

가지 F1세대의 잡종강세 정도

오주성* · 황필성 · 정원복

동아대학교 생명자원과학부

Received December 24, 2004 / Accepted February 3, 2005

Degree of Heterosis and Heterobeltiosis in F1 Hybrids of Eggplant. Ju-Sung Oh*, Pil-Seong Hwang, and Won-Bok Chung. Faculty of Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea - This experiment was performed to obtain the basic information on heterosis and heterobeltiosis of quantitative characters in the eggplant by crossing of varieties. The heterosis and heterobeltiosis were estimated in F1 generation. The results were as follows, based on the graphical analysis, the characters, plant height, stem diameter, fruit weight, leaf length, leaf width, and fruit number per plant(yield) were assumed to inherit dominance, and fruit length and fruit diameter were found to inherit incomplete dominance. The degree of positive heterosis of plant height, stem diameter, fruit weight, fruit length, fruit diameter, leaf length, leaf width, and fruit diameter, leaf width, leaf length, fruit weight, and stem diameter showed negative heterobeltiosis.

Key words – over dominance, incomplete dominance, heterosis, heterobeltiosis

가지는 타식(他殖)이 거의 없는 순수 자식성(自殖性) 작물이다. 가지는 중성식물이지만 일장이 길어지면 화아(花芽)가 촉진되고 생육이 좋아진다. 그리고 개화 결실에 알맞은 온도는 20~30℃이며, 16℃ 이하에서는 생육이 정지되고 이상화분(異常花粉)이 많아지며 단화주가 많다. 12℃ 이하에서는 화분(花粉)의 발아가 정지되고, 32℃ 이상에서는 화분의 기능이 낮아진다.

가지의 소비 패턴은 모양, 색깔, 크기 등에 따라 나물, 튀김, 절임 및 김치 등으로 다양해지고 있다. 최근에는 일본 수출을 위해 남부지방을 중심으로 재배면적이 증가하고 있으나[7] 다른 과채류에 비해 품종육성에 대한 연구는 활발하지 못한 실정이다. 우리나라는 가지의 품종선발에 대한 연구가 부진하여 육성된 품종수도 적어 일본으로부터 수입된 품종이 재배되고 있다. 이러한 추세로 보아 우리나라 기후 풍토에 알맞은 다양한 품종 육성이 시급한 실정이다.

농작물의 수량성 증대에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으나 가장 중요한 것은 수량에 관여하는 형질의 선발이다. 현재 세계적인 육종연구 추세가 다수 및 고품질의 육성방향으로 진행되고 있으며, 타식성(他殖性) 작물에서 수량증대를 위하여 사용되던 잡종강세 육종이 최근 자식성(自殖性) 작물에서도 그 이용 가능성이 높게 평가되어 집중적으로 연구하고 있다[5].

잡종강세(雜種強勢)는 동계교배(同系交配)보다 이계교배(異系交配)에서 더 크게 나타나는 것이 일반적이고, 오랫동안 이계교배에 대한 잡종강세의 효과, 정도, 형태 그리고 그 양상에 대한 연구가 집중되어 왔다. Shull[9]가 최초로 F1에

서 어떤 형질에 나타나는 강세현상을 "Heterosis"라고 명명한 후, 보리에 대한 여러 연구에서 F1이 우수친(優秀親)보다 증수(增收)되었다는 보고[1]와 캐나다의 밀에 이어 중국에서는 벼에서도 잡종강세의 이용이 실용화되고 있다. 다양한 식물에서 1대 잡종을 이용한 수량증가의 보고는 최근에 다수확을 목표로 비약적인 연구가 이루어져 자식성 식물에서도 잡종강세의 활용도 높아지고 있다[2,3,4,6,8,9].

가지에 대한 잡종강세의 연구는 Peter와 Singh[8]이 몇 가지 형질에 대해 heterosis를 추정하였고, Chung 등[4]이 F1세대에서 각 형질의 유전력, 유전상관, 경로계수 등을 계산하여 수량에 관여하는 각 형질의 관여정도를 검정한 결과 과경(果徑)이 가지의 수량증가에 크게 관여하는 형질로 평가하였다.

본 연구는 가지의 F1세대에서 각 형질에 대한 잡종강세의 정도와 이들의 유전적 작용을 평가할 수 있는 heterosis와 heterobeltiosis를 검정함으로써 앞으로 가지의 F1잡종 보급에 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

재료 및 방법

본 시험은 2003년 3월 10일부터 동년 7월 30일까지 경남 김해시 대동면 초정리에 소재한 동아대학교 부속 종합농장 시험포장의 플라스틱 하우스내에서 수행하였다. 각 시험구는 3월 10일에 이랑을 정리(整地)한 후 시비량은 10 a당 질소 35 kg, 인산 15 kg, 가리 25 kg, 유기질 퇴비 2,000 kg를 기비(基肥)로 사용하고 투명비닐로 멀칭하였다. 가지는 3월 20일에 재식거리 120×70 cm간격으로 정식하였으며, 4월 18일부터 교배(交配)를 실시하였다. 공시험종(供試品種)은 Rosa Bianca, Pusa purple long, 군교2호, 춘령, 굴진2호, 관산, 영동산천종, 수집 재래종, 김해종 등 9품종을 교배친(交配親)으로 하

*Corresponding author
Tel : +82-11-553-8503, Fax : +82-51-200-7505
E-mail : o-bagsa@hanmail.net

였다. 그리고 이들 교배친(交配親)으로 11개 교배조합(交配組合)을 작성하여 시험에 사용하였다. 교배친(交配親)과 F₁세대를 전개하여 각 형질을 조사하였다.

측정형질은 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과장(果長), 과경(果徑), 엽장(葉長), 엽폭(葉幅), 주당과수(株當果數) 등 8개 형질로서 이들 중 수량형질은 주당과수(株當果數)로 하였다. 각 형질의 측정치는 개체별의 3반복으로 측정된 평균치를 구하여 heterosis와 heterobeltiosis를 계산하였다.

결과 및 고찰

형질(形質)의 변이(變異)

초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과장(果長), 과경(果徑), 엽장(葉長), 엽폭(葉幅) 및 주당과수(株當果數)에 대한 8개 품종과 이들 F₁세대의 조합별 평균치는 그림 1, 2, 3, 4와 같다.

8개 형질 중 잡종 F₁세대의 그림1에서 초장(草長)은 군교2호(F)×굴진2호(H)의 교배조합이 양교배친의 평균치(MP)보

다 낮았으나 그 외의 6개 조합은 큰 친의 평균치보다 모두 높아 초우성의 잡종강세를 나타내었다. 경경(莖徑)에서 영동산청종×김해종의 교배조합이 작은 친보다 낮았고, 춘령×지방수집종은 양친의 평균치보다 높았으나 그 외의 다른 조합은 큰 친보다 높은 강세로서 초우성으로 유전되었다. 그림 2에서 과중(果重)은 Rosa×김해종의 교배조합을 제외한 모든 조합이 큰 친보다 높은 강세를 보여 F₁세대가 초우성으로 유전되었다. 특히 군교 2호와 굴진 2호의 조합, 즉 D×F조합은 과중(果重)의 양친 평균치가 약 180 g인데 비해 그 F₁은 교배친의 평균치의 약 2배에 가까운 300 g 이상의 초우성 현상을 보였다. 과장(果長)은 양친의 평균치보다 높거나 낮은 조합이 있으나 대부분의 조합이 양친의 평균치보다 F₁값은 높아 불완전 우성으로 유전되었다. 특히 관산과 김해종의 교배조합은 과장(果長)이 가장 긴 초우성의 F₁값을 보였다. 그림 3에서 과경(果徑)은 F₁의 잡종강세성이 대부분의 조합에서 양친 중에 포함되어 있으나 큰 친 쪽으로 치우친 경향을 보여 불완전 우성으로 표현되었다. 그러나 엽장(葉長)은 모든 조합이 정(+)의 강세를 보여 F₁세대가 초우성으로 유전

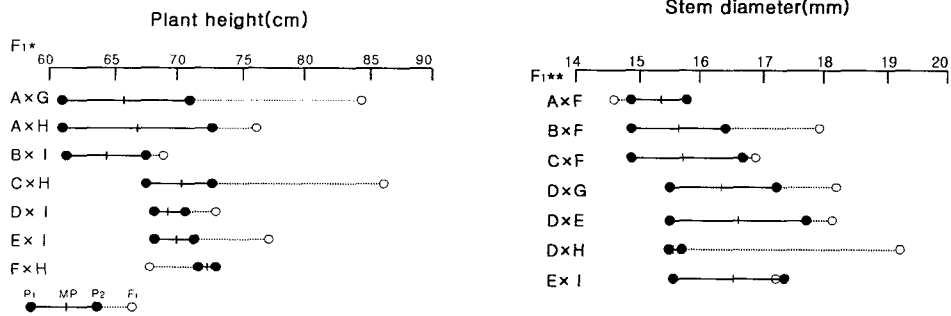


Fig. 1. Plant height and stem length of parents and F₁ hybrid by crosses of the eggplant.
 Eggplant parents F₁* : A, Choonryoung; B, Youngdong Sanchung; C, Pusa Purple Long; D, Kwansan; E, Rosa Bianca; F, Goonkyo #2; G, Local collection; H, Kyuljin #2; I, Kimhae
 Eggplant parents F₁** : A, Youngdong Sanching; B, Rosa Bianca; C, Kwansan; D, Kyuljin #2; E, Choonryoung; F, Kimhae; G, Goonkyo #2; H, Pusa Purple Long; I, Local collection

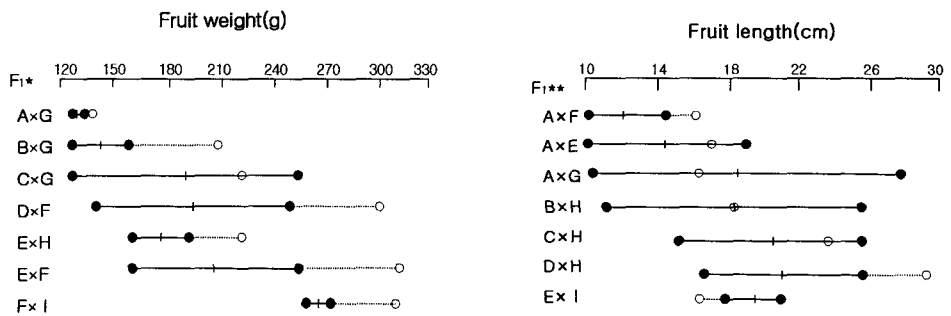


Fig. 2. Fruit weight and fruit length of parents and F₁ hybrid by crosses of the eggplant.
 Eggplant parents F₁* : A, Youngdong Sanching; B, Kwansan; C, Rosa Bianca; D, Goonkyo #2; E, Choonryoung; F, Kyuljin #2; G, Kimhae; H, Local collection; I, Pusa Purple Long
 Eggplant parents F₁** : A, Kyuljin #2; B, Rosa Bianca; C, Youngdong Sanching; D, D, Kwansan; E, Choonryoung; F, Goonkyo #2; G, Pusa Purple Long; H, Kimhae; I, Local collection

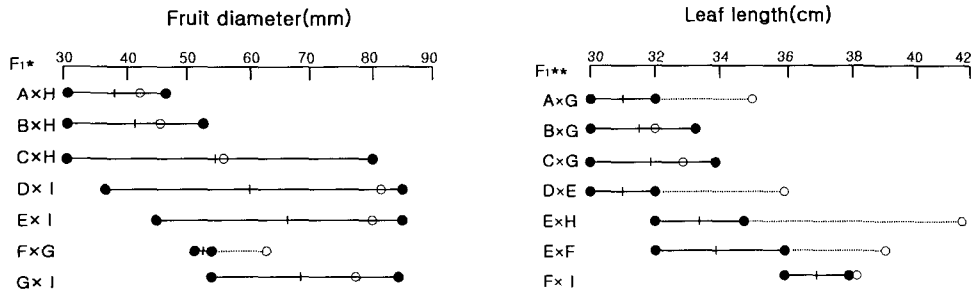


Fig. 3. Fruit diameter and leaf length of parents and F₁ hybrid by crosses of the eggplant.
 Eggplant parents F₁* : A, Kwansan; B, Youngdong Sanching; C, Rosa Bianca; D, Goonkyo #2; E, Pusa Purple Long; F, Local collection; G, Choonryoung; H, Kimhae; I, Kyuljin #2
 Eggplant parents F₁** : A, Youngdong Sanching; B, Rosa Bianca; C, Kwansan; D, Pusa Purple Long; E, Kyuljin #2; F, Choonryoung; G, Kimhae; H, Goonkyo #2; I, Local collection

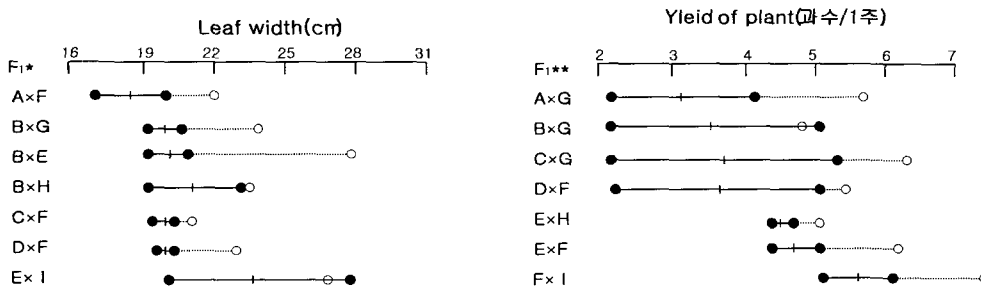


Fig. 4. Leaf width and yield of parents and F₁ hybrid by crosses of the eggplant.
 Eggplant parents F₁* : A, Kwansan; B, Kyuljin #2; C, Rosa Bianca; D, Youngdong Sanching; E, Choonryoung; F, Kimhae; G, Pusa Purple Long; H, Goonkyo #2; I, Local collection
 Eggplant parents F₁** : A, Kwansan; B, Youngdong Sanching; C, Rosa Bianca; D, Goonkyo #2; E, Choonryoung; F, Kyuljin #2; G, Kimhae; H, Local collection; I, Pusa Purple Long

되었다. 그림 4에서 엽폭(葉幅)은 춘령(E)과 수집 재래종(I)의 조합을 제외한 모든 조합이 넓은 친보다 더 넓은 F₁의 강세성을 보여 초우성을 나타내었다. 그리고 수량으로 평가할 수 있는 주당과수(株當果數)는 영동산청종과 김해종 간에서만 불완전 우성의 경향을 볼 수 있었으나 그 외의 조합은 모두 과수가 많은 초우성으로 표현되었다. Rosa Bianca와 김해종, 굴진 2호와 Pusa Purple Long의 조합은 F₁세대에서 가장 많은 개체수를 증가시킬 수 있으나 여러 가지 실용형질 등을 생각할 때 만족할만한 수량이라고 할 수 없으며 오히려 균교 2호와 굴진 2호의 교배조합이 여러 형질과 수량을 비교해 볼 때 가장 양호한 교배조합이라고 평가할 수 있다.

특히, Chung 등[4]이 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과경(果徑), 주당과수(株當果數) 등은 광의의 유전력이 80% 이상으로서 높고, 주당과수(株當果數)와 이들 형질간에서 표현형상관과 유전상관의 값이 유의적으로 높았다. 그리고 경로계수의 분석에서도 수량(주당과수)에 미치는 직접효과에서 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과경(果徑) 등은 관여하는 정도가 크고 간접효과에서도 과경(果徑)의 관여정도가 높으므로 수량증가를 위해서는 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重) 및 과경(果徑) 등이 크게 관여하여야 할 것으로 평

가할 수 있다.

Heterosis 및 Heterobeltiosis

각 형질의 측정치로서 9개 친(親)의 평균치와 11개 교배조합의 F₁평균치에 대한 dominance효과인 heterosis와 9개친 중 큰 친(親)에 대한 superdominance 효과인 heterobeltiosis를 계산한 결과는 표 1과 같다. 각 교배친의 평균치에 대한 F₁의 평균치(F₁-P)는 수치상에서 정도의 차이는 있으나 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과장(果長), 과경(果徑), 엽장(葉長), 엽폭(葉幅), 주당과수(株當果數) 등에서 모두 높은 경향이였다. 큰 친(親)에 대한 잡종세대의 평균치(F₁-HP)는 각 형질에서 초장(草長)만이 정(+)의 방향이었고, 다른 형질은 모두 부(-)의 방향이였다. 교배친과 잡종세대의 평균치에 대한 heterosis[(F₁-P)/P×100] 정도는 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과장(果長), 과경(果徑), 엽장(葉長), 엽폭(葉幅) 및 주당과수(株當果數)등의 모든 형질에서 정(+)의 강세를 보였다. 강세율의 정도는 주당과수(株當果數)가 34.56%, 과중(果重)이 26.82%, 과경(果徑)이 14.17%, 초장(草長)이 14.15%, 엽폭(葉幅)이 10.49%, 경경(莖徑)이 7.83%, 과장(果長)이 3.03%, 엽장(葉長)이 1.93%로서 정(+)의 순으로 높았다.

Table 1. Analysis of variance for eight characters from crosses of eggplant

	PH (cm)	SD (cm)	FW (cm)	FL (cm)	FD (mm)	LL (cm)	LW (cm)	Y (No. fruit/plant)
P	68.07	16.22	183.96	17.81	54.20	33.67	20.97	4.34
HP	73.00	17.78	256.67	27.89	85.00	38.25	28.13	6.06
F ₁	77.70	17.49	233.30	18.35	61.88	34.32	23.17	5.84
F ₁ -P	9.63	1.27	49.34	0.54	7.68	0.65	2.20	1.50
F ₁ -HP	4.70	-0.29	-23.37	-9.54	-23.12	-3.93	-4.96	-0.22
H	14.15	7.83	26.82	3.03	14.17	1.93	10.49	34.56
HB	6.44	-1.63	-9.11	-1.94	-27.20	-10.27	-17.63	-3.63

Charaters are refered to:

PH; plant height, SD; stem diameter, FW; fruit weight, FL; fruit lenght, FD; fruit diameter, LL; leaf length, LW; leaf width, Y; yield of plant, P; mean of nine parental varieties, HP; highest parental value among two cultivars, H; heterosis, HB; heterobel-tiosis, F₁; mean value of nine hybrids

9개 친(親) 중 가장 큰 친(親)에 대한 heterobeltiosis[(F₁-HP)/HP×100]는 초장(草長)이 6.44%로서 정(+)의 강세를 보였고, 과경(果徑)이 -27.20%, 엽폭(葉幅)이 -17.63%, 엽장(葉長)이 -10.27%, 과중(果重)이 -9.11%, 주당과수(株當果數)가 -3.63%, 과장(果長)이 -1.94%, 경경(莖徑)이 1.63%로서 부(-)의 강세를 보였다.

요 약

가지 육종을 위한 기초 자료를 얻고자 9품종을 교잡하여 F₁세대의 11개 조합을 재료로 각 형질들의 측정치로서 우성의 정도와 잡종강세를 평가하였다. F₁세대의 잡종강세는 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 엽장(葉長), 엽폭(葉幅), 주당과수(株當果數) 등이 초우성으로 유전되었다. 그리고 과장(果長)과 과경(果徑)은 불완전 우성으로 유전되었다. Heterosis의 정도는 초장(草長), 경경(莖徑), 과중(果重), 과장(果長), 과경(果徑), 엽장(葉長), 엽폭(葉幅), 주당과수(株當果數) 등 8개 형질 모두에서 정(+)의 강세를 보였다. Heterobeltiosis의 정도는 초장(草長)만이 정(+)의 강세를 보였고, 과경(果徑), 엽폭(葉幅), 엽장(葉長), 과중(果重), 주당과수(株當果數), 과장(果長), 경경(莖徑)은 부(-)의 잡종강세를 보였다.

참 고 문 헌

1. Chung, W. B., J. S. Lee, and P. S. Hwang. 2000. Heterosis and correlation of barley crossing group. Univ. Dong-a.

Res. Rpt. 25, 277-293.
 2. Chung, W. B., J. S. Oh, P. S. Hwang, Y. H. Hwang, D. C. Shin, W. Y. Han, and S. K. Kim. 2002. Combining ability test in pea hybrids by diallel crosses. Univ. Dong-a. Res. Rpt. 28, 217-225.
 3. Chung, W. B. and K. T. Kim. 1992. Heritability and F₁ hybrids for quantitative characters in upland cotton. Univ. Dong-a. Res. Rpt. 1(1), 27-37.
 4. Chung, W. B., S. J. Jeong, J. S. Oh, and P. S. Hwang. 2003. Genetic analysis of F₁ generation in eggplant. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44(1), 44-48.
 5. Chung, Y. J., J. S. Chung, and W. B. Chung. 2002. Hybrid vigor and reciprocal effect of several growth and yield characters in F₁ crossed between hulled and naked barley. Kor. J. Life Sci. 12(3), 256-263.
 6. Kwak, J. S., B. T. Jun, S. Y. Cho, and R. K. Park. 1998. Inheritance of quantitative characters in diallel cross of rice. 1. Heterosis and correlations between major characters in Japonica rice. Kor. J. Breed 20(2), 138-145.
 7. Lee, E. M., N. H. Song, I. H. Cho, and S. B. Lee. 2001. Enhancement of fruit set by using Bombus ignitus smith and 4-CPA in protected cultivation of eggplant. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42(5), 509-512.
 8. Peter, K. V. and R. D. Singh. 1974. Combining ability, heterosis and analysis of phenotypic variance in brinjal. Indian Jour. Agri. Sci. 44(6), 393-399.
 9. Shull, G. H. 1952. Beginnings of the heterosis concept. In heterosis. J. W. Gowen, pp 14-48. Iowa state College Press, Ames Iowa.