

## 가지대목(EG-203)을 이용한 딸기 후작 토마토 무경운 재배에서의 풋마름병 경감 및 전작물 제거시기 구명 연구\*

이문행\*\*\* · 박권서\*\* · 이희경\*\* · 이환구\*\* · 김경제\*\* · 이순계\*\* ·  
조평화\*\*\*\* · 김영식\*\*\*\* · 김성은\*\*\*\* · 한경숙\*\*\*\*\* · 황갑춘\*\*\*\*\*

### Study on Removal Time of Former Crop and Bacterial Wilt Reduction in Non-Tillage Tomato Culture by Grafting with EG-203 after Strawberry Cropping

Lee, Mun-Haeng · Park, Guen-Se · Lee, Hee-Keyung · Lee, Hwan-Gu ·  
Kim, Keyng-Jae · Lee, Sun-Gye · Cho, Pyeng-Hwa · Kim, Young-Shik ·  
Kim, Sung-Eun · Han, Kyoung Suk · Hwang, Gap-Chun

This study was carried out to study the effect of eggplant (EG203) grafting and strawberry removal time on succeeding tomato cropping in high temperature season. In non tillage culture, bacterial wilt incidence was 30% and 0% in non-grafting and eggplant (EG203) grafting while 25% in non-grafting and 0% in eggplant (EG203) grafting in tillage culture. Commercial yield was similar in tillage and non-tillage culture using EG-203 grafting as 2,693 kg/10a and 2,657 kg/10a respectively with no difference in soluble solid content and hardness. Strawberry removal time after tomato planting enhanced plant height and internode length in 20days and 30days later removal while no difference in other growth characters. Commercial yield was higher as 1,885 kg/10a in strawberry removal before tomato planting than 1,678 kg/10a in 30days later removal. From this research, strawberry removal time should be determined by considering strawberry price and growth and expecting profit by succeeding tomato cropping.

Key words : *bacterial wilt, EG203, non-tillage, strawberry, tomato*

---

\* 본 연구는 농촌진흥청 지역특화작목기술개발과제(PJ008788)의 지원에 의해 이루어진 것임.

\*\* 충청남도농업기술원 부여토마토시험장

\*\*\* Corresponding author, 충청남도농업기술원 부여토마토시험장(dogue24@korea.kr)

\*\*\*\* 상명대학교 식물식품공학과

\*\*\*\*\* 농촌진흥청 원예특작과학원

\*\*\*\*\* 경상남도농업기술원 기술보급과

## I. 서 론

토마토가 건강식품으로 알려지면서 2000년대에 접어들어 전국적으로 시설토마토 재배면적 및 소비가 빠르게 증가하고 있으며 2012년도에는 재배면적이 6,344 ha로 2001년 3,348 ha 대비 거의 100% 증가하였다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2013). 또한 토마토에 대한 소비자의 기호가 다양화 되고 연중 소비확대에 따른 안정생산이 요구되고 있어 토마토의 작형도 다양화 되고 있다. 주작형인 축성 및 반축성재배에서 억제재배 면적이 확대되고 있으나 고온에서는 착과가 잘 안되고 수량이 감소하는 등의 단점이 있다(Peet et al., 1997). 충남지역의 토마토 억제재배는 대부분 축성·반축성 재배 전후작의 단기재배 형태가 주를 이루고 있으며 최근 딸기 축성 및 반축성 재배 후작으로 토마토를 재배하는 면적이 증가하고 있다. 딸기 후작 토마토 재배는 다음 작기 딸기 재배를 위하여 8월 말까지는 재배가 종료되어야 하므로 재배기간이 매우 짧다. 후작으로 토마토를 재배할 경우 이미 전작에서 경운을 실시하였고 토마토 재배를 위하여 다시 경운을 실시하게 되면 토양 물리성을 저하시킬 수 있으며 경운비용이 추가된다. 일반적으로 시설재배의 경우 작물 유인 지지대 및 멀칭과 관수시설 등을 철거하고 퇴비와 기비를 투입한 후 트랙터와 같은 대형농기구를 이용한 경운을 2회 정도 실시하는데(Yang et al., 2011) 시설 토양은 대형 농기구의 하중으로 인하여 경운 작업 시 토양의 심토가 다져져 토양다짐이 형성된다(Lowery et al., 2005). 그리고 표토의 입자는 로타리 작업 시 단립으로 부서지기 때문에 토양의 물리성이 악화되며, 토양 전염성 병해충 확산, 잡초 발생량 증가, 생물다양성을 감소시키는 원인이 되고 있다(Jordan et al., 1997). 환경적으로 무경운 재배는 경운재배와 비교 온실가스 저감효과도 있으며(Lee et al., 2012)경제적인 측면에서는 무경운 재배의 생산비가 절감된다(Yang et al., 2012). 또한 딸기후작 토마토 억제재배는 재배기간이 짧고 풋마름병이 많이 발생하는 시기로 풋마름병을 예방하고 수량을 증대시킬 수 있는 효과적인 토마토 관리방법 개발이 요구되며 특히 무경운 재배의 경우 뿌리발달이 좋지 않을 수 있어 풋마름병의 예방이 필수적이다. 그동안 풋마름병을 방제하기 위한 방법으로는 저항성품종 이용, 재배법 개선, 토양환경 개선, 길항미생물 활용, 대목의 사용 등 다양한 방법이 이용되어 왔다(Frey et al., 1994; Guo et al., 2004; Hoistink and Fahy, 1986; Hsu et al., 1991; Trigalet et al., 1998). 여러 가지 풋마름병 방제방법 중 가장 많이 사용되는 방법은 저항성 대목을 사용하는 것이며 특히 가지대목 EG203은 풋마름병에 매우 강하고 토마토와의 접목 친화도도 높다(Lee et al., 2013). 본 연구는 딸기후작 토마토 억제 재배 시 생산비를 절감하고 온실가스 저감을 통한 환경부하 감소와 토양 물리·화학적성을 보존하면서 수확시기를 앞당기기 위하여 가지대목(EG203)을 활용한 딸기후작 토마토 무경운 재배법을 개발하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 가지대목(EG-203)을 이용한 딸기 후작 무경운 재배법 구명

#### 1) 시험품종 및 시험장소

2008년 6월부터 2008년 9월까지 충남 부여군 구룡면의 단동형 2중 플라스틱온실(길이 95 m, 측고 2.5 m, 동고 3.8 m)에서 수행되었다. 공시품종은 방울토마토 썸머킹(부여토마토시험장, 한국)이었으며, 딸기 반축성 재배 후작으로 경운과 무경운 처리구로 나누어 토마토 실생묘(대조), EG203(AVRDC) 접목묘로 시험을 실시하였다.

#### 2) 재배 및 조사방법

2008년 5월 1일 셀 크기가 1개의 포트 당 상토(부농)의 양이 72 ml인 50공의 연결 포트에 파종하여 육묘하였고, 제1화방의 1번화가 개화된 2008년 6월 13일 난괴법 3반복, 재식거리는 60×35 cm로 정식하였다. 시비 및 관수는 점적호스를 이용하였고, 생육조사는 수확 기간 동안 실시하였으며 조사 주수는 각 반복 당 20주씩 초장, 경경, 엽장, 엽폭을 조사하였다. 풋마름병 발생은 1화방 수확기 육안으로 시들어 고사한 포기를 기준으로 하였으며, 토마토 총수량은 착과수와 과중을 20주씩 3반복으로 1주 2회 수확하여 조사하였으며 과중이 7 g 이상인 것은 상품과로 7 g 미만은 비상품과로 분류하였다. 과일의 경도와 당도는 처리당 20 개씩 선정하여 3반복으로 각각 fruit hardness tester(1kg/cm<sup>2</sup>, CAT, Japan)와 Brix meter(PR-101  $\alpha$ , Japan)를 이용하여 조사하였다.

### 2. 딸기 후작 토마토 무경운 재배시 전작물(딸기) 적정 제거시기 구명

#### 1) 시험품종 및 시험장소

2010년 4월부터 2010년부터 7월까지 충남 부여군 구룡면의 단동형 2중 플라스틱온실(길이 95 m, 측고 2.5 m, 동고 3.8 m)에서 수행되었다. 썸머킹(부여토마토시험장, 한국)을 공시품종으로 정식하였으며, 대목은 가지대목 EG203(AVRDC)을 사용하였다.

#### 2) 재배 및 조사방법

2010년 2월 10일 셀 크기가 1개의 포트 당 상토(부농)의 양이 72 ml인 50공의 연결 포트에 파종하여 육묘하였고, 제1화방의 1번화가 개화된 2010년 4월 23일 난괴법 3반복, 재식거리는 60×35 cm로 딸기 사이에 정식하였다. 전작물 딸기는 토마토 정식 후 10, 20, 30일에 제거하였으며, 4화방이 나왔을 때 적심하여 재배하였다. 시비 및 관수는 점적호스를 이용하였다. 생육조사를 위해 각 반복 당 20주를 대상으로 초장, 경경, 엽장, 엽폭을 조사하였다.

토마토 총수량은 착과수와 과중을 20주씩 3반복으로 1주 2회 수확하여 조사하였으며 과중이 7 g 이상인 것은 상품과로 7 g 미만은 비상품과로 분류하였다. 과일의 경도와 당도는 처리 당 20개씩 선정하여 3반복으로 fruit hardness tester(1 kg/cm<sup>2</sup>, CAT, Japan)와 Brix meter (PR-101  $\alpha$ , Japan)를 이용하여 조사하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 가지대목을 이용한 딸기 후작 무경운 재배법 구명

딸기후작 토마토 단경기 무경운 재배에서 문제가 될 수 있는 풋마름병을 예방하고자 풋마름병 저항성 가지대목(EG203)을 접목하고 경운 및 무경운 재배에서의 생육정도를 조사하였다(Table 1). 초장은 경운 및 무경운 모두에서 가지대목보다 실생에서 크게 나타났다. 토마토의 생육에서 가장 중요한 지표인 경경, 엽장, 엽폭, 화방수는 차이가 없었다. 특히 경경은 Swaef et al.(2012)이 적산 일사량과 관련된 토마토의 관수 제어에 사용하였다. 따라서 가지대목(EG203)을 이용한 무경운 재배는 경운 실생 재배와 생육상의 큰 차이가 없어 가지대목(EG203)을 이용한 무경운 재배가 가능할 것으로 추정할 수 있다.

Table 1. Growth characteristics of non-grafting and EG-203 grafting in tillage and non-tillage

Treatment		Plant height (cm)	Internode length (cm)	4' truss stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of Truss
Tillage	EG-203	118b <sup>T</sup>	74a	8.5a	41a	32a	3.2a
	Non-grafting	139a	74a	8.6a	42a	34a	3.1a
Non-tillage	EG-203	113b	70ab	9.6a	41a	33a	3.3a
	Non-grafting	132a	67a	9.0a	42a	33a	3.6a

\* Investigating date : 2008. 7. 10, <sup>T</sup>DMRT 5%

딸기 후작 토마토 경운·무경운 재배 시 가지접목 및 실생 재배에서의 풋마름병 발병 정도를 조사하였다(Fig 1). 무경운에서 가지접목 재배 시 풋마름병 발생은 없었으나 실생 정식에서는 30% 정도가 발병하였다. 경운하여 토마토를 정식한 처리구에서도 가지(EG203) 접목묘에서의 풋마름병 발생이 없었으나 실생묘에서는 25% 정도로 나타났다. 이러한 결과는 가지대목 EG203을 대목으로 이용하여 토마토를 재배할 경우 다른 토마토 대목보다 풋

마름병 예방에 효과적(Lee et al., 2013; Aganon et al., 2002; Lin et al., 2008)이라는 결과와 유사하였다.

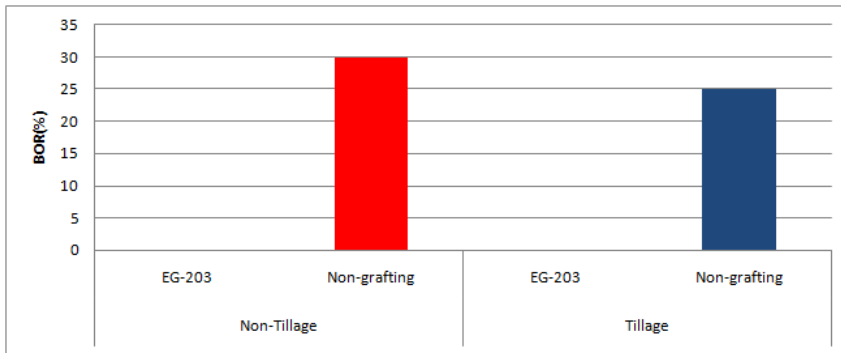


Fig. 1. Bacterial wilt occurrence rate of EG-203 grafting and non-grafting in tillage and non-tillage

<sup>†</sup>BOR : Bacterial wilt occurrence rate

가지대목을 이용한 토마토 경운 재배 시 총수량 및 상품수량은 2,912, 2,693 kg/10a로 무경운 2,887, 2,657 kg/10a보다 높은 경향이였으나 통계적 유의성은 없었으며 경운 및 무경운 처리에 따른 과일품질도 비슷한 경향이였다(Table 2). 이것은 가지대목 EG203을 이용하여 토마토를 재배하였을 때 과일수와 과중에 차이가 없다(Lee et al., 2013)는 결과와 유사한 결과를 보였다.

Table 2. Tomato yield and quality according to tillage and non-tillage culture

Treatment	Total yield (kg/10a)	Commercial yield (kg/10a)	Soluble solid content (°Brix)	Hardness (kg/cm <sup>2</sup> )
Tillage	2,912 <sup>T</sup>	2,693 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>	0.72
Non-Tillage	2,887 <sup>a</sup>	2,657 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	0.72

\* Pinching on 4<sup>th</sup> truss, <sup>T</sup>DMRT 5%, Commercial tomato : Over 7g/fruit

## 2. 딸기후작 토마토 무경운재배시 전작물(딸기) 적정 제거시기 구명

딸기 후작 토마토 무경운 재배 시 전작물인 딸기묘 적정 제거시기 구명을 위하여 딸기묘 사이에 토마토 정식 후 10일 간격으로 딸기묘를 제거하였다. 정식 27일 후 조사에서 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 화방수 등 생육은 전작물인 딸기를 제거한 후 정식한 처리구에서 여타 다른 처리구보다 약간 크게 나타났으나 유의성은 없었다(Table 3). 특히 초장이 모든 처리에

서 유사하게 나타난 것은 정식 후 묘가 토양에 정착하는 10일 정도의 시간이 포함되어 처리간 차이가 나타나지 않은 것으로 추정된다.

Table 3. Early growth of tomato according to removal time of strawberry

Former crop removing days	Plant height (cm)	Stem diameter(mm)		Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of Truss
		1 <sup>st</sup> truss	3 <sup>rd</sup> truss				
Planting on removing day	70a	5.5a	5.0a	22a	18a	17.4	2.6
10 days after planting	65a	4.9a	4.8a	20a	16a	17.2	2.4
20 days after planting	67a	5.3a	4.7a	20a	16a	16.6	2.2
30 days after planting	69a	5.3a	4.4a	21a	16a	17.5	2.3

\* Investigating date : 2010. 5. 20, <sup>T</sup>DMRT 5%

정식 97일 후 조사에서 전작물인 딸기를 늦게 제거한 처리구에서 초장 및 절간장이 약간 긴 경향이었으며 경경, 엽장, 엽폭, 화방수에서는 초기생육과 같이 처리구별 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다(Table 4). 20일, 30일 후 전작물 제거가 초장 및 절간장이 길었던 것은 전작물에 의해 토마토에 그늘이 발생하여 초장 및 절간장이 길어진 것으로 추정되며 토마토를 동부, 오크라와 간작할 경우 토마토와 다른 작물이 같이 심겨진 기간이 길수록 초장이 길어진다는 보고와 유사하였다(Olufemi et al., 2006).

Table 4. Late growth of tomato according to removal time of strawberry

Former crop removing days	Plant height (cm)	Stem diameter(mm)		Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of Truss
		1 <sup>st</sup> truss	3 <sup>rd</sup> truss				
Planting on removing day	209b <sup>T</sup>	48b	9.2a	9.9a	30.0a	24.4a	7.2a
10 days after planting	202b	49b	9.6a	9.7a	31.3a	26.6a	6.8a
20 days after planting	212a	53a	9.5a	10.3a	29.8a	24.1a	7.3a
30 days after planting	213a	59a	8.8b	9.4a	30.1a	23.9a	7.2a

\* Investigating date : 2010. 7. 29, <sup>T</sup>DMRT 5%

토마토의 총수량은 전작물인 딸기 작물 제거 후 정식 및 정식 10일 후 제거한 처리구에서 2,338~2,353 kg/10a로 가장 많았으며 상품수량 역시 1,885~1,777 kg/10a으로 가장 많았다. 처리별 품질은 당도는 7.1~6.8 °Brix, 과일 경도는 0.66~0.64 kg/cm<sup>2</sup>, 평균과중은 10.1~8.1 g로 처리간의 유의차는 없었다(Table 5). 전작물(딸기) 제거 후 정식이 토마토 수량은 가장

많았으나 정식 후 딸기 제거보다 딸기 수확량이 적기 때문에 토마토를 정식하는 시점에서 딸기의 생육이 좋지 않거나 가격이 낮으면 조기에 제거를 하고 딸기생육이 좋고 가격이 높으면 늦게 제거하는 것이 경제성이 높을 것으로 추정된다.

Table 5. Tomato yield and quality according to removal time of strawberry

Former crop removing days	Total yield (kg/10a)	Commercial yield (kg/10a)	Fruit weight (g)	Hardness (kg/cm <sup>2</sup> )	Solubel content (°Brix)
Planting on removing day	2,338	1,885a <sup>z</sup>	10.1	0.64	7.1
10 days after planting	2,353	1,777ab	9.2	0.64	6.7
20 days after planting	2,216	1,661b	8.0	0.67	6.6
30 days after planting	2,297	1,678b	8.1	0.66	6.8

\* Pinching on 4<sup>th</sup> truss, <sup>T</sup>DMRT 5%, Commercial tomato : Over 7g/fruit

#### IV. 적 요

토마토 억제 재배 시 생산비를 절감하고 토마토의 수확시기를 앞당기며 잦은 경운에 의한 토양환경을 보호하고자 가지대목(EG203)을 활용한 딸기후작 토마토 무경운 재배법 연구를 실시하였다. 가지대목(EG203)을 사용하여 토마토 재배를 실시한 결과 풋마름병 발생은 무경운 재배에서 실생은 30%, 가지대목(EG203)은 0%였으며 경운 재배에서는 실생은 25%, 가지대목(EG203)은 0%였다. 가지대목(EG203)을 이용한 경운 및 무경운 재배에서 상품수량은 각각 2,693, 2,657 kg/10a로 유사하였으며 당도 및 경도도 차이를 보이지는 않았다. 따라서 딸기 후작 토마토 재배에서 풋마름병에 대한 안전성을 높이기 위해 가지대목(EG203)을 활용하여 접목을 실시하여야하며 가지대목(EG203)을 이용하여 재배할 경우는 경운과 무경운 재배의 차이가 나타나지 않으므로 경제성 및 환경적으로 무경운 재배가 유리할 것으로 판단된다. 토마토 정식 당일, 10, 20, 30일 후 전작물인 딸기를 제거한 결과 20, 30일 후 제거에서 초장과 절간장은 길었으나 다른 생육에서는 차이를 보이지 않았다. 상품수량은 정식 당일 제거한 것이 1,885 kg/10a로 30일 후 제거 1,678 kg/10a보다 12% 많았으나 전작물인 딸기의 제거 시기는 딸기의 생육과 가격을 토마토의 기대소득과 비교 경제성을 분석하여 결정하여야 할 것으로 생각된다.

## Reference

1. Aganon, C. P., L. G. Mateo, D. Cacho, B. J. Anacleto, and T. M. Aganon. 2002. Enhancing off-season production through grafted tomato technology. *Philippine J. Crop Sci.* 27: 3-9.
2. Frey, P., P. Prior, C. Marie, A. Kotouiansky, D. Trigaliet-Demery, and A. Trigalet. 1994. *Hrp* mutants of *Pseudomonas solanacearum* as potential biocontrol agents of tomato bacterial wilt. *Appl. Environ. Microb.* 60: 3175-3181.
3. Guo, J., H. Qi, Y. Guo, H. Ge, L. Gong, L. Zhang, and P. Sun. 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Biol. Control* 29: 66-72.
4. Hoitink, H. A. J. and G. A. Fahy. 1986. Basis for the control of soil-borne plant pathogens with composts. *Annu. Rev. Phytopathol.* 24: 94-114.
5. Hsu, S. T. 1991. Ecology and control of *Pseudomonas solanacearum* in Taiwan. *Plant Prot. Bull. Taiwan* 33: 72-79
6. Jordan, D., J. A. Stecker, V. N. Cacio-Hubbard, F. Li, C. J. Gantzer, and J. R. Brown. 1997. Earthworm activity in no-tillage and conventional tillage systems in Missouri soils: A preliminary study. *Soil Biol. Biochem.* 29: 489-491.
7. Lee, G. Z., Y. S. Choi, S. K. Yang, J. H. Lee, and S. Y. Yoon. 2012. Analysis of Consumption of Homemade Organically Processed Food, Analysis of The Carbon Emission Reduction Effect from No-Tillage in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivation. *Kor. J. Organic Agri.* 20: 503-518.
8. Lee, M. H., J. K. Kim, H. K. Lee, K. J. Kim, S. H. Yu, Y. S. Kim, and Y. S. Lee. 2013. Reduction of Bacterial Wilt Disease with Eggplant Rootstock Eg203-Grafted Tomatoes in the Field Trials. *Res. Plant Dis.* 19: 108-113.
9. Lin, C., S. Hsu, K. Tzeng, and J. F. Wang. 2008. Application of a preliminary screen to select locally adapted resistant rootstock and soil amendment for integrated management of tomato bacterial wilt in Taiwan. *Plant Dis.* 92:909-916.
10. Lowery, B. and F. J. Arriaga. 2005. Spatial distribution of carbon over an eroded and scape in southwest Wisconsin. *Soil and Tillage Research.* 81: 155-162.
11. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2013. *Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics Yearbook.* p. 11.
12. Olufemi, O., R. Pittan, and G. O. Olatunde 2006. Effects of intercropping tomato (*Lycopersicon esculentum*) at different times with cowpea (*Vigna unguiculata*) or okra (*Abelmoschus esculentus*) on crop damage by major insect pests. *J. Agri. Sci.* 144: 361-368
13. Peet, M. M., D. H. Willits, and R. Gardner. 1997. Response of ovule development and



- post-pollen production processes in male-sterile tomatoes to chronic, subacute high temperature stress. *J. Exp. Bot.* 48: 101-111.
14. Swaef, T. D., K. Steppe, K. Verbist, and W. Cornelis. 2012. Tomato stem and fruit diameter dynamics in response to changing water availability. *Acta Hort.* 952: 953-957.
  15. Trigalet, A., D. D. Trigalet, and P. Prior. 1998. Elementry of biocontrol of tomato bacterial wilt : Bacterial Wilt Disease. pp. 332-336. Springer. Berlin.
  16. Yang S. K., Y. W. Seo, G. H. Shin, H. K. Kim, J. D. Park, K. J. Choi, M. S. Park, and W. J. Jung. 2011. International symposium and annual meeting of the KSABC. 111-113.
  17. Yang, S. K., Y. W. Eo, J. H. Son, J. D. Park, K. J. Choi, and K. J. Jung. 2012. Properties of Pepper Growth and Yield, Cost Down with No-Tillage Organic Cultivation in Vinyl Greenhouse. *Kor. J. Organic Agri.* 20: 411-422.