

‘후지’ 사과 과실의 형태 결정 요인 간 상관

윤태명 · 한수곤 · 박윤문*

안동대학교 생명자원과학부

Correlation among Conformation Parameters in ‘Fuji’ Apple Fruit

Tae-Myung Yoon, Su-Gon Han, and Youn-Moon Park*

School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea

*corresponding author

ABSTRACT Factors affecting fruit conformation of ‘Fuji’ apples (*Malus domestica* Borkh.) were investigated through correlation study of fruit weight, seed numbers, and seed weight in relation to fruit conformation indices. Apples were harvested from two orchards in ‘Andong’ and ‘Youngyang’ areas at commercial maturity and grouped by fruit weight. Average number of seeds and seed weight were 8.9 and 0.64 g in ‘Andong’ orchard, while 6.3 and 0.47 g in ‘Youngyang’ orchard, respectively. When pooled data from the both orchards were analyzed, correlation of fruit weight with seed weight was significantly positive, whereas that with seed number was not significant. Fruit shape index determined by length/diameter ratio was positively correlated with fruit weight, while relationship of the shape index with seed number or with seed weight was not significant. Asymmetry index tended to be low in apples from the ‘Andong’ orchard in which higher seed numbers and seed weight were observed. The asymmetry index showed highly negative correlations with seed numbers and with seed weight.

Additional key words: asymmetry index, fruit weight, misshapen fruit, seed number

서 언

과실의 품질요인 중 하나인 외관은 크기, 형상, 색택에 따라 결정되며 그 중 과실의 크기와 형상은 사과의 상품성을 결정짓는 주요한 요소로 여러 가지 요인의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 사과의 등급 규격에서도 품종 고유의 형상을 가지고 있어야 상품성을 인정받고 있으며(국립 농산물 품질관리원, 1996), ‘Delicious’ 품종 등에 있어서는 독특한 형상이 중시되기도 한다. 따라서 외국의 경우에는 이미 오래 전에 다양한 사과 품종에 따라 그 형상에 관여하는 요인에 대해 연구가 되었으나 국내 ‘후지’ 사과의 형태적 특성에 대한 연구는 극히 제한적이다.

과실의 모양은 주로 과실의 적도면 지름(diameter)에 대한 종단 길이(length)의 비(L/D)에 의한 과형지수로 나타내며 과형지수가 1.0보다 커지면 길쭉하고 작아지면 편원형으로 보이게 된다. 과형지수는 기후조건(Westwood와 Burkhart, 1968), 수광량(Noe와 Eccher, 1996), 화층 내 위치(Westwood와 Blaney, 1963) 및 생장 조절물질 처리(Greene 등, 1982)에 의해 달라진다. 한편 ‘Delicious’의 경우에는 생장조절제 처리를 통해 꽃자리 부위 생장을 촉

진시켜 품종 고유의 형상을 돋보이게 하기 위한 연구가 진행되었다(Unrath, 1974). 이와는 대조적으로 ‘후지’ 사과는 과형지수에 의한 전체적인 형상보다는 측면에서 보았을 때 대칭성(symmetry)에 기준한 기형과(misshapeness 또는 asymmetry)의 발생이 크게 문제되고 있어서 과형을 개선하기 위한 인공수분이나 호르몬 처리 등(박 등, 1998; 변 등, 1999)에 관한 연구 결과가 보고되어 있다.

본 연구는 ‘후지’ 사과에 있어서 과실 크기, 과형 지수, 기형 지수 등 외형적 품질요인과 종자형성과의 상관을 조사하여 품종 고유의 정형과 생산을 위한 참고자료를 제시하고자 실시되었다.

재료 및 방법

개화기에 머리빨가위벌을 방사한 안동 지역 사과원과 별도로 매 개곤충을 방사하지 않은 영양 지역 사과원을 선정하여 11월 5일에 과실을 수확한 후 과실형태에 관련된 여러 가지 특성을 조사하였다. 과수원별 과중 분포는 정상적인 생장과 착과를 보인 후지/MM106 성목 3주에서 무작위로 300과를 취하여 조사하였다. 과실은 과중에 따라 200-250g, 250-300g, 300-350g, 350-400g, 400-450g

* Received for publication 7. June 2001. Accepted for publication 12 July 2001.

의 5개 범주로 분류한 후 각 범주 내 12개의 사과를 골라 과수원별 60개의 사과에 대해 형태와 관련된 인자들을 조사하였다. 형태 관련 인자로는 과중, 종자 수, 종자 중량을 조사하고 그들 인자에 대한 과경, 과고, 과형지수, 기형지수 등 외형적 품질요인의 상관관계를 분석하였다. 과형지수는 과실의 과고와 과경의 최대치를 측정하여 ‘과고/과경(L/D) 비율’로, 기형지수(asymmetry index)는 과실 적도부를 횡으로 절단하여 ‘(최대반지름-최소반지름)/최대반지름×100’의 식에 따라 산출하였다(Brault와 Oliveria, 1995). 이들 지수와 과실 모양의 관계는, 과형지수의 경우 1.0에 가까울수록 원형을 의미하고 기형지수는 0.0일 때 대칭형의 정형과인 반면, 그 수치가 커지면 비대칭성이 큰 기형과임을 뜻한다.

과수원 간 과실 특성의 분산분석과 과형 요인 간 상관분석은 SAS 프로그램(SAS Inst., Inc., 1990)을 이용하였으며 상관분석은 두 과수원 조사자료의 통합 분석을 수행하였다.

결과 및 고찰

과실의 중량별 분포는 안동과수원의 경우 250-300g 과실이 최대빈도를 보였고 영양과수원은 300-350g 과실이 최대빈도를 보이는 차이는 있었으나(자료 미제시) 두 과수원의 과실 모두 대과 방향으로 다소 편재되는 양상을 보였다. 머리뿔가위벌을 방사한 안동과수원의 과실이 매개곤충을 방사하지 않은 영양과수원의 과실 보다 작은 경향을 보인 이유는 착과수를 조절하여 중간 크기 과실 위주의 생산관리를 하였기 때문으로 풀이된다. 매개곤충 방사는 종자형성에 영향을 미쳐 과실당 평균 종자수와 무게는 안동과수원의 경우 각각 8.9개, 0.64g이었고 영양 과수원은 6.3개, 0.47g으로서

고도로 유의한 차이를 보였다(Table 1).

과형지수는 과수원 간 유의성이 없이 0.88을 보여 수분 매개 곤충 방사에 의한 종자 수 증가가 과형에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 조사되었다. 반면, 기형지수는 영양과수원의 사과가 13.7, 종자 수가 많았던 안동 과수원 사과가 10.2로 종자가 많은 과실이 기형지수가 낮은 경향을 보여, 인공수분에 의해 종자 수가 증가하면 정상과율이 높다는 기존의 연구결과(Brault와 Oliveria, 1995; 박 등, 1998)와 같은 경향을 보였다. Brault와 Oliveria(1995)는 기형지수가 10 이상이면 ‘McIntosh’ 사과의 경우 상품성이 떨어진다고 하였는데 국내 ‘후지’ 사과에 이러한 기준을 적용할 경우, 안동 사과는 조사 과실의 58%, 영양 사과는 78%가 기형과의 범주에 속하였다. 그러나 품종이 다른 과실에 같은 선별기준을 적용하기에는 무리가 있는 것으로 판단되므로 후지 사과 과실의 기형과에 대한 기준이 별도로 마련되어야 할 것으로 사료된다.

과실의 중량별 종자 수를 보면 400g 이상의 큰 과실은 종자의 수가 많은 경향을 보였지만 400g 이하의 과실에서는 일관된 경향이 없었다(Table 2). 이에 비해, 종자 중량은 300g 이상의 과실에서 비교적 일관성 있는 변화 양상을 보였다. 과형지수는 큰 과실에서 높은 경향이었으며 기형지수는 안동과수원의 경우 큰 과실이 기형지수가 낮은 경향을 보인 반면 영양 과수원은 일정한 경향이 나타나지 않았다(Table 3). 이러한 과수원간 차이는 수정이 정상적으로 이루어지고 종자가 충분히 발육함으로써 과실 비대가 이루어지는 경우와 종자 형성 외에 다른 재배 기술에 의해 과실 비대를 촉진시키는 경우에서 비롯된 것으로 추정된다.

두 과수원의 조사자료를 통합하여 과실 형태 요인 간 상관관계를 분석한 결과, 과중과 종자 수 간 상관관계는 유의성이 없었던 반면

Table 1. Differences in conformation parameters in ‘Fuji’ apples harvested from two orchards located in ‘Andong’ and ‘Youngyang’ areas.

Orchard	Seed number	Seed fresh wt (g)	Shape index ^z	Asymmetry index ^y	% misshapen fruits ^x
Andong	8.9	0.64	0.88	10.2	58
Youngyang	6.3	0.47	0.88	13.7	78
P> T ^w	0.0001	0.0001	0.85	0.0001	-

^zThe ratio of fruit length to fruit diameter (L/D ratio).

^y(r_{max}-r_{min})/r_{max}×100.

^x% fruits showing asymmetry index over 10.0.

^wStatistical significance by *t*-test.

Table 2. Seed number and seed weight by fruit weight in ‘Fuji’ apples harvested from two different orchards located in ‘Andong’ and ‘Youngyang’ area.

Fruit weight (g)	Seed number			Seed fresh wt. (g)		
	Orchard			Orchard		
	Andong	Youngyang	Pooled	Andong	Youngyang	Pooled
200-250	8.0 b ^z	6.9 ab	7.46 ab	0.56 c	0.47 b	0.51 b
250-300	9.5 a	5.2 b	7.33 ab	0.73 a	0.40 b	0.56 b
300-350	8.3 ab	5.3 b	7.04 b	0.65 ab	0.37 b	0.51 b
350-400	8.6 ab	6.5 ab	7.54 ab	0.61 bc	0.48 b	0.54 b
400-450	9.5 a	7.8 a	8.67 a	0.71 a	0.64 a	0.68 a

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P* = 0.05.

Table 3. Fruit shape parameters by fruit weight in 'Fuji' apples harvested from two different orchards located in 'Andong' and 'Youngyang' area.

Fruit weight (g)	Shape index ^z			Asymmetry index ^y		
	Orchard			Orchard		
	Andong	Youngyang	Pooled	Andong	Youngyang	Pooled
200-250	0.83 b ^x	0.87 ab	0.85 b	11.7	13.6	12.6
250-300	0.89 a	0.86 b	0.87 ab	10.6	12.7	11.6
300-350	0.89 a	0.89 ab	0.90 a	9.5	13.8	11.6
350-400	0.90 a	0.90 a	0.90 a	10.4	13.7	12.0
400-450	0.91 a	0.89 ab	0.90 a	8.9	14.8	11.9

^zThe ratio of fruit length to fruit diameter (L/D ratio).

^y $(r_{\max}-r_{\min})/r_{\max}\times 100$.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 4. Pooled data analysis of correlation among conformation parameters in 'Fuji' apple fruit harvested from two orchards located in 'Andong' and 'Youngyang' area.

Parameters	Seed number	Seed weight	Fruit weight
Fruit weight	0.13 NS	0.21 *	-
Shape index ^z	0.03 NS	0.08 NS	0.37 **
Asymmetry index ^y	-0.27 **	-0.29 **	-0.01 NS

^zThe ratio of fruit length to fruit diameter (L/D ratio).

^y $(r_{\max}-r_{\min})/r_{\max}\times 100$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P\leq 0.05$, or at $P\leq 0.01$, respectively.

과중과 종자 중량간에는 유의적인 상관관계가 있었다(Table 4). 이러한 연구 결과는, 과중은 종자 수나 종자 중량과 비례관계가 있다는 기존의 보고(박 등, 1998)와는 다소 다른 경향으로써, 단순한 종자의 수보다는 충실한 종자 형성이 더욱 중요한 요인임을 보여주고 있다. 따라서 매개관충을 이용한 수분을 증대와 종자 수 증가에 따른 효과는, 수분율이 아주 저조한 환경이 아니라면, 과실의 양적인 비대보다는 비대칭과 방지(박 등, 1998) 및 칼슘 함량 증가(Brookfield 등, 1996)에 의한 저장력 증진 등을 목적으로 이루어지는 것이 타당한 것으로 보인다.

과형지수는 종자의 수나 중량과 유의적인 상관관계가 없었으나 기형지수는 종자 수 및 종자 중량과 고도로 유의성이 있는 부의 상관관계를 보임으로써 Table 1에 제시된 과수원 간 기형지수나 기형과율 차이와 유사한 경향이였다. 'McIntosh' 사과의 경우에는, 단순한 종자의 수보다는 수정이 되고 정상적으로 발육한 종자의 수가 많으면 기형과 발생이 감소한다고 함으로써(Brault와 Oliveria, 1995) 전체 종자 수보다는 배와 배유의 발육이 제대로 이루어진 종자의 수를 반영하는 종자 중량을 조사하는 것이 더욱 바람직한 것으로 판단된다.

본 실험의 결과를 종합해보면, '후지' 사과 과실의 과형지수는 종자의 수나 중량의 영향을 크게 받지 않는 반면 기형지수는 충실한 종자 수 혹은 종자 무게와 상관관계가 있는 것으로 판단된다. 기형지수가 낮은 고품질 '후지' 사과 생산을 위해서는 충실하게 발육된 종자 수를 증가시키는 재배 관리가 필요한 것으로 사료된다.

초 록

경북 안동과 영양 지역 과수원에서 적숙기에 수확한 '후지' 사과 과실을 중량별로 분류한 후, 과중, 종자 수, 종자 중량과의 관계를 분석하고 이들 요인과 과형지수 및 기형지수와의 상관관계를 조사하였다. 과실당 평균 종자수와 무게는 안동과수원의 경우 8.9개, 종자 중량 0.64g이었고 영양 과수원은 6.3개, 0.47g이었다. 두 과수원의 조사자료를 종합하여 분석한 결과, 과중은 종자 중량과 정의 상관관계가 있었던 반면 종자의 수와는 상관관계가 낮은 것으로 분석되었다. 과형지수는 종자 수나 종자 중량과 미미한 상관관계를 보였으나 과중과 정의 상관관계를 보였다. 과실의 기형지수는 종자 수가 많고 종자 중량이 큰 안동과수원 과실에서 낮은 경향을 보였으며 종자의 수 또는 종자 중량과 고도로 유의한 부의 상관관계를 보였다.

추가 주요어 : 기형지수, 과중, 기형과, 종자 수

인용문헌

- Brault, A. and D. Oliveria. 1995. Seed number and an asymmetry index of 'McIntosh' apples. HortScience 30:44-46.
- Brookfield, P.L., I.B. Ferguson, C.B. Watkins, and J.H. Bowen. 1996. Seed number and calcium concentrations of 'Braeburn' apple fruit. J. Hort. Sci. 71:265-271.
- 변재균, 강태구, 이동훈. 1999. GA₄₊₇+BA의 개화기 살포가 '후지' 사과

- 의 발육과 종자 형성에 미치는 영향. 한국원예학회지 40:213-216.
- Greene, D.W., W.J. Lord, and W.J. Bramlage. 1982. Effects of gibberellin A₄₊₇ and 6-benzylaminopurine on fruit set, fruit characteristics seed content, and storage quality of 'McIntosh' apples. HortScience 17:653-654.
- 국립농산물품질관리원. 1966. 농산물 표준 출하 규격. p. 1011-1-5.
- Noe, N. and T. Eccher. 1996. Golden Delicious apple fruit shape and russeting are affected by light conditions. Scientia Hort. 65:209-213.
- 박정관, 홍성재, 최인명, 김정배, 김성호 박희승. 1998. 인공수분 및 promalin 처리에 의한 사과 '후지' 품종의 과형개선. 원예과학기술지 16:27-29.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS user's guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Unrath, C.R. 1974. The commercial implication of gibberellin A₄₊₇ plus benzyladenine for improving shape and yield of 'Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:381-384.
- Westwood, M.N. 1962. Seasonal changes in specific gravity and shape of apple, pear, and peach fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:37-40.
- Westwood, M.N. and L.T. Blaney. 1963. Non-climatic factors affecting the shape of apple fruits. Nature 200:802-803.
- Westwood, M.N. and D.J. Burkhart. 1968. Climate influences shape of Delicious. American Fruit Grower 88(6):26.
- Williams, M.W. and E.A. Stahly. 1969. Effect of cytokinins and gibberellins on shape of Delicious apple fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:17-18.