

## 딸기 바이러스병의 발생과 방제대책

강 광 윤\*  
부산원예시험장

### Occurrence of Economically Important Virus Diseases on Strawberry and its Control

Kwang Yoon Kang\*  
Pusan Horticultural Experiment Station, Pusan 618-300, Korea

우리나라에 딸기가 전래된 경로는 20세기 초에 일본으로부터 전해진 것으로 추정되나 1960년대까지는 그 재배와 이용이 보편화 되지 못하였다. 그러나 1970년 이후 국민소득이 높아지고 식생활이 개선됨에 따라 딸기에 대한 수요는 폭발적으로 증가되어 현재 주요한 채소로서 취급되고 있다. 재배면적의 년도별 추이를 보면 1971년에는 1,025 ha였던 것이 1981년에는 9,803 ha로 급속히 증가되었고 1994년에는 7,396 ha로 다소 감소하는 경향을 나타내고 있으나 단위면적당 수량은 현저히 증가되었다(13).

1970년대 초까지는 5~6월에 수확하는 노지작형에 한정되었으나 이후의 재배기술의 발전과 우량품종의 보급으로 비닐하우스 등의 시설을 이용한 재배가 가능하게 되어 최근에는 비닐하우스를 이용한 겨울철 재배가 총 재배면적의 78%를 점유하고 있다(6, 14). 그러나 이와 같은 재배면적의 확대와 재배기술의 발전에도 불구하고 단위면적당 수량은 미국, 일본 등 딸기 주요 생산국에 비하여 60~70%로서 현저히 낮은 실정이다. 생산성 저하 원인으로는 재배품종, 기상조건, 재배법 등 여러가지가 있지만 그중에서도 바이러스에 감염되어 퇴화된 묘를 재배하고 있는 것이 가장 크다고 하겠다(7).

딸기 재배품종의 초세퇴화와 생산력 저하 현상 등 원인불명의 생육장애는 오래 전부터 인정되어 왔지만 그 주요한 원인은 밝혀내지 못하였다. 그러나 1992년 Home(5)이 이러한 현상의 주요 원인은 바이러스에 의한 것이라고 추측보고한 이래 Berker 등(3), Mcgrew 등(12), Freeman 등(4)에 의하여 바이러스 감염이 주요인이라는 것이 밝혀졌다. 딸기는 영양번식을 하는 작물로서 일단 母株가 바이러스에 감염되면 모주에서

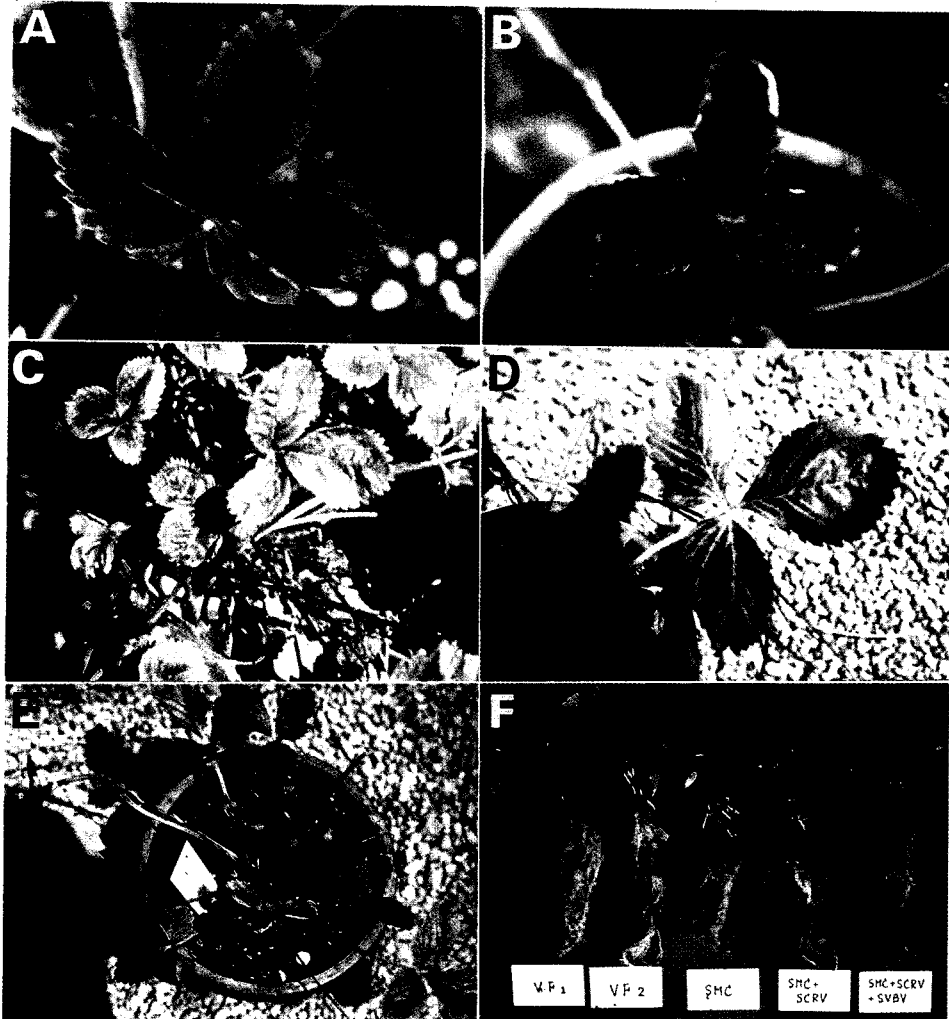
나온 子株도 자연히 바이러스에 감염되며, 현재 바이러스 치료 농약이 개발되어 있지 않은 상황에서 그 피해는 매우 크다고 하겠다. 또한 딸기의 주요한 바이러스병은 대부분의 재배품종에 병징이 나타나지 않고 바이러스의 검정도 지표식물에만 의존하는 등 방제상 어려운 일면이 있으나 딸기 주산국인 구미와 일본 등지에서는 열처리 및 조직배양을 통하여 바이러스 무병한 묘를 육성, 보급하는 체계가 오래 전부터 확립되어 있다. 그러나 우리나라에서는 딸기의 바이러스에 관한 연구가 별로 수행되지 않았고 재배되고 있는 대부분의 딸기 품종들은 장기간에 걸쳐 영양번식을 거듭하여 왔으며 바이러스 무병묘의 생산이나 보급체계가 확립되어 있지 못하므로 각종 바이러스에 심하게 감염되어 있다고 여겨지며 이로 인한 생산성의 저하는 매우 크다고 생각된다(7). 이 글에서는 바이러스에 의한 피해와 방제대책 및 무병묘 생산에 개선해야 될 점을 서술하고자 한다.

### 바이러스 종류

딸기에 발생하는 바이러스는 Strawberry mottle virus(SMV), Strawberry crinkle virus(SCV), Strawberry veinbanding virus(SVBV), Strawberry mild edge virus(SMYEV), Tobacco necrosis virus(TNV) 및 Green petal virus(GPV) 등 40여종이 보고되고 있지만 그 중에서 중요한 바이러스로는 재배품종에 병징이 거의 나타나지 않는 SMV, SMYEV, SCV 및 SVBV 등 4종이며 이들 바이러스가 단독 또는 복합감염되어 딸기의 생육, 수량, 품질을 크게 저하시킨다(1, 10, 11) (Fig. 1).

Strawberry mottle virus. Luteo virus group에 속하는 바이러스로 *Aphis gossypii* 등 많은 종류의 진딧

\*Corresponding author.



**Fig. 1.** Various symptoms of virus diseases on strawberry. A: Symptoms of mottle in the EMC indicator clone of *Fragaria vesca* caused by Strawberry mottle virus. B: Symptom of severe crinkle in the UC-1 indicator clone of *F. vesca* caused by Strawberry crinkle virus. C: Symptom of leaf yellowing in the UC-1 indicator clone of *F. vesca* caused by Strawberry mild yellow edge virus. D: Symptom of veinbanding in the EMC indicator clone of *F. vesca* caused by Strawberry veinbanding virus. E: Various symptoms in the UC-1 indicator clone of *F. vesca* caused by the combination at Strawberry mottle virus with other viruses. F: Growth of virus free and virus infected plants in strawberry cultivar (VF: Virus free, SMC: Strawberry mottle virus, SCR: Strawberry crinkle virus, SVBV: Strawberry veinbanding virus).

물에 의하여 반영속적으로 전파되며 (Table 1, 2), 입자는 직경이  $25 \times 30$  nm인 구상이다. 기주 범위는 매우 협소하여 주로 딸기에만 한정되어 있고 딸기 재배종에는 병징이 나타나지 않지만 만성적인 생육불량을 초래하며, Strawberry mild yellow edge virus와 중복 감염되면 식물체는 황화, 위축되는 경우가 있다. 기주 체내에서 고온에 대하여 불안전 하여  $38^{\circ}\text{C}$ 에서 10~

14시간 처리로 무독화된다.

**Strawberry crinkle virus.** Plant rhabdo virus group에 속하는 바이러스로 입자는  $250 \times 80$  nm 크기인 단간상이다. 진딧물(*Pentatrichopus* spp.)에 의하여 영속 전파되며 매개충내에서 증식이 가능하다. 기주범위는 딸기에 한정되어 있고 단독감염인 경우에는 재배품종에 병징이 나타나지 않지만 Strawberry mottle virus,

**Table 1.** The kinds of aphid transmitting strawberry viruses

Aphid	Virus			
	SMV	SVBV	SMYEV	SCV
<i>Pentatrichopus fragefolii</i>	+	+	+	+
<i>P. thomasi</i> spp.	+	+	+	+
<i>P. thomasi</i>	+	+	+	+
<i>P. minor</i>	+			
<i>P. terarhodus</i>	+	+		
<i>Amphorophara rubi</i>	+	+		
<i>Acythosiphon malvae</i> spp.	+			
<i>Aphis gossypii</i>	+			
<i>A. idaei</i>		+		
<i>Macrosiphum pelagonn</i>	+	+		
<i>M. rosai</i>		+		
<i>Myzaphis rosarum</i>	+			
<i>Myzus ascalonicus</i>	+	+		
<i>M. ornajus m.</i>	+	+		
<i>M. porosus</i>	+			
<i>M. perisicae</i>		+		
<i>Aulecorthum solanii</i>		+		

**Table 2.** Vector-virus-plant relationships of aphid transmitted strawberry viruses

Virus	Mode incubation periods (days)	Acquisition threashole period	Virus retention	Resistance to thermal inactivation
Mottle				
Typical form	8~10	50 min	6 hrs	low
Curly dwarf form	6~8	40 min	4 hrs	low
Rusty leaf form	15		1 hrs	
Vein banding	18	30 min	5 hrs	high
Mild yellow edge	29~42	8 hrs	12 days	high
Crinkle	10	24 hrs	long	high

Strawberry vein banding virus와 중복 감염될 경우 식물체는 위축된다.

**Strawberry mild yellow edge virus.** SMV와 같이 Luteo virus group에 속하며 진딧물(*Pentatrichopus* spp.)에 의하여 영속 전파되는데 전파율은 낮은 편이다. 입자는 직경이 22~25 nm인 구상이다. 주로 딸기에만 침해하며 단독감염으로는 재배 품종에 거의 병징을 나타나지 않지만 Strawberry mottle virus, Strawberry crinkle virus 등과 중복 감염되면 xathosis, yellows, yellow edge 등의 병징을 나타낸다. 기주 중에서 고온에 대하여 안정하며 38°C로 6개월간 열처리하여도 무독화되지 않는다.

**Strawberry vein banding virus.** Caulimovirus group에 속하는 바이러스로 여러 종류의 진딧물에 의하여 반영속전파되고 입자는 직경이 약 50 nm인 구상

이다. 이 바이러스 역시 기주 범위가 협소하여 주로 딸기에만 침해하며 단독 감염으로는 재배 품종에 병징이 나타나지 않으나 다른 바이러스와 중복감염될 경우에는 생육이 심하게 위축된다. 내열성이 높기 때문에 열치료로는 바이러스를 무독화시킬 수 없다.

### 발생상황과 피해

우리나라의 딸기에 발생하는 바이러스 종류 및 감염상을 알기 위하여 1979년과 1980년에 딸기 주산지 58개 지역에서 딸기묘를 채취하여 지표식물 *Fragaria vesca*의 EMC 등 딸기 야생종에 소엽접목법으로 접종하여 조사한 결과 Table 3과 같이 대부분의 묘가 바이러스에 감염된 것으로 나타났다(15).

바이러스 종류로는 SMV가 87.9%의 발생율을 나타

냈고 SMYEV는 58.6%, SVBV는 20.7%, SCV는 13.8%로 각각 나타났다. 바이러스 종류별 감염상은 2종 바이러스에 복합감염 된 것이 전체 조사주수의 53.4%로 가장 많았고 그 중에서도 SMV와 SMYEV의 복합 감염이 34.5%로서 SMV와 SMYEV가 우리나라에서 가장 많이 발생하는 바이러스인 것으로 추정되며 3종의 바이러스에 복합 감염된 것도 15.5%로 나타나 딸기 재배에서 바이러스에 대한 피해가 매우 크다고 하겠다. 재배품종이 바이러스에 감염되면 일반적으로

**Table 3.** Occurrence of SMV, SCV, SMYEV and SVBV as determined by leaf insert graft test

Infection phase	Detected Viruses	Rate of occurrence (%)
One Kind Virus	SMV	20.7
	SMYEV	3.4
Two Kind Virus	SMV+SMYEV	34.5
	SMV+SVBV	8.6
	SMV+SCV	5.2
	SMYEV+SVBV	1.8
	SMYEV+SCV	3.4
Three Kind Virus	SMV+SMYEV+SVBV	10.3
	SMV+SMYEV+SCV	5.5
Virus free	-	6.9

바이러스병 특유의 병징은 나타나지 않지만 때로는 잎은 작아지면서 뒤틀리고 광택을 잃어 암록색으로 변하며 잎자루가 짧아서 왜화 증상을 나타나는 경우가 있다. 그러나 이러한 증상은 생리장해와 구분하기가 곤란하여 육안 관찰에 의한 바이러스의 감염 여부를 확인하는 것은 사실상 곤란하다(Table 4).

바이러스에 감염된 포기는 과실배대기 이후에 점차적으로 초세가 약해지고 착과수는 적게되며 과실의 비대는 불량하게 되어 수량이 감소하게 되는데 특히 수확기간이 긴 시설재배에서는 수확 중후기에 현저한 수량 감소현상을 나타낸다. 또한 감염된 묘는 런너 발생수가 적고 뿌리의 신장이 나쁘기 때문에 이식시 활착이 늦게된다(10).

수량감소 정도는 품종, 재배법, 바이러스의 종류 및 감염 정도에 따라 다르나 일반적으로 단독감염인 경우에는 10%내외, 2종 복합감염주는 30~40%, 3종이상 복합감염주는 50%이상이 감수된다(4, 11, 16) (Table 5).

## 바이러스 검정기술

SMV와 같은 딸기의 주요한 바이러스는 기주 범위가 딸기에 한정되어 있고 즙액전염이 곤란하기 때문에 초본식물을 지표식물로 하는 기주범위 및 반응에 의한 검정법이 곤란하고 현재까지 바이러스 순화방법이 개발되어 있지 않아 항혈청 반응 등에 의한 검정이 불가능한 실정에 있다. 검정방법은 딸기 야생종을 이용한 小葉接木法이 일반적으로 행하여지고 있다(16).

**Table 4.** Effects of virus infection on the growth of strawberry plant

Virus status	No. of leaves	Total leaf area (cm <sup>2</sup> )	Area per leaf (cm <sup>2</sup> )	Petiole length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Dry matter content (%)
Virus free	11	446	40.5	13.2	44.5	9.5	21.3
SMV	13	380	29.2	12.4	38.7	8.7	22.4
SMV+SCV	17	278	16.4	10.8	34.2	7.6	22.2
SMV+SCV+SMYEV	20	283	14.2	9.0	38.3	8.8	23.1

**Table 5.** Effect of virus infection on the yield of strawberry

Variety	Virus infection status	Yield per 10 plants		
		No. of fruit	Weight of fruit (g)	Ratio
Donner	Virus free	412	2,858	100
	SMV+SMYEV	329	2,070	72
Wonder	Virus free	463	3,398	100
	SMV+SMYEV	315	2,363	69
Hokowase	Virus free	578	4,043	100
	SMV	506	3,458	85

소엽접목법의 방법을 소개하면 우선 접종원의 피검 정 딸기로 부터 어린잎을 채취하여 좌우의 소엽을 제거한 후 중앙의 소엽에 붙어있는 1~1.5 cm 정도의 엽병을 썬기 모양으로 깎아 접수로 하고, 야생종인 지표식물의 중앙소엽을 제거하고 엽병의 중앙부를 1~1.5 cm 정도 밀으로 잘라 이 부분에 접수를 꽂는다. 접합부를 털실로 감고 건조방지를 위하여 백색의 와세린을 바른다. 접목후는 활착을 촉진하기 위하여 약 2주간 비닐 주머니로 피복하든가 미스트를 뿜어 준다(Fig. 2). 접목 후 1~2개월경 새로 전개된 잎이나 러너 또는 오래된 잎에 나타나는 병징을 관찰하여 바이러스의 감염여부와 종류를 판정한다.

지표식물로 이용되고 있는 딸기 야생종의 특성은 다음과 같다.

EMC(East Malling clone of *Fragaria vesca*). 영국 East Malling 시험장에서 *Fragaria vesca*로부터 선발된 지표식물로서 SMV에 감염성이 높다. 원래부터 latent A virus(Crinkle계)를 보독하고 있어 다른 바이러스와 중복 감염될 경우에는 심한 병징을 나타낸다. SMV와 SVBV에 좋은 지표식물이다.

UC系(Frazier's runnering alpine seedling). Frazier에 의해서 선발된 지표식물로서 EMC보다 초세가 왕성하고 엽병이 굵어 접목하기가 쉽다. SMV, SCV와 SMYEV의 증상을 잘 나타낸다.

Virginiana(King and Ruden's *F. virginiana*). 8배체의 야생종 *F. virginiana* 중에서 선발된 지표식물로서 EMC가 보유하고 있는 latent A 바이러스에 가장 잘 반응한다.

이상의 지표식물은 바이러스의 종류에 따라 반응이 다르기 때문에 여러가지 종류의 지표식물은 이용하여 검정할 필요가 있다(Table 6).

### 방제대책

딸기와 같이 영양번식하는 작물이 일단 바이러스에 감염되면 병원바이러스를 일생동안 보독하게 되고 그 자손도 감염되어 큰 피해를 초래한다는 것은 잘 알려진 사실이다. 바이러스 감염에 의한 피해를 방지하기 위해서는 무병주를 육성하여 재배하는 것이 선결과제이다. 무병주의 획득 수단으로는 재배포장에서 생육

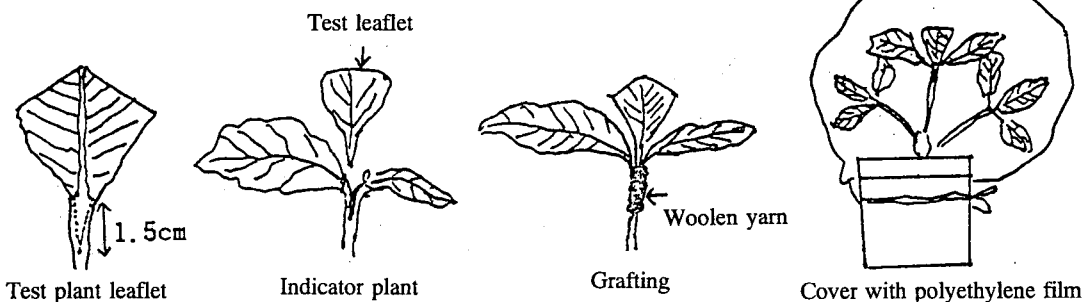


Fig. 2. Leaflet grafting method for detecting strawberry viruses.

Table 6. Principal symptoms induced in indicator plant (*Fragaria vesca*, Alpine)

Virus	Primary symptoms	Chronic symptoms
Mottle		Mottle, slight leaf distortion
Typical form	Vein clearing	Mosaic, leaf distortion
Curly dwarf form	Vein yellowing	Marginal necrosis of older leaves
Rusty leaf form	Slight vein clearing	Conspicuous vein banding
Vein banding	Inconspicuous vein banding	Opaque vein yellowing and spotting
Crinkle	Epinasty	Leaf distortion
Mild yellow edge	Vein clearing or spotting	Necrotic spotting, yellowing and necrosis of older leaves

이 좋은 묘를 선발하는 방법, 열처리에 의한 방법 및 조직배양에 의한 방법이 있다(7).

재배포장에서의 선발 방법. 딸기 바이러스병은 종자전염을 하지 않으므로 교배에 의하여 새로 육성된 품종은 바이러스에 감염되지 않은 상태로 있는 경우가 많다. 따라서 새로 육성된 품종을 격리된 산간지나 소규모 경작지 등에서 재배할 경우 바이러스에 감염되지 않은 상태로 몇년간 유지될 가능성이 높다. 실제로 외국에서는 격리된 재배포장에서 생육이 좋은 묘를 선발한 후 바이러스 검정을 행하여 무병주를 획득하기도 한다. 그러나 이와 같은 방법은 수집과 검정 노력이 많이 들기 때문에 실용성이 매우 낮다.

열처리에 의한 방법. 바이러스의 종류에 따라 열에 대한 내성이 다르기 때문에 열에 약한 바이러스에 감염되어 있는 묘는 열처리에 의하여 무병화가 될 수 있다. 즉 SMV는 37°C 온도로 14일간 처리하면 불활성화 되기 때문에 이 바이러스에 단독 감염된 묘는 열처리 후 무병주로 된다. 그러나 SMYEV, SVBV 및 SCV 등의 바이러스는 열처리로써 불활성화가 곤란하기 때문에 열처리에 의한 방법은 무병주 생산의 보조 수단으로 이용된다. 실제적으로 SMV는 전염력이 강하여 단독 감염된 포기가 많기 때문에 바이러스 검정에 의하여 SMV에 단독 감염된 포기로 확인된 경우는 열처리에 의한 방법이 유효한 수단이 될 수 있다.

조직배양. 딸기의 꽃가루와 성장점을 배양하여 바이러스에 무병인 묘를 생산할 수 있다. 이 중 꽃가루 배양은 변이주 발생의 우려가 많기 때문에 이용하지 않고 있으며 주로 성장점배양에 의하여 무병묘를 생산하고 있다(2, 8, 9). 바이러스는 성장점 부근에는 존재하지 않기 때문에 성장점 조직을 배양함으로써 무병묘를 생산할 수 있다. 그러나 성장점배양에 의하여 육성된 개체가 전부 무병인 것이라고는 볼 수 없으며 또 배양을 잘못 행할 경우에는 많은 문제가 발생할 수 있다. 따라서 성장점 배양을 통한 무병묘 생산에서 다음과 같은 내용은 주의해서 행해야만 된다.

• 재료 : 주로 런-너 선단의 성장점을 절취하여 배양한다. 런-너의 선단에는 2개의 성장점 즉, 정아(頂芽)와 액아(腋芽)가 공존하는데 정부우세성에 의하여 정아가 왕성하게 자라며 액아는 휴면중에 있는 것이 많기 때문에 정아를 치상하는 것이 좋다. 런-너는 노지 상태에서 5월부터 9월까지 계속해서 발생하므로 이 기간중 어느 때라도 배양이 가능하지만 무병주의 증식면에서는 5~6월에 런-너의 성장점을 치상하고 7~8월에 식물체로 분화시키며 9~10월에 식물체를 순화시켜 월동시킨 다음, 이듬해 봄에 바이러스 감염 여부

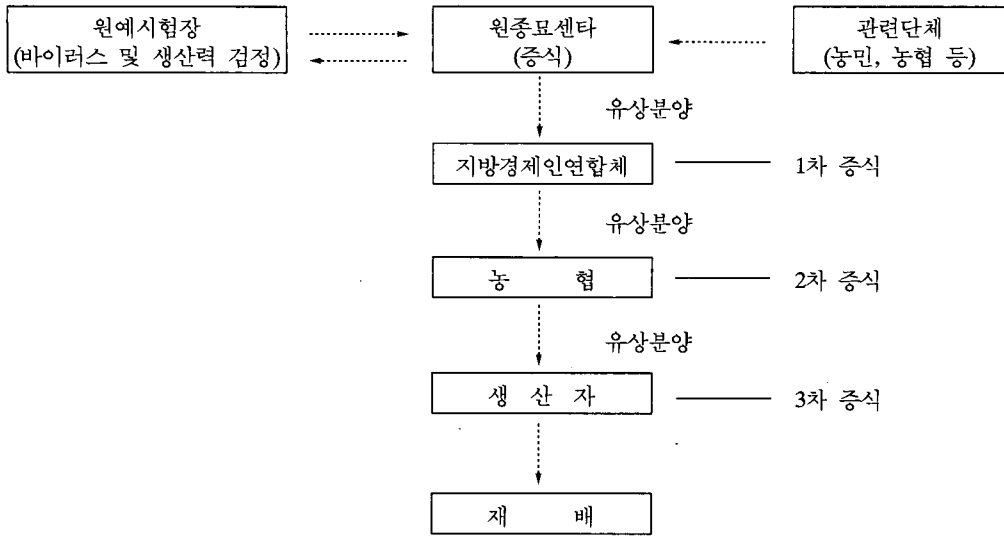
를 검정하고 5~6월부터 증식하는 것이 좋다.

• 배양 : 딸기 치상용배지는 이미 밝혀진 Murashige 또는 Linsmaier 기본배지에 Agar를 넣어 고체화하고 약간의 당을 첨가하는 것이 좋다. 그런데 최근 조직배양에 의하여 생산된 묘가 농가재배 과정에서 기형주가 발생하여 문제가 되고 있는 경우가 종종 있는데 이는 배지에 필요 이상의 생장조절제를 첨가하고 기내에서 계대배양을 하여 기형화된 묘를 순화시키지 않고 농가에 바로 보급하고 있기 때문이라고 생각된다. 치상후에는 배양묘가 휴면에 들어가지 않도록 온도 22~25°C, 일장 18시간, 광도 3,000 룩스 이상으로 배양상의 환경을 관리하는 것이 중요하다.

• 순화 : 초장 20 mm, 전개엽수 5~6매 시기(치상후 3~4개월)에 배양묘를 시험관내에서 꺼내어 퍼라이트와 버미큘라이트가 혼합된 인공용토에 이식하여 30일간 순화한다. 순화가 완료된 어린 묘는 이식하여 육묘한다.

• 바이러스 검정 : 성장점 배양에 의하여 생산된 묘는 전부가 바이러스에 무병하다고는 볼 수 없다. 왜냐하면 치상하는 성장점의 크기에 따라 바이러스 감염율이 다르며 0.3~0.5 mm 정도의 성장점을 치상하여도 감염주가 약 5% 정도 나오기 때문에 생산된 묘는 반드시 바이러스 검정을 행해야만 한다. 딸기의 바이러스 검정은 다른 작물과 달리 지표식물을 이용한 즙액 점종방법, 혈청방법 및 전자현미경 검정 등의 방법은 이용이 곤란하고, 딸기 야생종인 *Fragaria vesca*와 *F. virginiana*에 접을 붙여 검정하는 소엽접목법(小葉接木法)만이 이용 가능하다. 이 검정방법은 작업이 복잡하고 시간이 많이 소요되기 때문에 우리나라에서는 검정을 행하지 않는 경우가 많다.

• 증식 및 이형주 검정 : 무병주로 확인된 묘는 바이러스를 매개하는 진딧물이 침입 못하도록 0.4~0.5 mm되는 망목(網目)으로 주위를 피복한 망실내에 정식하여 증식시킨다. 1차 증식된 런-너의 일부는 다음해의 모주로 이용하기 위하여 초차망실에 정식하고 나머지 일부는 재배실험을 행하여 화아분화, 휴면성, 생육, 과실의 특성, 수량 등을 조사하여 불량한 형질이 발현되는 계통은 완전히 제거해야 되며 절대로 보급해서는 안된다. 이러한 과정을 밟지않고 조직배양을 하였으니까 당연히 기존의 모품종 보다도 우수하겠지 하는 안이한 생각으로, 또는 조직배양에 대한 전문적인 지식이 없는 농민들에게 시험관 속에 들어 있는 딸기묘를 보여 주면서 호기심을 자극시켜 조직배양묘를 판매하는 경우가 있는데 이러한 행위를 못하도록 정부에서 강력히 통제해야만 한다.



### 무병묘의 보급체계 확립

외국의 딸기 주요 생산국에서는 수량감소의 주요인이 바이러스 감염에 의한 것으로 인정하여 오래 전부터 정부기관의 주도하에 무병묘의 생산보급을 실용화하고 있다. 일본의 경우를 예를 들면 1974년 일부 지역 농업시험장에서 조직배양한 무병묘를 생산하여 농가에 보급하기 시작하였으며 현재는 대부분의 지방 농업시험장에서 무병묘를 생산보급하고 있다. 보급체계는 각 지역 농업시험장에서 일정량의 무병묘를 보유하면서 그 지역의 농협이나 딸기 재배자 단체 등에서 매년 필요로 하는 양을 요청 받으면 증식시켜 농협 등의 기관에 분양한다. 분양받는 기관에서는 진딧물이 침입못하는 망실에서 증식시킨 묘를 농가에 분양하며 생산농가에서는 또 한번 묘를 증식시켜 재배에 이용하고 있다. 이와 같은 무병묘의 보급체계에 의하여 일본의 딸기 재배농가들은 딸기의 생산성을 높이고 있다(7).

우리나라에서 딸기 무병묘 생산은 몇년전부터 농촌진흥원, 농촌지도소 및 민간 종묘업체에서 일부 행하고 있으나 생산과 보급체계가 확립되지 않아 농가 재배과정에서 많은 문제가 발생하고 있는 실정이다. 따라서 딸기 무병묘의 생산보급은 정부 농업기관의 주도하에서 보급체계의 확립이 시급하다고 생각된다.

### 참고문헌

1. Aberts, J. 1974. Survey of viruses and mycoplasmas

in strawberry. *Neth. J. Plant pathol.* 80 : 215-227.  
 2. Belkengren, R. O. and Miller, R. W. 1962. Culture of apical meristems of *Fragaria vesca* strawberry as a method excludng latent A virus. *Plant Dis. Repter* 46 : 119-121.  
 3. Berkeley, G. H. and Plakidas, A. G. 1942. Strawberry leaf roll, a new disease. *Phytopathology* 32 : 631-633.  
 4. Freeman, J. A and Mellor. F. C. 1962. Influences of latent viruses on vigour, yield and quality of British Sovereign Strawberries. *Canada J. Plant Sci.*, 42 : 602-610.  
 5. Horn, W. T. 1922. Strawberry troubles. *Calif. Agr. Exp. Sta. Rept.*, 1921-22 : 122-123.  
 6. 정종성, 정재완, 강광윤, 김희태. 1994. 딸기 단경기 생산을 위한 신작형 개발에 관한연구. 1. 단일 아냉 육묘가 화아분화 및 수량에 미치는 영향. *농업논문집* 36(2) : 418-423.  
 7. 강광윤. 1991. 수출증대를 위한 딸기의 재배기술 개선책, 과채류 수출증대를 위한 개선방안에 관한 심포지엄. pp. 77-89.  
 8. 강광윤, 하쌍희, 정해봉, 정종성, 이수성. 1994. 딸기 조직배양에 관한 연구. 1. 액아배양에 의한 딸기묘의 대량증식. *농업논문집* 36(1) : 196-200.  
 9. 강광윤, 하쌍희, 정해봉, 정종성, 이수성. 1994. 딸기 조직배양에 관한 연구. 2. 엽병배양에 의한 기관분화 및 무병묘 생산. *농업논문집* 36(2) : 193-198.  
 10. 강광윤, 윤탈규, 최진식. 1981. 바이러스의 감염이 딸기의 생육 및 광합성 작용에 미치는 영향. *韓園誌*. 22(2) : 80-85.  
 11. Martin, L. W. and Converse, R. H. 1977. Influence of recent and chronic virus infections on strawberry growth and yield. *Phytopathology* 67 : 573-575.

12. McGrew, J. R. and Scott, D. H. 1964. The effect of Strawberry latent A virus on growth and fruiting of seven Varieties of Strawberry. *Plant Dis. Repter.*, 48 : 929-932.
13. 농림통계연보. 1994. 농림수산부.
14. 류인철, 강광윤, 반채돈, 박상근. 1984. 딸기 축성재 배용 신품종 조생홍심의 특성. *농시보고*. 26(1) : 16-20.
15. 서효덕, 황재문, 안인옥. 1980. 마늘 및 딸기 무병종묘 생산에 관한 시험. *원시연보(1980년도)*. pp. 177-188.
16. Takai, T. 1973. Studies on Strawberry Virus diseases in Japan. *Bull. Hort. Res. Sta., Japan* 8 : 59-104.