

착색단고추 고온기 호박벌 처리에 의한 착과증진 효과

원재희¹ · 이성열¹ · 김종기² · 전신재^{1*}

¹강원도농업기술원, ²중앙대학교

The Effect of Carpenter Bee (*Xylocopa* spp.) as a Pollinator on the Fruit Set Increment of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Summer Hydroponics

Jae Hee Won¹, Seong Yoll Lee¹, Jong Kee Kim², and Shin Jae Jeon^{1*}

¹Gangwon Provincial ARES, Chuncheon 200-939, Korea

²Dept. of Applied Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

Abstract. This experiment was executed to investigate the effect of the carpenter bee as a pollinator on the fruit set increment of sweet pepper in summer hydroponics in the alpine area of Gangwon province, Korea. Where the number of fruit sets were increasing during the treatment of pollination by the carpenter bee, total yields during the whole growing period were not different. The number of seeds per fruit in the treatment of the carpenter bee increased more than that in the control by 7.3 percent increment, but the percentage of blossom-end rot increased. As fruit weight range of SS size (below 120g) decreased and that of L size (from 181g to 210g) increased by the pollination treatment, so the percentage of standardized products for the export to Japan improved. Therefore this result was effective for the fruit production of high quality for the export to Japan and it will be necessary for further study on the method of reducing blossom-end rot to be done.

Key words : blossom-end rot, pollination, the alpine area, the number of seeds

서 론

우리나라의 고랭지를 중심으로 한 착색단고추 여름 재배는 남부지역을 중심으로 한 동계재배와 더불어 우리나라가 대일본 연중수출을 가능케 하는 중요한 작형이다. 여름재배 작형은 일반적으로 6월부터 12월 까지 수확하는데, 장마기와 고온기인 6~8월에 착과가 불량해짐에 따라 8~10월까지의 생산량이 낮아 연중 일정한 물량의 수출을 하는데 어려움을 겪고 있는 실정이다.

착색단고추는 수정을 위하여 특별한 처리를 하지 않아도 수분수정이 잘 되는 작물이나(Lee 등, 2005) 낮은 광도와 고온(Aloni 등, 1996), 야간저온(Choi 등, 2004) 그리고 기 착과된 과실과의 경쟁(Marcelis 등,

2004) 등의 원인으로 낙화, 낙과 및 기형과의 발생이 많다.

수정벌을 이용하여 과실 내 종자수를 증대시켜 착과를 유도하는 방법은 토마토(Choi 등, 2009; Lee 등, 2002), 가지(Lee 등, 2001), 참외(Shin 등, 2005) 등의 시설재배작물에서 많은 연구가 이루어졌다. 특히 착색단고추에 있어서 인위적인 수정의 효과는 긍정적인 면과 부정적인 면이 모두 보고되었다. Shipp 등(1994)은 호박벌(*Bombus impatiens* Cr.)의 효과를 검토한 결과, 수량증진과 품질향상의 효과가 있어 긍정적이라 보고하였으나, Heuvelink and Korner(2001)는 착색단고추에서 종자의 발달은 과실의 생장률을 증가시켜 큰 과일을 생산하고, 배꼽썩음과의 비율을 증가시켜 균일한 착과 및 안정생산에 부적합하다고 보고하였다.

따라서 본 시험은 고랭지에서 착색단고추 재배시 고온기에 호박벌에 의한 착과 및 품질에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 수행되었다.

*Corresponding author: hybrid69@korea.kr
Received December 9, 2009; Revised December 15, 2009;
Accepted December 16, 2009

재료 및 방법

본 시험은 강원도 화천군 사내면 광덕리(해발 400m)에 소재한 농가의 단동형 비닐하우스에서 2006 년도에 수행하였다. 시험품종은 'Romeca'(Rijk Zwaan, The Netherlands)이었고, 4월 11일 암면 파종판에 파 종 및 육묘하여 5월 30일 정식하였으며 8월 21일부터 10월 20일까지 수확하였다.

파종은 벨지움 처방양액($\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} : \text{SO}_4 = 15.5 : 1.25 : 3.75 : 6.5 : 9.5 : 3.0 : 3.5 \text{me} \cdot \text{L}^{-1}$, EC $1.0 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, pH 5.5)으로 충분히 포수된 240공 암면 파종판(Grodan Co., Denmark)에 종자를 1립씩 넣어 실시하였고, 발아실(온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 90% 이상)에서 발아 및 출아시켰다. 발아 후 온실에서 주간 25°C , 야간 23°C 로 관리하였으며, 본엽 2매 전개 후 육묘용 암면큐브($10 \times 10 \times 7.5 \text{cm}$, Grodan Co., Denmark)에 180도 구부려(An 등, 2002) 이식하였다. 육묘 중 큐브의 무게가 340g 이하가 되면 양액(EC $2.0 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, pH 5.5)을 관주하였고, 최저온도는 18°C 이상을 유지하였다.

정식은 암면배지($20 \times 10 \times 100 \text{cm}$, Grodan Co., Denmark)에 양액(EC $2.5 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, pH 5.5)을 충분히 포수시킨 후 재식거리는 $120 \times 20 \text{cm}$ 로 슬라브 당 5주 씩 정식하였으며 줄기밀도는 m^2 당 6.6줄기이었다. 시험구는 완전임의배치 3반복으로 하였다.

정식 후 양액공급은 활착 이후 배지 내 조건을 EC $3.0 \sim 5.0 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, pH $5.5 \sim 7.0$, 근권 함수율 60~65% 내외가 유지되도록 관리하였다.

유인방법은 V자형으로 두 줄기로 하였고, 정지작업

은 분지마다 주지엽과 측지 1엽을 남기고 측지를 제거 하였다. 2절 이하의 꽃은 제거하여 3절부터 착과시켰 으며, 이후 적과는 하지 않았다.

처리방법은 호박벌(*Xylocopa* spp.)을 이용하여 무처리구와 비교분석하였다. 재배면적이 330m^2 인 하우스에 호박벌 2봉군을 6월 25일부터 8월 30일까지 2개월간 처리하였으며, 호박벌의 탈출 방지를 위하여 하우스 측면 및 전후면에 4mm 방충망을 설치하였다.

생육은 초장, 분지수, 주경장, 경경, 개화절위 등을 조사하였고, 절위별 착과율은 매 수확시기마다 수확된 절위를 조사하였다.

수확 및 수량 조사는 수출규격에 적합한 숙기(85~90% 착색)에 맞추어 수확한 후, 상품과와 비상품과(기형과, 배꼽썩음과, 열과, 꼭지무름과 등)로 나눈 후 각각의 과중을 전수 조사하여 분석하였다. 과실의 종지수는 수확된 과실의 종자를 계수하였으며, 과형은 과고와 과폭을 측정하여 계산하였다. 상품과는 과중을 기준으로 수출규격인 SSS(90g 이하), SS(91~120g), S(121~150g), M(151~180g), L(181~210g), LL(211~240g), LLL(241g 이상)로 구분하여 시기 및 규격별 특성을 분석하였다.

기타 조사는 농촌진흥청 조사기준표(RDA, 1997)에 의거하여 실시하였으며, 통계처리는 SAS(ver. 9.1.3, SAS) 프로그램을 이용하여 다중검정을 실시하였다 (RDA, 2003).

결과 및 고찰

호박벌을 방사하기 전 생육특성은 초장 53.5cm, 분

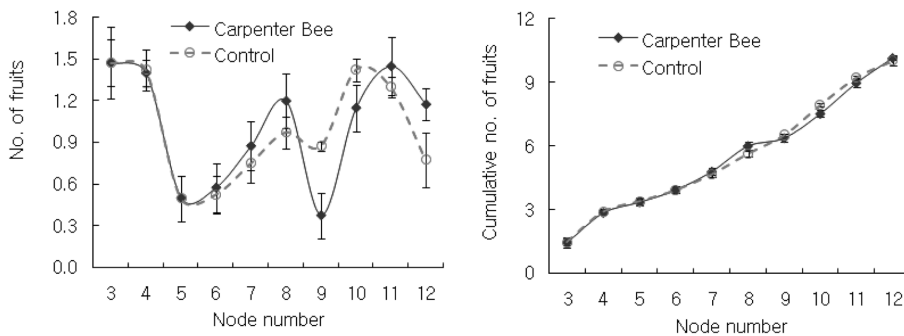


Fig. 1. Effect of pollination using carpenter bee on the number of fruits for each node position (left) and cumulative number of fruits (right). Vertical bars indicate standard errors of means.

지수 4.5절, 개화절위 2.8절 그리고 경경은 13.5mm 이었다.

처리기간 동안의 경시적인 절위별 착과수의 변화는 5절까지는 처리에 의한 차이가 없다가 8절에서 호박벌에 의한 수정의 결과로써 무처리에 비해 착과수가 0.23개/주가 증가하였다가 9절과 10절에서는 착과수가 감소하였다(Fig. 1). 6절부터 8절까지 착과수의 증가는 벌에 의한 효과로 착과수가 많아진다는 Shipp 등(1994)과 Raw(2000)의 결과와 일치하였다.

그러나 12절까지의 총 주당 착과수는 호박벌 처리와 무처리기간에 차이가 없었는데 호박벌 처리에 의한 착과수 증가가 결국에는 제한된 동화산물에 대한 경쟁에 의한 착과부하로 이어져 상위 절위에서 착과수의 감소로 이어진 것으로 사료되었다(Marcelis 등, 2004; Andrew 등, 1988; Marcelis와 Baman-Eijer, 1997).

무처리와 호박벌 처리의 수확과수, 과중, 수량 등에 있어서는 유의성이 없었다(Table 1). 그러나 과실의 종자수는 무처리가 205개/과였고 호박벌 처리는 220개/과로 7.3%가 증가되어 호박벌에 의한 종자수 증가 효과는 확연하였다. 이는 착색단고추의 종자수/과실 당 150~300개라는 Aloni 등(1999)의 보고와 부합하였다. 또한 배꼽썩음과의 발생률은 무처리에서의 2.2%에 비해 호박벌 처리구에서는 7.5%로 높았다. 본 시험에서 호박벌 처리구에서 배꼽썩음과의 발생률이 높았던 것은 호박벌 처리로 착과된 과실의 종자수가 증가하여 과실비대가 빠르게 진행되었던 원인인 것으로 사료되었다(Heuvelink와 Korner, 2001; Marcelis와 Hofman-

Eijer, 1997). 이는 착색단고추에서 단위결과성 과실은 배꼽썩음과의 비율이 오직 1% 발생하였으나 대조구에서는 31%가 발생하였다는 기존의 결과(Marcelis와 Ho, 1999)와 같은 경향이였다.

호박벌 처리에 의한 과실의 특성은 과육두께, 과형 지수, 심실수, 당도 등에서 무처리구와 비교하여 유의성은 인정되지 않았으나 과육이 두꺼워지고 과형지수가 낮아지는 경향이였다(Table 2). Shipp 등(1994)은 착색단고추의 온실재배시 수정매개체로서 뒤영벌의 효과가 과중, 과폭, 종자수 및 수확소요일수에 있어서 유의성이 있어 결국 품질 향상효과가 있다고 하였고, Lee 등(2002)은 토마토에 호박벌을 방사하여 재배한 결과, 공동과 등의 기형과 발생이 낮아 상품과의 비율이 높아졌다고 보고하였으나, 본 시험에서는 과육두께, 당도, 과형지수 및 심실수에 있어서 처리 간에 유의성이 없는 것으로 나타났다.

호박벌 처리와 관계없이 모든 과실의 종자수와 과중과의 상관관계를 검토한 결과, 과중과 종자수와의 관계는 1% 수준의 고도의 상관관계를 나타내었다(Fig. 2). Marcelis와 Hofman-Eijer(1997)는 착색단고추의 착과와 종자수의 관계를 검토한 결과, 상대적으로 적은 종자수(50~100개/과, 정상과실의 20~30%)의 수정만으로도 충분히 착과가 유도될 수 있으며, 과중이 직선적으로 증가됨에 따라 종자의 수가 늘어나는 것이 관찰되었다고 보고하였다. 따라서 이러한 내적 품질의 향상이 과실의 품질과 수량의 증가에 양호한 영향을 주었을 것이라고 사료되었다.

Table 1. Effect of pollination by carpenter bee on the characteristics of fruit and yield.

Treatment	No. of fruits	Fruit wt. (g)	Yield (kg/plant)	No. of seeds	Blossom-end rot (%)
Control	9.8	169	1.30	205	2.2
Carpenter Bee	9.9	172	1.35	224	7.5
	ns ^z	ns	ns	***	*

^z ns, *, **, *** non-significant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

Table 2. Effect of pollination by carpenter bee on the characteristics of fruit quality.

Treatment	Flesh thickness (nn)	Index of fruit shape (diam./width)	No. of locules	Soluble solids (°Brix)
Control	7.06	1.08	3.8	7.7
Carpenter Bee	7.12	1.05	3.8	7.5
	ns ^z	ns	ns	ns

^z ns, *, **, *** non-significant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

착색단고추 고온기 호박벌 처리에 의한 착과증진 효과

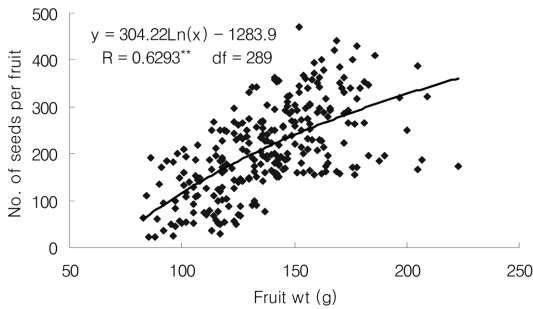


Fig. 2. The correlation between the number of seeds and fruit weight of sweet pepper.

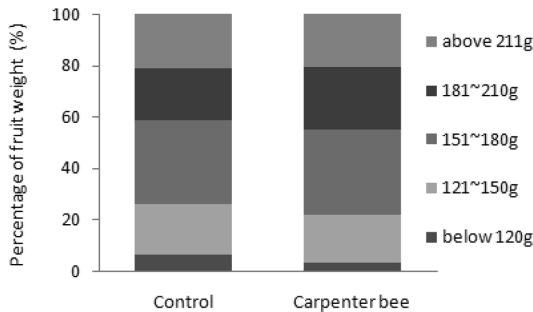


Fig. 3. The effect of the treatment of pollination by carpenter bee on the percentage of fruit weight range.

또한 수확된 총 과실의 무게 분포를 보면, 호박벌 처리에 의하여 과중이 120g 이하인 SS 사이즈의 비율은 감소하고 181~210g인 L 사이즈의 비율이 대조구에 비해 3.9% 증가하였으며, 이에 따라 수출 규격품율에 해당하는 121~210g의 비율이 대조구의 72.5%에서 호박벌 처리에 의해 75.8%로 증가하였다(Fig. 3).

이러한 결과로 볼 때, 고랭지 여름재배시 착과증진을 위한 호박벌 처리는 착과율을 높이고 과실의 종자수를 증가시킴으로써 과중을 기준으로 한 수출 규격품율을 높여 고품질 생산에 도움이 되는 것으로 나타났다. 그러나 호박벌에 의한 일시적인 착과증가는 착과부하에 의해 상부절위에서의 착과율을 저하시켜 결과적으로 총 수량의 차이는 없었다. 그러나 여름 고온기의 수량과 품질을 높이는 부분적인 효과가 있었으므로 고랭지 여름재배시 고온기에 일시적으로 또는 착과기에 지속적으로 호박벌을 투입함으로써 착과증진 및 품질향상을 꾀하는 것이 바람직하다고 사료되었다. 다만 호박벌 처리시 배꼽썩음과 발생이 높아지므로 이를 방지

를 위한 시설환경 및 급액관리에 대한 검토가 추가로 필요할 것으로 판단되었다.

적 요

고랭지 착색단고추 여름재배시 착과 증대 및 품질향상을 위하여 호박벌을 이용한 수정증대 효과에 대하여 검토하였다. 호박벌에 의하여 처리기간 동안 착과수의 증가는 있었으나 재배기간의 총 수량에서는 무처리와 비교하여 차이가 없었다. 과실의 종자수는 무처리에 비해 호박벌 처리에서 7.3%가 증가되었으나 배꼽썩음과 발생은 높았다. 과중의 분포 비율이 호박벌 처리에 의하여 SS 사이즈는 감소하고 L 사이즈가 증가하여 수출 규격품율이 향상되었다. 따라서 고랭지 여름재배시 착과증진을 위한 호박벌 처리는 착과율을 높이고 과실의 종자수를 증가시켜 수출 규격품율을 높이는 등 고품질 생산에 효과적이었으며 배꼽썩음과 방지에 대한 검토가 추후 필요할 것으로 판단되었다.

주제어 : 고랭지, 배꼽썩음과, 수정, 종자수

사 사

이 논문은 농촌진흥청 지역특화기술개발사업의 연구비지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Aloni, B., E. Pressman, and L. Karni. 1999. The effect of fruit load, defoliation and night temperature on the morphology of pepper flowers and on fruit shape. *Ann. Bot.* 83:529-534.
2. Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A.A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Ann. Bot.* 78:163-168.
3. An, C.G., D.S. Kang, C.W. Rho, and B.R. Jeong. 2002. Effects of transplanting method of seedlings on the growth and yield of paprika. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 20:15-18.
4. Andrew G.S., B. Devlin, and J.B. Horton. 1988. The effects of seed number and prior fruit dominance on the pattern of fruit production in *Cucurbita pepo* (Zucchini Squash). *Ann. Bot.* 62:653-661.

5. Choi, Y.H., J.K. Kwon, J.H. Lee, N.J. Kang, M.W. Cho, and J.S. Kang. 2004. Effect of night and daytime temperatures on growth and yield of paprika 'Fiesta' and 'Jubilee'. J. Bio-Environ. Con. 13:226-232.
6. Choi, Y.H., N.J. Kang, K.S. Park, H. Chun, M.W. Cho, Y.C. Um, and H.Y. You. 2009. Influence of fruiting methods on fruit characteristics in cherry tomato. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 27:62-66.
7. Heuvelink, E. and O. Korner. 2001. Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and blossom-end rot in sweet pepper. Ann. Bot. 88:69-74.
8. 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. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 42:509-512.
9. Lee, E.M., N.H. Song, I.H. Cho, and S.B. Lee. 2002. Enhancement of fruit set by using *Bombus ignitus* Smith and 4-CPA in protected cultivation of beefsteak-tomato. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 20:85-89.
10. Lee, J.P., J.H. Lee, D.J. Myung, S.D. Lee, and B. Hellemans. 2005. Glasshouse environments and paprika production technology. Sion Publication.
11. Marcelis, L.F.M. and L.C. Ho. 1999. Blossom-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Experi. Bot. 50:357-363.
12. Marcelis, L.F.M. and L.R.B. Hofman-Eijer. 1997. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. Ann. Bot. 79:687-693.
13. Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink, L.R.B. Hofman-Eijer, J.D. Bakker, and L.B. Xue. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. J. Experi. Bot. 55:2261-2268.
14. Raw, A. 2000. Foraging behaviour of wild bees at hot pepper flowers (*Capsicum annuum*) and its possible influence on cross pollination. Ann. Bot. 85:487-492.
15. Rural Development Administration (RDA). 1997. Theory and application to physiology of crop cultivation for agricultural research. pp. 304-330.
16. Shin, Y.S., S.D. Park, J.W. Kim, and B.S. Kim. 2005. Effects of pollination on fruit setting and quality of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino). J. Bio-Environ. Con. 14:83-88.
17. Shipp, J.L., G.H. Whitfield, and A.P. Papadopoulos. 1994. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. Sci. Hort. 57:29-39.