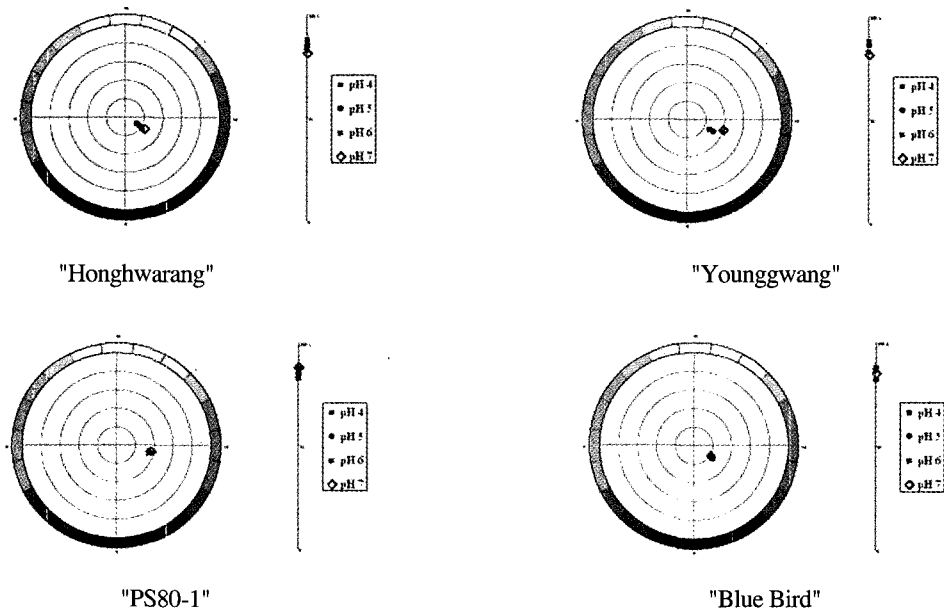


Fig. 1. Flower color characteristics of varieties by soil pH

범위를 파악하여 무궁화 화색육종 계획의 기초를 마련하고자 하였다. 토양산도별 생육특성을 조사하고 분석한 결과 홍화량과 영광 품종은 pH 7에서 염수가 183.73개와 135.87개로 가장 높게 나타났으며 pH가 증가함에 따라 증가하였다. 토양산도별 4품종의 화색변화를 조사하고 분석한 결과 홍화량 품종은 pH가 높아짐에 따라 L값은 17.05~12.26로 점점 낮아졌으며 a값은 16.37~20.91로 점점 높게 나타났다.

인용문헌

- Abrahmsen, G., H. M. Seip and A. Semb. 1989. Long-term acidic precipitation studies in Norway. In D. C. Adriano and M. Havas (eds.). *Acidic precipitation : Case studies*. Springer-Verlag. London. p. 137-180.
- Editorial Committee, Pictorial Record of *Hibiscus Syriacus* L. 1993. *Pictorial Record of Hibiscus Syriacus* L. I~V. Yong Jin Publishing. Co. Seoul (in Korean).
- Harris, J. G. and M. W. Harris. 1994. *Plant identification terminology*. Spring Lake. 188pp.
- Johnson, D. W. and S. E. Lindberg. 1989. Acidic deposition on Walker Branch watershed. In D. C. Adriano and M. Havas (eds.). *Acidic precipitation : Case studies*. Springer-Verlag. London. p. 1-38.
- Johnson, A. H., T. G. Siccama, W. L. Silver and J. J. Battles. 1993. Decline of red spruce in high-elevation forests of New York and New England. In D.C. Adriano and M. Havas (eds.). *Acidic precipitation : Case studies*. Spriger-Verlag. London. p. 85-112.
- Kim, J. H. and K. Fujieda. 1991. Studies on the flower color variation in *Hibiscus Syriacus* L. II. Relation of flower colors to anthocyanin, pH, and co-pigmentation. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32: 247-255 (in Korean).
- Marousky, F. J. 1968. Effect of temperature, light and nutrition of color and anthocyanin content of poinsettia bracts. *Diss, Abstract Section Bulletin* 28: 3127.
- Proctor, J. T. A. 1970. The color of plants. *Span* 13(3) : 165-168.
- Park, Y. J., J. Y. Cho., J. Y. Cho., H. G. J. and B. G. Heo. 2003. Effects of Concentration, Temperature, Immersion Period, and pH of Tartaric acid on the Restoration of Petal Colors for the Materials of Pressed Flowers. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 21(4): 428-433 (in Korean).
- Shim, K. K. 1994. L. research and direction of 21st century. The 5th Country Flower *Hibiscus Syriacus* L. Symposium Announcement Paper. p. 5-40 (in Korean).
- Shim, K. K. 1996. The debate forum of landscape architecture policy for *Hibiscus Syriacus* L. make to street tree. The 7th Country Flower *Hibiscus Syriacus* L. Symposium Announcement Paper. 74pp (in Korean).
- Yu, T. Y. and D. Y. Yeam. 1987. Country Flower *Hibiscus Syriacus* L.. Hakwonsa. pp. 424 (in Korean).
- Yim, K. B. 1988. *Encyclopedia of Trees* (3). Ilgisa. 147-163 (in Korean).

(접수일 2005. 9. 30 ; 수락일 2006. 2. 2)