*Journal of Bio-Environment Control*, 13(2):73-80, (2004)

# 홍고추 생육시기별 기상여건과 외형적 특성과의 상관관계

조병철 · 박권우[1]* · 강호민[2] · 윤형권[3]
농촌진흥청 원예축산과, [1]고려대학교 생명산업과학부, [2]강원대학교 식물응용과학부, [3]원예연구소

# Correlationship between Climatic Elements and External Characteristics of Red Pepper Fruit in Different Growing Periods

**Byung-Chul Cho, Kuen Woo Park[1]*, Ho Min Kang[2], and Hyung-Kweon Yun[3]**
*Horticulture & Livestock Division, RDA, Suwon 441-707, Korea*
*[1]Division of Bioscience and Technology, Korea Univ., Seoul 136-701, Korea*
*[2]Division of Applied Plant Sci., Kangwon Nat'l Univ., Chunchon 200-701, Korea*
*[3]National Horticultural Research institute, RDA, Suwon 440-310, Korea*

**Abstract.** Two red pepper(*Capsicum annuum* L.) cultivars, 'Geumtap' and 'Bugang', were cultivated at main producing areas in Korea and harvested four times in 1998 and 1999. Length, weight, dry matter ratio and color of red peppers were measured at each harvest. The relations between external characteristics with regional climatic elements such as total accumulated air temperature, total amount of precipitation and duration of sunshine during the fruit growing periods were compared. Length and fruit weight decreased by delayed harvest. These characteristics were shown significant difference according to cultivars, but not to growing year. Dry matter ratio had a tendency to increase at the 3rd and 4th harvest. The red color as measured a × L values of pepper powder, increased with being later in harvesting, but the trend was uncertain. In fruit growth, fruit length showed a positive correlation with total accumulated air temperature in later growth period of fruits(from 1st to 20th day before harvesting), and fruit weight had relationships with accumulated air temperature and total amount of precipitation in later growth period of fruit. There was no relation between dry matter ratio and climate elements. The red color was shown high correlations with total amount of precipitation and duration of sunshine. There was highest coefficient of determination($r^2$) in all external characteristics.

**Key words :** fruit length, fruit weight, dry matter ratio, a × L value

*Corresponding author

## 서 언

고추(*Capcicum annuum* L.)는 우리식생활에서 가장 널리 이용되는 조미채소 가운데 하나로 전 세계적으로 소비량이 점차 늘어나는 추세에 있다(Andrew, 1995). 고추는 형태, 색택 등에 따라 소비자의 선호에 차이가 생기고 있으나 품질을 결정하는 기준이 명확치 않은 상태이다(Cho 등, 2000). 최근 들어 WTO 체제가 진전되면서 값싼 중국산 고추의 수입으로 국내시장을 교란시키고 있어 소비자의 선택에 혼선을 야기하고 있다. 고추는 용도에 따라 조미용 건고추와 채소용 풋고추, 홍고추 등으로 구분된다. 고추는 생육단계별로는 녹숙기(mature green), 변색기(breaker), 적숙기(red succulent) 등으로 구분되는데(Osuna-Garcia 등, 1998), 고추의 성숙단계별로 외형적 변화와 함께 내적 성분변화에 대한 연구가 상당히 이루어져 있다(Park 등, 2001). 또한 고추 품종별 품질연구도 활발하게 이루어졌으나(Jo 등, 1999; Lee 등, 1999), 대부분 품종 육종을 위한 목적으로 수행되었다.

고추 색도는 녹·황·적색을 나타내는 30여개의 carotenoid에 의해서 발현된다(Matus 등, 1991). 또한 고추의 붉은색은 황색과 적색의 조화로 이루어지는데, 붉은색은 capsanthin, capsorubin 색소에 의하여 발현하게 되고, 고추가 익으면 이들 색소의 양이 급격히 늘어나게 된다. 고추의 색도는 품종, 성숙도, 재배환경 등에 의하여 좌우된다(Reeves, 1987).

농산물의 생산에 있어 크기나 색택과 같은 외적 품질과 재배기간 중 기상조건의 관계에 대한 연구는 독일 무(Park, 1981; Park과 Fritz, 1982), 가을 무(Han과 Lee, 1986), 거봉(Song과 Ko, 1999) 등을 대상으로 연구가 이루어진 바 있다. 고추의 경우도 Jang 등(2000)이 재배지대에 따라 생육과 품질에 대해 보고한 바 있었다. 그러나 그 연구는 표고차를 중심으로 수행한 연구였을 뿐, 각 재배지의 기상환경 요소에 대한 조사가 미흡하여 기상조건과 외적 품질과의 상관을 명확히 설명하지는 못하였다.

따라서 본 연구는 고추의 착색 전 기상요인과 과실의 생육 및 건고추 착색과의 관계를 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

고추 공시품종은 '금탑', '부강'(홍농종묘 시판품종)을 선정하여 1998년과 1999년 2년에 걸쳐 시험재배를 실시하였다. 재배지역은 고추주산지인 경기 이천, 충북 음성, 경북 의성 지방 등 3지역을 선택하여 노지 포장에서 재배하였는데, 시비와 관수는 관행에 준하였다. 홍고추의 과실 특성은 주 수확시기인 8월 2일부터 9월 13일까지 2주 간격으로 4회에 걸쳐 수확하여 시료로 활용하였다.

기상자료는 그 지역 기상 관측소 자료를 사용하였으며, 충북 음성은 관측소가 없는 관계로 청주의 기상자료를 활용하였다. 고추 재배기간의 기상자료는 온도, 강우량, 일조시수에 대한 요인별 분석을 시도하였다. 모든 요인은 고추가 개화한 후, 홍고추로 성숙할 때까지의 기간인 50일간의 기상자료를 기준으로 삼았다.

그런데 고추는 개화 후 28~35일까지는 고추의 외형적 성장이 왕성한 시기이며, 그 이후에는 익어가면서 종자가 자라는 성숙단계로 접어들면서도 외형성장이 계속된다. 이에 기상을 고추 과실 성장기인 개화 후부터 전반 30일(수확 전 50일에서 20일까지)까지 와 성숙기인 후반 개화 후 31~50일으로 구분하여 분석하였다.

**Table 1.** Meterological factors during the pepper growth[z].

| No. of harvest[z] / Days before harvest | Climatic factors | Accumulative air temperature (°C) | | Total amount of precipitation (°C) | | Sunshine duration (h) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1998 | 1999 | 1998 | 1999 | 1998 | 1999 |
| 1st | 30 days | 684±17[y] | 654±20 | 316±55 | 160±32 | 139±5 | 208±26 |
| | 20 days | 470±12 | 490±15 | 141±15 | 133±77 | 76±31 | 100±15 |
| | Total | 1154±29 | 1144±33 | 456±62 | 293±50 | 215±31 | 308±41 |
| 2nd | 30 days | 718±17 | 712±23 | 267±44 | 158±87 | 108±21 | 158±30 |
| | 20 days | 502±10 | 499±12 | 537±113 | 179±99 | 51±3 | 125±15 |
| | Total | 1219±27 | 1211±32 | 803±152 | 337±151 | 159±23 | 283±45 |
| 3rd | 30 days | 726±17 | 741±20 | 466±198 | 290±142 | 97±28 | 152±22 |
| | 20 days | 470±10 | 464±12 | 242±63 | 79±40 | 89±14 | 106±17 |
| | Total | 1196±27 | 1205±30 | 708±141 | 368±102 | 186±41 | 258±38 |
| 4th | 30 days | 740±16 | 755±19 | 567±98 | 307±141 | 93±22 | 166±2 |
| | 20 days | 445±10 | 445±14 | 36±24 | 126±27 | 126±13 | 91±5 |
| | Total | 1185±25 | 1200±30 | 604±121 | 434±120 | 220±27 | 257±7 |
| 50 days average | | 1189±27 | 1190±31 | 643±119 | 358±81 | 195±31 | 277±33 |

[z]1st harvest; peppers' growing period(from 24 June to 2 August)
2nd harvest; peppers' growing period(from 29 June to 16 August)
3rd harvest; peppers' growing period(from 12 July to 30 August)
4th harvest; peppers' growing period(from 26 July to 13 September)
Measured by KMA weather stations.
[y]50 – 20 days: 30 days after flowering (growing period)
20 – 1 days: from 31 to 50 days after flowering (ripening period)
[x]Means and standard error of 4 growing periods with 4 replications.
These data were mean of 3 chief producing districts(Icheon, Eumseong, Uiseong) in Korea.

기상요인별 분석 자료는 Table 1에 나타내었다. 재배 중 기상여건은 적산온도, 강우량, 일조시수를 조사하였다. 고추 생육기간의 매일평균 온도를 합한 적산온도, 생육기간의 강우누계를 조사한 강우량, 생육기간의 일조시간 누계인 일조시수도 비교분석 자료로 활용하였다.

홍고추 시료는 수확하여 과장, 과중 등을 측정한 다음 예냉 처리 후 수집하여 건조시켰다. 1998년 시료는 60°C 항온기에서 1차 3일간 건조 후에 비닐하우스 건조장에서 5일간 완전히 건조시켰으며, 1999년 시료는 건조 중에 품질변화를 최소화하기 위하여 동결 건조하였다.

고추 색도는 color spectrophotometer(Macheth color-eye 3100, USA)로 측정하였다. Hunter 방식에 의한 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 측정한 다음 a×L 값을 계산하여 색도 품질 특성을 비교하였다. 고추의 붉은색 기준은 a×L값(quality index)으로 정리되며, a×L값 700 이상을 밝은 적색(brilliant red)으로 분류하고 있다(Govindarajan, 1986). 모든 조사는 처리구당 3반복씩 3회를 측정하였다.

고추의 외형적 특성과 기상조건간의 상관관계를 조사하기 위하여 Pearson 상관분석을 시행하였다. 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)로 관련성을 살펴본 후에 상관이 높은 것을 대상으로 회귀분석하여 결정계수(coefficient of determination)을 구하였다(Healey, 1993). 외형적 특성 결과의 통계분석은 SAS program을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 하였다.

## 결과 및 고찰

고추의 과장은 지역별로 4회에 걸쳐 조사하여 평균치를 Table 2에 나타내었다. '금탑'의 과장은 1998년 106.3 mm, 1999년 106.8 mm로 측정되었고, '부강'의 과장은 1998년 126.2 mm, 1999년 126.1 mm로 조사되어, 품종간의 특성이 뚜렷하게 나타났으나, 연도별 차이는 크지 않았다.

고추 과장은 수확시기 후기로 갈수록 짧았는데, 재배 년도와 품종의 평균으로 볼 때 1차 수확시 119.6 mm, 2차에는 119.4 mm, 3차에는 117.0 mm, 그리고 4차 수확에는 109.9 mm였다. 이것은 수확시기가 빠를수록 과장이 길었다는 Jang 등(2000)의 보고와 일치하였다.

고추 과중을 살펴보면, '금탑'의 과중은 1998년 15.6 g, 1999년 15.6 g, '부강'은 1998년 16.3 g, 1999년 14.3 g으로 조사되었다. 과중은 품종과 연도별로 두드러진 양상을 보이지 않았으며, 과장과는 달리 품종의 특성도 나타나지 않았다. 품종과 재배년도의 평균으로 볼 때 수확시기가 늦어질수록 과중이 작아졌는데, 수확시기별로 1차에는 16.3 g, 2차에는 16.8 g, 3차에는

**Table 2.** Fruit weight and length, dry matter ratio, and powder chromaticity, of two red pepper cultivars; 'Geumtap', and 'Bugang' harvested four times at every two weeks from August 2nd to September 13th in 1998 and 1999.

| Culture | Growth factors / Cultivars periodsz | Fruit weight (g) | | Fruit length (cm) | | Dry matter rate (%) | | Powder chromaticity (a×L value) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1998 | 1999 | 1998 | 1999 | 1998 | 1999 | 1998 | 1999 |
| Geumtap | 1st | 16.01 ab | 17.55 a | 110.2 a | 112.7 a | 15.74 c | 17.07 a | 1117 c | 2241 b |
| | 2nd | 17.90 a | 16.59 a | 112.8 a | 107.5 b | 16.23 bc | 17.00 a | 1225 b | 2232 b |
| | 3rd | 15.89 b | 14.93 b | 104.9 b | 107.1 b | 17.55 b | 16.76 a | 1370 a | 2267 a |
| | 4th | 12.47 c | 13.13 c | 97.5 c | 99.9 c | 19.50 a | 17.42 a | 1387 a | 2227 bc |
| Bugang | 1st | 15.59 ab | 16.11 a | 120.0 b | 135.4 a | 15.55 c | 16.46 c | 1279 b | 2345 a |
| | 2nd | 18.00 a | 14.85 b | 131.5 a | 126.1 b | 16.05 bc | 17.93 b | 1294 b | 2346 a |
| | 3rd | 17.45 a | 14.14 b | 131.7 a | 124.3 b | 17.63 b | 18.09 b | 969 c | 2352 a |
| | 4th | 13.96 c | 11.97 c | 123.4 b | 118.7 c | 20.25 a | 19.37 a | 1421 a | 2296 b |

[z]1st harvesting peppers' growing period(from 24 June to 2 August)
2nd harvesting peppers' growing period(from 29 June to 16 August)
3rd harvesting peppers' growing period(from 12 July to 30 August)
4th harvesting peppers' growing period(from 26 July to 13 September)
[x]Means separation within columns of each cultivar by DMRT at the 5% level.

15.6 g, 그리고 4차 수확에는 12.9 g으로 크게 감소하였다. 이 또한 Jang 등(2000)의 수확시기가 빠를수록 평균 과중이 높았다는 보고와 일치한다. 연도별 과중비교는 '금탑'은 연도별 차이가 나지 않았으나, '부강'의 경우는 차이가 나타났다.

홍고추 건물율은 '금탑'의 경우 1998년 17.26% 1999년 17.06%, '부강'의 경우 1998년 17.37%, 1999년 17.96%로 조사되었다. 1998년 시료의 경우 1회차와 4회차간의 건물율의 차이가 뚜렷하여 '금탑'은 4회차가 3.78% 그리고 '부강'은 4.70%가 1회차 수확에 비해 높았다. 1999년도 비슷한 경향을 보였다. 이는 고추 수확횟수가 높아질수록 고추의 크기가 작아진 것과 연관이 있는 것으로 생각되는데 크기가 클수록 당도와 같은 내부 성분의 농도가 낮아지는 희석효과(Park, 1983)에 의한 것으로 보인다. 고추의 건물율은 품종별, 연도별로 모두 같은 경향을 나타났다. 이것은 Jang 등(2000)의 수확시기가 늦어질수록 건물율이 높다는 보고와 일치한다.

홍고추 가루의 a×L값은 '금탑'은 1998년에 1275, 1999년에 2242, 그리고 '부강'은 1998년 1241, 1999년 2339로 나타났다. 즉 연도별로 1999년 a×L값이 1998년보다 월등히 높게 나타난 것은 1999년에 일조시간이 1998년보다 80시간 정도 긴데 따른 착색촉진과 시료의 건조방법이 다른데 기인한 것으로 보인다. 1998년에는 60°C 항온기에서 1차 건조 후에 비닐하우스 건조장에서 완전히 건조시켰으나, 1999년 시료는 건조 중에 품질변화를 최소화하기 위하여 동결 건조를 시킨 것도 한 요인으로 작용했다고 생각된다. 시중에 유통되는 고추 가루의 a×L값은 747~990(Lee 등, 1992)과 614~822(Yun 등, 2002) 정도로 보고 되었는데, 이와 비교할 때 월등히 높은 것은 시험용이기 때문에 건조방법과 정선을 잘 실시한데 따른 차이에서 나온 결과로 판단된다. 건조방법에 따라 색상 등이 달라져 상품성에 차이를 보인다는 것은 이미 잘 알려져 있다. 수확시기별 고추 가루의 색깔변화는 특별한 양상을 보이지 않았다.

고추의 과장과 기상여건간의 상관은 적산온도에서 있었으나, 적산강우량 및 일조시간에서는 연도별로 품종 간에 서로 다르게 나타나 일관된 경향을 보이지 않았다. 적산온도 중에서도 수확 직전 20일에 2년간을 종합할 때 고도의 양의 상관관계를 보였다(Table 3). 따라서 고추 과장에 크게 영향을 미치는 기상조건은 수확 직전 20일간의 온도로 나타났다.

과장과 수확직전의 적산온도는 온도가 높아질수록 과장이 커지는 양의 상관이 있었다. 회귀분석 결과 '금탑', '부강' 모두 모형이 성립되었으며, 결정계수(coefficient of determination)는 금탑에서 $R^2$=0.3327로 있었으나 부강에서 $R^2$=0.1833이었다.

고추 과중과 기상여건간의 상관은 적산온도 및 강우누계와 있었으나, 그 중 수확 전 20일간 적산온도, 강우누계와는 고도의 양의 상관관계를 나타냈다(Table 4).

이상에서 고추 과중에 크게 영향 미치는 기상여건 중 수확 직전 20일간의 적산온도와의 회귀분석한 결과 '금탑'에서는 $R^2$=0.3399로 회귀식에 대해 적합도가 높았으나 '부강'에서는 $R^2$=0.2387으로 낮게 나타났다.

Park(1981)은 무의 수량은 봄철에는 수확 전 20일

**Table 3.** Correlation coefficients between fruit length of red peppers and climatic elements for 50 days before harvesting.

| Climatic elements | Geumtap | | | Bugang | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1998 | 1999 | Average | 1998 | 1999 | Average |
| Total accumulative air temperature | 0.376*[z] | −0.299 | −0.108 | 0.500** | −0.407* | −0.030 |
| 50 – 20 days | 0.134 | −0.486** | −0.138 | 0.296 | −0.162** | −0.313** |
| 20 – 1 20 days | 0.405* | 0.396* | 0.374** | 0.405* | 0.451** | 0.428** |
| Total amount of precipitation | −0.055 | −0.120 | −0.010 | 0.516 | 0.064 | 0.233* |
| 50 – 20 days | −0.263 | −0.234 | −0.180 | 0.004 | −0.125 | −0.028 |
| 20 – 1 20 days | 0.160 | 0.216 | 0.174 | 0.431** | 0.323 | 0.327** |
| Sunshine duration | 0.079 | 0.657** | 0.158 | −0.389* | 0.816** | 0.198 |
| 50 – 20 days | 0.139 | 0.612** | 0.168 | −0.279 | 0.805** | 0.233* |
| 20 – 1 20 days | −0.020 | 0.432** | 0.065 | −0.221 | 0.461** | 0.048 |

[z]**significant at 5% level, **significant at 1% level

**Table 4.** Correlation coefficients between fruit weight of red peppers and climatic elements for 50 days before harvesting.

| Climatic elements | Geumtap | | | Bugang | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1998 | 1999 | Average | 1998 | 1999 | Average |
| Total accumulative air temperature | 0.301 | −0.257 | 0.015 | 0.464**[z] | −0.202 | 0.102 |
| 50 − 20 days | −0.212 | −0.499** | −0.369** | 0.058 | −0.455** | −0.220 |
| 20 − 1 20 days | 0.691** | 0.483* | 0.582** | 0.625** | 0.491** | 0.488** |
| Total amount of precipitation | 0.455** | −0.196 | 0.149 | 0.404* | −0.253 | 0.376** |
| 50 − 20 days | −0.247 | −0.383* | −0.250* | −0.167 | −0.460** | −0.011 |
| 20 − 1 20 days | 0.577** | 0.354* | 0.450** | 0.471** | 0.398* | 0.493** |
| Sunshine duration | 0.009 | 0.649** | 0.232* | −0.112 | 0.541** | −0.129 |
| 50 − 20 days | 0.497** | 0.573** | 0.363** | 0.208 | 0.480** | −0.056 |
| 20 − 1 20 days | −0.387* | 0.478** | −0.076 | −0.295 | 0.394* | −0.174 |

[z]*significant at 5% level, **significant at 1% level

간의 일조시수와 r=0.92의 고도의 상관관계를 가졌으며, 여름재배 시는 수확 전 1주일간의 일조시수가 r=0.71의 상관관계를 가졌다고 하였다. 다만 봄재배 시 수확 전 20일간 최고평균온도가 r=0.81의 정의 상관관계가 있다고 하여 고추와는 다른 양상을 보였다.

과중과 생육후기 강우량과의 관계 또한 강우량이 많을수록 과중이 무거워지는 양의 상관이었는데, 회귀분석 결과 두 품종 모두 직선의 회귀식이 성립되었으나, 그 결정계수($R^2$)는 '금탑'이 0.2032, '부강'은 0.24341로 모두 낮게 나타났다. 무(Park과 Fritz, 1982)에서는 토양습도와 경도는 음의 상관이 있다고 하였다. 이는 습도가 적당하면 무가 잘 자라나 연해지기 때문이라 하였는데 고추에서는 강우량과 양의 상관이 있어 다른 양상을 보였다.

이상의 결과에서 과장과 상관을 보인 적산온도나 과중과 상관을 보인 적산온도와 강우누계 모두 수확 전 20일간에 고도의 상관을 보여 과장과 과중과 같은 고추의 외형적 크기는 환경의 영향을 비교적 덜 받는 것으로 생각된다. 이런 결론을 내리게 된 이유는 첫째 Fig. 1의 고추의 생장곡선에서 볼 수 있듯이 수확 전 20일간 동안에는 과장은 전체의 35%, 과중은 전체의 15% 미만의 생장을 보인 다는 점과 둘째로 고도의 상관관계를 보인 환경요인들의 결정계수($R^2$)가 수확 전 20일 동안의 적산온도 중 '금탑' 한 품종에서만이 회귀식에 대해 약간의 적합도를 보였기 때문이다.

건물율과 기상여건과의 상관은 적산온도와 고도의 음의 상관이 있었으며, 일조시간과는 양의 상관을 강우누계와는 '부강' 품종에서만 음의 상관이 보였는데 이들 모두 수확 전 20일에서만 상관을 보였다(Table 5).

건물율과 수확 전 적산온도와의 관계는 적산온도가 높을수록 과실의 급속한 생장에 따른 희석효과나 야간온도가 높음에 따른 광합성 산물의 소모 촉진으로 건

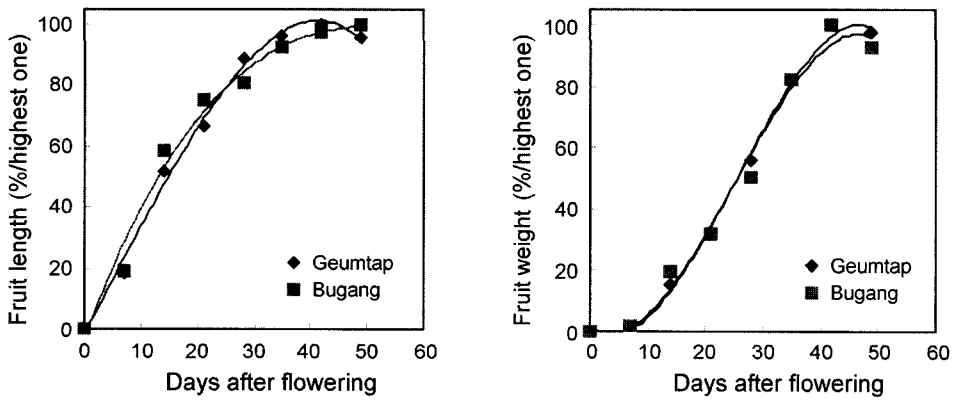


**Fig. 1.** Growth pattern of length and weight of red pepper fruit for 50 days after flowering in 'Geumtap', 'Bugang'.

**Table 5.** Correlation coefficients between dry matter rate of red peppers and climatic elements for 50 days before harvesting.

| Climatic elements | Geumtap | | | Bugang | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1998 | 1999 | Average | 1998 | 1999 | Average |
| Total accumulative air temperature | –0.145 | 0.040 | –0.071 | –0.099 | –0.202 | 0.140 |
| 50 – 20 days | 0.364* | 0.012 | 0.618** | 0.407* | –0.455** | 0.436** |
| 20 – 1 20 days | –0.634** | 0.040 | –0.363** | –0.613** | 0.491** | –0.446** |
| Total amount of precipitation | 0.081 | –0.054 | 0.077 | 0.094 | 0.311 | 0.005 |
| 50 – 20 days | 0.509** | 0.030 | 0.342 | 0.555** | 0.433** | 0.349** |
| 20 – 1 20 days | –0.331* | –0.139 | –0.256 | –0.356* | –0.256 | –0.354** |
| Sunshine duration | 0.142 | –0.351* | –0.074 | 0.229 | –0.610 | 0.016 |
| 50 – 20 days | –0.481** | –0.249 | –0.291* | –0.419* | –0.608** | –0.221 |
| 20 – 1 20 days | 0.548** | –0.361* | 0.286* | 0.598** | –0.335 | 0.365** |

[z]*significant at 5% level, **significant at 1% level

물율이 낮아져 음의 상관을 나타낸 것으로 생각된다. 회귀분석 결과 두 품종 모두 직선의 회귀식이 성립되었으나, 결정계수가 '금탑'은 0.1324, '부강'은 0.1997로 모두 회귀식에 낮은 적합도를 보였다. 건물율과 수확 전 일조시간에서는 일조시간이 길수록 건물율이 높아지는 양의 상관이 나타났는데 이는 광합성 증진에 따른 고형물의 증가에 기인한 것으로 보인다. 따라서 홍고추의 건물율은 적절한 재배 관리 하에서는 환경요인의 영향을 비교적 적게 받는 것으로 나타났다. 그러나 가을 무(Park, 1981)에서는 재배기간과는 음의 상관관계를 그리고 수확 전 2주간의 평균 온도(r=0.64), 그리고 일조시수(r=0.93)와 높은 상관관계가 있음을 보고하였다. 이와 같이 작물에 따라 수확 전 일기와의 관계는 다양함을 알 수 있었다.

고추 가루의 붉은 색도를 나타내는 a×L값은 기상여건 중 강우누계와 높은 음의 상관을, 일조시간과는 높은 양의 상관을 나타냈다(Table 6).

고추생육기간 중 누적강우량과 음의 상관을 보인 붉은 색도는, 회귀분석 결과 두 품종 모두 직선의 회귀식을 구할 수 있었는데, 결정계수는 '금탑'에서 0.4516, '부강'은 0.5241로 회귀식에 대해 높은 적합도를 보였다. 또한 일조시간과는 일조시간이 많을수록 a×L값이 높아지는 양의 상관을 나타냈으며, 결정계수가 '금탑'에서는 0.5082, '부강'에서는 0.5289로 모두 높았다.

고추의 주황색을 내는 β-carotene 함량과 광의 상관관계는 광질에 대한 보고가 많은데, 적색광에서 재배할 때 그 함량이 높아진다고 한다(Kim 등, 1978). 그러나 광량에 대해서는 명확한 보고는 없었는데, 다만 여러

**Table 6.** Correlation coefficients between powder chromaticity (a×L value) of red peppers and climatic elements for 50 days before harvesting.

| Climatic elements | Geumtap | | | Bugang | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1998 | 1999 | Average | 1998 | 1999 | Average |
| Total accumulative air temperature | 0.328* | 0.251 | 0.065 | –0.051 | 0.330* | 0.021 |
| 50 – 20 days | 0.762** | 0.145 | 0.054 | 0.049 | 0.010 | –0.011 |
| 20 – 1 20 days | –0.382* | 0.131 | 0.017 | –0.134 | 0.491** | 0.049 |
| Total amount of precipitation | 0.332* | 0.143 | –0.671** | –0.151 | –0.375* | –0.723** |
| 50 – 20 days | 0.588** | 0.135 | –0.465** | 0.086 | –0.509** | –0.523** |
| 20 – 1 20 days | –0.182 | –0.006 | –0.375** | –0.196 | 0.287 | –0.381 |
| Sunshine duration | 0.131 | 0.034 | 0.712** | 0.331* | –0.059 | 0.727** |
| 50 – 20 days | –0.560** | –0.026 | 0.671** | 0.167 | –0.137 | 0.718** |
| 20 – 1 20 days | 0.600** | 0.120 | 0.426** | 0.245 | 0.097 | 0.384** |

[z]*significant at 5% level, **significant at 1% level

가지 엽채류에서 외엽이 내엽보다 carotene의 함량이 높게 나타나 충분한 광량이 식물체의 carotene 합성을 촉진시킨다고 볼 수 있다고 한다(Mozafar, 1994).

Carotenoid의 함량과 관수 혹은 강우와의 관계에 대해서는 작물과 연구자에 따라 서로 다른 결과가 발표되었는데, 당근의 경우 관수량이 많을수록 β-carotene 함량이 증가하였고(Nortje와 Henrico, 1986), 수분스트레스를 가할 때 Portulacaria afra(Guralnik와 Ting, 1987)에서는 총 carotenoid함량의 변화가 없었던 반면, Digitalis lanata (Stuhlfauth 등, 1990)는 β-carotene 함량이 증가하였다고 하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 홍고추의 외형적 품질 중 크기와 건물율은 비교적 환경적 요인에 둔감한데 반해 색깔의 경우 기존의 통념처럼 강우 누적량이 적을수록, 일조시간이 길수록 높게 나타나, 색택 좋은 고품질의 홍고추는 재배기간 중 일조량이 많은 즉 강우가 적은 해에 많이 생산할 수 있음을 알 수 있었다.

## 적 요

한국 고추 주산단지에 '금탑', '부강' 품종을 1998년과 1999년에 재배하여 4회에 걸쳐 홍고추를 수확하였다. 고추의 과장, 과중, 건물율을 조사하고 색도를 분석한 후 고추 생육기간 동안의 지역별 온도 강우량 일조시간의 기상여건과 상관을 살펴보았다.

고추는 초기수확보다 후기로 갈수록 과장이 짧아지고, 과중은 가벼워지는 경향을 보였다. 두 품종간의 특성은 뚜렷한 차이를 보였으나 연도별 차이는 크지 않았다. 건물율은 수확시기가 늦어질수록 높아졌으며, 고추의 붉은색 비교를 위한 a×L값은 조사에서는 수확시기가 늦어질수록 높아지는 경향이 나타났다.

기상여건과 고추 과실 생장과의 상관관계를 살펴보면, 과장은 수확 전의 적산온도와 양의 상관이 있었다. 과중은 강우량과 수확직전의 적산온도와 상관이 있는 것으로 나타났다. 건물율은 수확 전 온도와 음의 상관을, 일조량과 양의 상관을 보였다. 붉은색 정도는 생육기간의 강우량과 음의, 일조와는 양의 높은 상관이 있었으며, 결정계수($r^2$)도 모든 외적품질 중 가장 높게 나타났다.

**주제어** : 과장, 과중, 건물율, a×L값

## 인 용 문 헌

1. Andrew, J. 1995. Peppers: The *domesticated capsicums*. Univ. Texas Press, Austin
2. Cho, Y.S., M.C. Cho, and H.D. Suh. 2000. Current status and projects of national hot pepper industry in Korea. J. Kor. Capsicum Res. Coop. Vol. 6:1-27 (In Korean).
3. Govindarajan, V.S. 1986. Capsicum-production, technology, chemistry, and quality-III. Chemistry of the color, aroma, and pungency stimuli. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 24:313-355.
4. Guralnick, L.J. and I.P. Ting. 1987. Physiological changes in *Portulacaria afra*(L.) Jacq. during a summer drought and rewatering. Plant Physiol. 85: 481.
5. Han, D.W. and Y.B. Lee. 1986. Effects of climate environment on growth quantities(CGR, RGR, NAR, LAI) of radish at fall cropping. J. Kor. Soc. Hort. Sci. Abstract 4:16-17 (In Korean).
6. Healey J.F. 1993. Statics, a tool for social research. Wadsworth Inc. Belmont. California, USA.
7. Jang, K.S., D.J. Chio, D.H. Pae, J.T. Yoon and S.K. Lee. 2000. Effects of altitudes on growth and fruit quality in red pepper(*Capsicum annuum* L.) J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:485-489 (In Korean).
8. Jo, M.H., M. Sachiko, S.S. Kwak, E.M. Lee, N.H. Song, and I.S. Woo. 1999. Fruit characteristics and ascorbic acid content in the fruit of intervarietal hybrids in pepper(*Capsicum annuum* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:665-668 (In Korean).
9. Kim, K.S., S.D. Kim, J.R. Park, S.M. Roh, and T.H. Yoon. 1978. The effect of light quality on the major components of hot pepper plant(*Capsicum annuum* L.) Kor. J. Food Sci. Technol. 10:8-10 (In Korean).
10. Lee, H.D., M.H. Kim, and C.H. Lee. 1992. Relationships between the taste components and sensory preference of Korean red peppers. Korean J. Food Sci. Technol. 24:266-271 (In Korean).
11. Lee, M.J., T.R. Kwon, D.H. Pae, D.U. Kim, and B.S. Choi. 1999 Characteristics of major local cultivars of red pepper(*Capsicum annuum* L.) grown in Youngyang region. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:158-162 (In Korean).
12. Matus Z., J. Deli, and J.J. Szabolcs. 1991. Carotenoid composition of yellow pepper during ripening, isolation of B-cryptoxanthin 5,6-epoxide. J. Agr. Food Chem. 39:1907-1914.
13. Mozafar, A. 1994. Plant vitamins agronomic, physiological, and nutritional aspects. CRC press. Boca Raton, Florida. USA.
14. Nortj , P.F. and Henrico, P.J. 1986. The influence of irrigation interval on crop performance of carrot(*Daucus carota* L.) during winter production. Acta Hortic.

194:153.

15. Osuna-Garcia, J.A., M.M Wall, and C.A. Waddell. 1998. Endogenous levels of tocophenols and ascorbic acid during fruit ripening of New Mexican-type chile(*Capsicum annum* L.) cultivars. J. Agr. Food Chem. 46:5093-5096
16. Park, J.C., S.M. Park, K.C. You, and C.S. Jeong. 2001. Changes in postharvest physiology and quality of hot pepper fruits by harvest maturity and storage temperature. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:289-294 (In Korean).
17. Park, K.W. 1981. Einfluesse von Jahreszeit. Naehrstoffangebot und Erntetermin auf die Qualitaet des Rettichs. Dr. Disse. T.U. Muenchen (In German).
18. Park, K.W. 1983. Effects of fertilization, irrigation and harvesting period on the quality of vegetable crops. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24:325-337 (In Korean).
19. Park, K.W. and D. Fritz. 1982. Study on the quality of radish. Part I. Effect of soil moisture, seasons, harvesting period and fertilization on texture of radish. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 23:188-193 (In Korean).
20. Reeves, M.J. 1987. Re-evaluation of capsicum color data. J. Food Sci. 52:1047-1049.
21. Song, G.C. and K.C. Ko 1999. Effect of climate conditions during blooming on the berry setting of Kyoho (*Vitis labruscana* B.) grapevine. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:75-78 (In Korean).
22. Stuhlfauth, T., B. Steuer, and H.P. Fock. 1990. Chlorophylls and carotenoids under water stress and their relation to primary metabolism. Photosynthecia, 24: 412.
23. Yun, J.Y., D.O. Kim, G.W. Choi and S.K. Park. 2002. Breeding of hot pepper varieties for the international market. MAF (In Korean).