

담배 재배 포장에서 발생하는 복숭아혹진딧물의 형태적 특징 및 감자 바이러스 Y의 실험적 전염

채순용*, 김영호, 김상석, 박은경
한국인삼연초연구원
(1995년 4월 1일 접수)

Morphological Characteristics of the Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera : Aphididae) Occurring in Tobacco Fields and Its Experimental Transmission of Potato Virus Y

Soon Yong Chae*, Young Ho Kim, Sang Seock Kim and Eun Kyung Park
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute
(Received April 1, 1995)

ABSTRACT : Morphology, chromosome and transmission of potato virus Y (PVY) of the green peach aphid populations collected from tobacco fields were examined. Based on the morphological characteristics, especially values of linear discriminant functions and length of ultimate rostral segment, 8 green peach aphid clones with different color morphs could be divided into two groups, namely *Myzus persicae* and *M. nicotianae*, according to the proposal by Blackman in 1987. The red (RED)-, Brown (BRN)- and green-colored (GR1, GR2) aphid clones belonged to the *M. nicotianae* type, while the pale green (PG1, PG2, PG3) and dark brown (DBR) clones to the *M. persicae* type. The karyotype of the pale green-colored clone (PG1, *M. persicae* type) appeared normal and was $2n=12$ with no indication of chromosomal translocation. On the contrary, in the green-colored aphid clone (GR1, *M. nicotianae* type), translocation and dissociation of autosome 3 were often found, having karyotype of $2n=12$ or $2n=13$. Both of the above aphid clones transmitted PVY-VN to tobacco plants (cv. Burley 21), but the GR1 clone had higher transmissibility than the PG1 clone.

Key words : green peach aphid, potato virus Y, morphology, karyotype, transmission.

* 연락저자 : 305 - 345, 대전광역시 유성구 신성동 302번지, 한국인삼연초연구원

* Corresponding Author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 Shinsong-Dong, Yusong-Ku, Taejon 305 - 345, Korea.

복숭아혹진딧물(*Myzus persicae* Sulzer)은 우리나라 담배 재배 산지뿐만 아니라 무우, 배추, 고추 그리고 감자 등의 재배 지역에 널리 분포하여 식물체를 흡즙하여 직접적인 피해를 주며, 감자 바이러스 Y (potato virus Y)와 오이 모자이크 바이러스 (cucumber mosaic virus) 등 여러가지 식물 바이러스를 매개하여 간접적인 피해를 주는 매우 중요한 해충이다. 특히 감자밭이 인접한 지역의 버어리종 담배재배 산지에서 복숭아혹진딧물은 감자 바이러스 Y를 매개하여 담배의 생산에 있어서 질적, 양적으로 많은 피해를 주고 있다.

복숭아혹진딧물에서는 매우 다양한 체색을 가진 진딧물들이 많이 출현하고 있다. 일본에서는 황색, 녹색, 적색 등의 복숭아혹진딧물이 계절이나 기주 식물에 따라 출현 밀도가 다르게 나타났다(Tanaka, 1957; Ueda와 Takada, 1977). 그리고 미국 North Carolina 지역의 담배 재배 포장에 발생하는 복숭아혹진딧물의 체색은 녹색계통이 우점종이었으나 1985년도에 처음으로 적색계통의 진딧물이 발견되었으며 이 적색계통의 진딧물은 녹색계통에 비해 성충이 되는 시간이 짧으며, 성충의 생존 기간은 비슷하였지만 번식력이 높았다(Lampert와 Dennis, 1987). 그 후 1987년도에는 미국 North Carolina 지역의 담배 재배 포장에서 복숭아혹진딧물의 체색형 분포는 적색계통이 우점종이었다고 하였다(Harlow 등, 1991). 우리나라의 담배 재배 산지에서도 복숭아혹진딧물 구름내에서 적색, 갈색, 녹색, 황색 등 다양한 체색의 진딧물이 관찰되었다(손과 송, 1994).

염색체의 수를 적용하여 진딧물을 분류하는데 이용하는데 (Blackman, 1980), 복숭아혹진딧물에서는 영국의 온실에서 채집한 복숭아혹진딧물의 개체군에서 처음으로 1번과 3번의 상염색체의 전이가 발견된 (Blackman과 Takada, 1975) 이후 염색체의 전이가 일어난 것이 많이 보고되었다(Blackman 등, 1978; Harlow 등, 1991). 이러한 염색체의 전이는 유기인계 살충제에 대한 저항성을 유발하는 기작과 직접적인 관계가 있다(Blackman 등, 1978).

1987년 Blackman은 복숭아혹진딧물의 형태적인 특징을 조사하여 담배에서 번식하는 진딧물을 다른 기주에서의 복숭아혹진딧물과 구분하여 담배진딧물 (tobacco aphid, *Myzus nicotianae* Blackman) 이라고

명명하였다. 그 후 미국이나 영국 등에서는 담배에서 발생하는 복숭아혹진딧물을 담배진딧물로 많이 명명하고 있다. 우리나라의 담배 재배 산지에서 발생하는 복숭아혹진딧물의 다양한 체색에 대한 생태적인 연구는 이루어져 있으나 (손과 송, 1994), Blackman (1987)이 제안한 형태적인 특성에 따른 체색별 분류와 연관되지 않아 담배진딧물에 해당되는지에 대한 조사는 되어 있지 않았다. 따라서 본 연구는 우리나라 담배 재배 포장에서 발생하는 여러가지 체색형의 진딧물의 형태를 조사하고 최근의 분류학적 기준(Blackman, 1987)에 따라 구분하여 우리나라 담배재배 산지에서 발생하는 복숭아혹진딧물의 종류와 발생양상에 대한 기초자료를 얻기 위하여 실시되었다. 또한 복숭아혹진딧물의 염색체수와 핵형을 비교하여 형태적 특징에 따른 분류와 유전적인 연관성을 조사하였고, 형태적으로 차이가 있는 복숭아혹진딧물을 이용하여 PVY의 실험적인 매개능력을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

공시충. 본 시험에 사용된 진딧물은 1994년 6월 중순에 대전에 있는 한국인삼연구소 연구원 담배 시험 포장 (황색종 NC82)에서 서로 다른 담배에서 군집을 이루고 있는 복숭아혹진딧물 무시충을 채집하여 각 군집에서 무시약충을 1개체씩 선발하였다. 선발된 무시충은 플라스틱 용기(11×13cm)에 넣은 담배잎 (Burley 21)에 접종하여 25±1°C, 16시간의 광주조건인 항온기에서 2-3일 간격으로 먹이를 갈아주면서 단위식식을 통해서 번식토록 한 무시충진딧물을 공시충으로 사용 하였다. 진딧물의 형태 조사에 사용한 체색형별 계통수는 적색형 1클론 (RED), 갈색형 1클론(BRN), 암갈색형 1 클론 (DBR), 녹색형 2 클론 (GR1, GR2), 연녹색형 3 클론 (PG1, PG2, PG3) 이었다.

진딧물의 체색별 형태 조사. 해부현미경하에서 건전한 무시성충 진딧물을 slide glass 상에서 관찰이 용이하도록 두부와 복부를 분리하여 cover glass를 덮어 Blackman(1987)이 *Myzus persicae*와 *Myzus nicotianae*의 분류에 이용한 주요 기관 및 부위의 크기를 광학현미경 (x 100, x 400)하에서 측정하였다. 측정

부위는 siphunculus (siph.), third antenna segment (ant.III), processus terminalis (pt), ultimate rostral segment (urs), second segment of hind tarsus (ht II), base of sixth antennal segment including primary sensorium (base VI) 등이다. 또한 이들 측정치를 Blackman(1987)이 제시한 분별 지수 (linear discriminant functions, LDFs)를 계산하여 이들 진딧물을 2개 group으로 나누었다. 즉, 무시성충의 형태적인 분별 지수에서 Function 1은 (204 X urs) - (53 X htII), Function 2는 (185 X urs) - (37 X base VI)를 이용하여 Function 1의 값이 18보다 작고 Function 2의 값이 17보다 작은 것은 *Myzus persicae* type으로, Function 1의 값이 18보다 크며 Function 2의 값이 17보다 큰 것은 *M. nicotianae* type으로 분류하였다.

진딧물의 핵형 조사. 복숭아혹진딧물의 녹색형인 GR1 클론과 연녹색형인 PG1 클론의 3령의 무시약충을 slide glass 위에 올려놓고, 0.75% sodium citrate 용액을 한방울 떨어뜨린 후, 곤충체를 해부하였다. 해부한 곤충체는 고정액 (methanol : glacial acetic acid=3 : 1)으로 10-15분 정도 고정하였다. 고정이 끝난 재료는 lactic aceto orcein (LAO) 염색액으로

10분간 염색한 다음 cover glass를 덮은 후 압착하여 위상차현미경 (Axiophot, Zeiss) 하에서 분열상이 좋은 중기 염색체를 관찰하였다.

감자 바이러스 Y 매개능력 조사. 복숭아혹진딧물중 GR1과 PG1 클론의 무시성충을 2-3시간 절식시킨 후 PVY-VN 계통에 이병된 Burley 21의 담배잎을 15-20초 정도 흡즙케하여 보독시킨 다음 즉시 플라스틱 Pot (직경 10Cm)에 심은 Burley 21 유묘 (5-6매 잎)에 옮겨주었다. 담배 개체당 진딧물 2마리씩 접종하였다. 진딧물을 접종한 후 24시간 경과한 다음에 acephate 수화제 (O,S-dimethyl acetyl phosphoramido thioate, 50%)를 처리하여 진딧물을 제거하였으며 접종 담배 유묘는 온실에서 3주 동안 키우면서 감자 바이러스 Y의 발병 유무를 조사하였다.

결과 및 고찰

진딧물의 체색별 형태 조사. 담배 재배 포장에서 발생하는 복숭아혹진딧물의 체색에 따른 각 클론들의 진딧물 기관의 크기를 조사한 결과는 Table 1에 나타난 바와 같다. 조사한 기관 중 siph.와 ant III는 진딧물 클론들 간에 차이가 없었으나 다른 기관의

Table 1. Organ size measurements of the green peach aphid clones with different color morphs occurring in tobacco plants.

Color morph	Clone name	Mean length (x 10 μm)							Aphid type
		siph.	cauda	ant.III	pt	urs	ht II	base VI	
Green	GR1	46.4	20.6b*	36.0	41.7a	11.8b	10.3abc	10.8a	<i>M. nicotianae</i>
	GR2	45.5	20.4ab	38.9	44.0ab	11.9b	10.6bc	11.1ab	
Red	RED	46.7	22.6c	37.6	44.3ab	11.9b	10.8c	11.2ab	↗
Brown	BRN	44.2	20.4ab	36.6	43.9ab	11.8b	10.4abc	10.9a	↗
Dark brown	DBR	45.8	19.0a	37.3	43.8ab	10.9a	10.0a	10.6a	<i>M. persicae</i>
Pale green	PG1	46.8	20.2ab	37.8	48.1b	11.0a	10.6bc	11.8b	
	PG2	46.2	20.3ab	37.1	46.9b	11.2a	10.3abc	11.4ab	
	PG3	46.8	20.6b	37.7	47.1b	11.1a	10.2ab	11.4ab	
Significance		NS	**	NS	**	**	**	**	

- About 20 adult aphids (apterous) were used for measuring the organ sizes.

- siph. : siphunculus, ant.III : third antennal segment, pt : processus terminalis,

urs : ultimate rostral segment, ht II : second segment of hind tarsus,

base VI : base of sixth antennal segment including primary sensorium.

- NS : no significant, * ; significant at P=0.05, and ** : significant at P=0.01.

* Same letter is not different by the pooled standard deviation.

크기는 고도의 유의성 있는 차이가 인정되었다. 녹색과 연녹색형에 있어서 같은 체색 내에서는 클론들 간에 기관의 크기에 통계학적 차이가 인정되지 않았다. 즉 같은 체색 내에서는 형태학적인 특징도 유사하여 체색과 형태적인 특징 사이에 연관성이 있을 것으로 생각한다. 클론간에 차이를 보이는 형태적 특징 중 *urs*를 제외한 나머지는 기관들은 같은 체색내에서 변이가 상대적으로 컸다. 그러나 *urs*는 같은 체색내에 변이가 작아 체색에 따라 두 group으로 뚜렷이 구분할 수 있었다. 암갈색(DBR)과 연녹색(PG1, PG2, PG3) 클론들은 *urs*의 평균크기가 109-112 μ m로 *urs*가 작은 group에 속하였고, 반면 적색(RED), 갈색(BRN) 및 녹색(GR1, GR2)의 클론들은 *urs*가 118-119 μ m로 크기가 큰 group에 속하였다.

본 실험에서 조사한 진딧물의 주요 기관의 형태적 특징은 Blackman (1987)이 제안한 *M. persicae*와 *M. nicotianae*의 분류에 이용되는 주요 기관들이다. 특히

*urs*의 크기는 이 둘을 구분하는데 있어서 중요한 특징이 된다. Blackman에 의하면 *urs*가 큰 진딧물은 *M. nicotianae*, 작은 진딧물은 *M. persicae*로 구분하고 있는데 본 실험에서도 두 type으로 분명히 나뉘어졌고 각각의 크기도 그의 실험에서 나타난 수치와 유사하여 서로 일치하는 연구 결과를 얻었다.

또한 Blackman이 제시한 분별 지수를 계산하여 진딧물 클론간 형태적 특성을 비교한 결과도 *urs*와 같이 진딧물 클론이 두 type으로 나누어져 연녹색(PG1, PG2, PG3) 및 암갈색(DBR) 클론들은 Function 1과 Function 2가 각각 18과 17보다 작은 *M. persicae*에 속하였고, 적색(RED), 갈색(BRN) 및 녹색(GR1, GR2) 클론들은 Function 1과 Function 2가 각각 18과 17보다 큰 *M. nicotianae*에 속하였다(Fig.1). 이 결과로 볼 때 우리나라 담배 재배 포장에 발생하는 복숭아혹진딧물도 형태적으로 차이가 있는 이 두가지 type이 모두 발생하고 있을 것으로 생각된다.

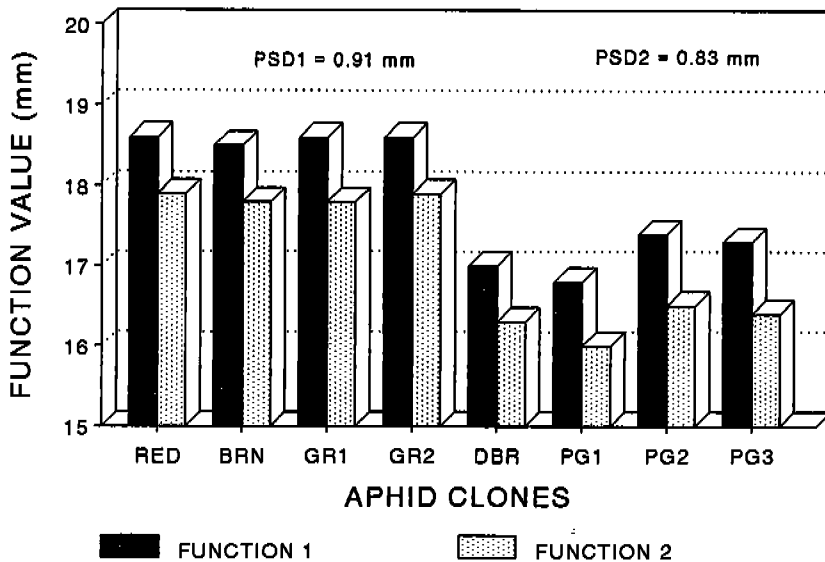


Figure 1. Morphological comparison of apterous viviparae of green peach aphid with different color morphs by the values of linear discriminant functions (LDFs). Function 1=(204 X *urs*)-(53 X ht II) : Function 2=(185 X *urs*)-(37 X base IV), Each bar represent the average of about 20 replications. RED : red color morph clone, BRN : brown color morph clone, GR1 & GR2 : green color morph clones, DBR : dark brown color morph clone, PG1, PG2 & PG3 : pale green color morph clones.

* PSD1 : pooled standard deviation of function value 1, PSD2 : pooled standard deviation of function value 2.

손과 송(1994)에 의하면 1991 - 1993년에 담배 재배 포장에서 재배 기간 중 우점계통의 무시충의 체색은 갈색형과 녹색형이었고, 적색형과 황색형의 발생은 매우 적었다. 갈색형과 녹색형이 모두 본 실험에서의 *M. nicotianae*에 속한다고 볼 수 있다. 또한 김 등(1992)은 우리나라 담배 산지에서 적색형(갈색형 포함)의 분포가 높았다고 보고하였는데 이 체색형 또한 *M. nicotianae*에 속하여 우리나라의 담배 재배 포장에서는 *M. nicotianae*의 분포가 높을 것으로 추정된다. 그러나 본 실험에서는 적색, 갈색 그리고 암갈색으로 구분되었고 녹색과 연녹색으로 세분되어 조사되었으며, 그들의 실험에서도 체색형을 더 세분하여 구분하였는지는 확실치 않기 때문에 비록 체색에 따른 형태적 차이로 *M. persicae*와 *M. nicotianae*로 나눌 수 있다고 하더라도 현 상태에서는 이 둘 진딧물이 담배밭에서 어느 정도 발생하는지는 정확히 알 수 없다. 앞으로 이러한 점을 감안하여 체색형과 형태적 특징을 연계하여 담배밭에서 발생하는 복숭아혹진딧물의 분포를 조사할 필요가 있다고 하겠다.

진딧물의 핵형 조사. 진딧물 염색체에 관한 핵형 분석에서 염색체의 상대적 길이를 비교 조사함으로써 염색체의 전이가 일어났는지 여부를 알 수 있다. 복숭아혹진딧물의 염색체수는 주로 $2n=12$ 로 알려져 있으나 $2n=13$ 또는 $2n=14$ 인 클론도 역시 발견되었고(Blackman, 1971; 1980), 복숭아혹진딧물의 개체군에서 1번과 3번의 상염색체의 염색체 전이가 일어남이 보고되었다(Blackman과 Takada, 1975). Sethi와 Nagaich (1972)에 의하면 $2n=12$ 인 복숭아혹진딧물 클론의 염색체는 4쌍의 긴 염색체와 2쌍의 짧은 염색체로 이루어져 있는데 긴 염색체중 한개는 2차 수축이 일어났고, $2n=14$ 인 클론은 4쌍의 긴 염색체와 3쌍의 작은 염색체로 이루어져 있다. 본 실험에서 *M. persicae*에 속하는 것으로 조사된 연녹색형 PG1 클론의 염색체수는 $2n=12$ 이었고 염색체 전이가 일어나지 않은 정상적인 형태인 염색체만 관찰되었는데, 핵형을 분석해 본 결과 4쌍은 길고 2쌍은 짧았으며 12개의 염색체 중에서 성염색체가 가장 길게 나타났다(Fig.2A). 그러나 *M. nicotianae*에 속하는 녹색형 GRI 클론의 염색체수는 주로 1, 3번의 상염색체에서 염색체 전이가 일어난 $2n=12$ 인 것이

관찰되었고(Figs. 2B, D), 3번 상염색체가 분리된 $2n=13$ 인 염색체도 관찰되었으나(Fig. 2C) 그 외에 다른 핵형은 관찰되지 않았다. 한편 Lauritzen(1982)은 복숭아혹진딧물의 염색체를 Q-밴드와 G-밴드를 이용하여 핵형을 분석한 결과, 1, 2번의 상염색체 전이와 3번 상염색체의 분리가 일어나 $2n=13$ 인 염색체가 존재함을 보고하였다. 따라서 염색체의 핵형의 변이는 상염색체의 전이와 분리에 의해 일어남을 알 수 있다.

Takada (1981)는 체색이 다른 진딧물의 교배를 통해 진딧물의 체색이 유전된다고 보고하였다. 그리고 Harlow 등(1991)은 North Carolina 담배 산지에서 발생한 담배 진딧물중에서 적색계통은 모두 염색체 전이가 일어났는데, 이 적색계통과 염색체 전이가 일어난 녹색계통의 개체군이 염색체 전이가 일어나지 않은 개체군에 비해 약제 저항성과 관련이 있는 carboxylesterase의 활성이 높게 나타났다고 하였으며, Lampert와 Dennis (1987)에 의하면 적색계통이 녹색계통에 비해 성충이 되는 시간이 짧았으나 번식율은 높았다고 보고하였다. 이는 핵형이 진딧물의 생리와 연관성이 있음을 시사하고 있다. 그러므로 본 실험에서 진딧물 클론간에 핵형의 차이가 있는 것으로 보아 진딧물의 체색 및 형태적 차이가 핵형의 차이와 연관되어 있을 가능성이 있다고 하겠다. 우리나라의 주요 담배 재배 산지에서 복숭아혹진딧물을 채집하여 염색체를 조사한 결과에 의하면 녹색, 적색의 복숭아혹진딧물의 체색과 염색체의 전이와의 뚜렷한 관련 없이 녹색과 적색계통에서 모두 $2n=12$ 로 1, 3번 상염색체 전이형이 정상형인 것보다 많이 나타났다고 보고하였다(김 등, 1992). 그러나 아직 진딧물의 형태에 따른 분류와 핵형과의 관계에 대한 연구가 없다. 본 실험에서 담배 재배 포장에서 채집한 복숭아혹진딧물을 담배잎(Burley 21)을 먹이로 각 클론별로 단위생식을 통하여 누대 사육한 결과 6개월 이상 진딧물이 체색의 변화없이 일정한 체색을 유지하여 체색이 유전적인 특성과 관련이 있음을 보여 주었다. 그러나 진딧물의 형태와 유전적인 관계를 규명하기 위해서는 여러 지역에서 채집한 다양한 체색형의 클론들을 비교 검토하여야 할 것이다. 그리고 앞으로 본 실험에서 관찰된 염색체의 전이가 살충제의 저항성, 진딧물의 생리, 형

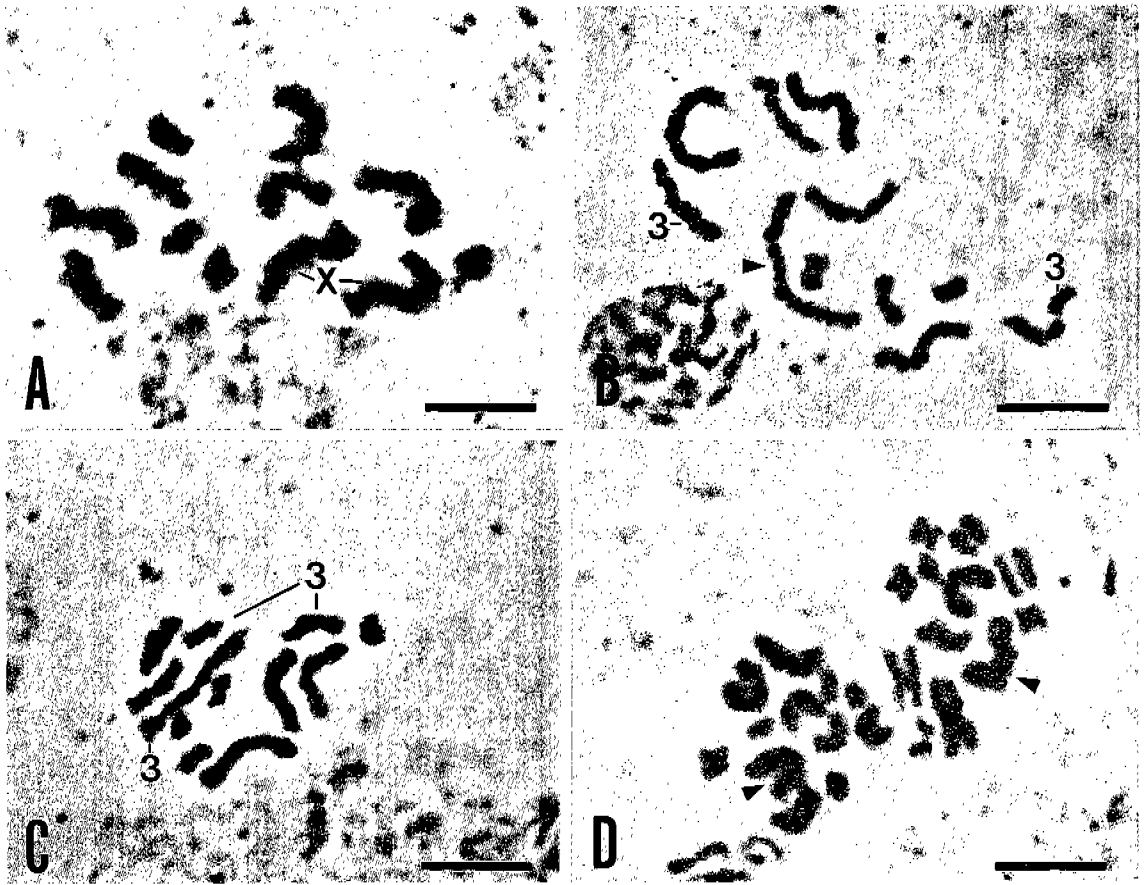


Figure 2. Chromosomes of somatic metaphase cells of clone PG1 (A) (pale green color morph) and clone GR1 (B-D) (green color morph) of green peach aphid, showing (A) normal karyotype ($2n=12$) with no chromosomal translocation, (B) heterozygous translocated type ($2n=12$) of autosomes 1 and 3 (A1 and A3), (C) A3 dissociation type ($2n=13$) and (D) A1 and A3 translocated type in metaphase. Arrow head indicates translocated A1. Bar=5 μ m.

태적 특징 등과의 관련성에 대한 연구가 있어야 할 것이다.

감자 바이러스 Y 매개능력 조사. PVY에 감수성 담배 품종인 Burley 21에 복숭아혹진딧물의 바이러스 (PVY-VN) 매개 시험 결과는 Table 2에서와 같이 체색에 관계없이 모든 진딧물 클론이 PVY 매개하였으나, 형태상 *M. nicotianae*에 속하는 녹색형 GR1 클론에 의해서는 73.3% 전염되었고, *M. persicae*에 속하는 연녹색형 GG1, PG2 클론에 의해서는 40.0% - 46.2% 전염되어 녹색 GR1 클론이 연녹색 PG1

클론보다 매개능력이 높았다(표2).

이 실험의 *M. nicotianae* type에 속하는 적색, 갈색 및 녹색형 복숭아혹진딧물의 PVY의 매개 능력을 조사한 다른 실험에서도 2회 실시의 평균 전염력이 70% 정도와 그 이상으로 나타나(unpublished, 1994) 이 실험의 결과를 뒷받침하고 있다. 또한 이는 위의 염색체 조사에서 $2n=12$ 인 정상적인 클론보다 염색체 전이가 일어난 $2n=12$ 이거나 분리가 일어난 $2n=13$ 인 클론이 매개능력이 더 높았다는 것을 의미한다. 그러나 Sethi와 Nagaich (1972)는 복숭아혹진딧물중

Table 2. Transmission of potato virus Y (PVY-VN) in tobacco (Burley 21) by the different clones of green peach aphid

Color morph	Clone name	No. of plants tested	No. of plants infected	Transmission efficiency (%)
Green	GR1	15	11	73.3
Pale green	PG1	15	6	40.0
	PG2	13	6	46.2

— For virus transmission, aphids were placed on the upper leaves of tobacco cv. Burley 21 after acquisition feeding of PVY-infected tobacco (cv. Burley 21) leaves (2 aphids per plant), and symptom appearance was observed 3 weeks after inoculation.

에서 매개 능력과 염색체 수는 일치하지 않았다고 하였으며, Lampert 등(1990)은 *M. nicotianae*의 적색과 녹색형의 바이러스 매개능력에는 차이가 없다고 하였다. 그리고 본 실험에서 사용한 검정식물체의 수가 적고, 진딧물의 클론도 한정되어 있어서 앞으로 계속 이에 대한 확인 시험이 있어야 하겠다.

결 론

담배 재배 포장에서 발생한 복숭아혹진딧물의 형태적인 특징, 염색체 및 감자 바이러스 Y의 매개능력을 조사하였다. Blackman(1987)이 제시한 방법에 따라 체색이 다른 8가지 클론의 복숭아혹진딧물은 형태적인 변이가 있었다. 분별 지수 (linear discriminant functions, LDFs)에 의해 분석 비교해 본 결과, 적색 (RED), 갈색 (BRN) 및 녹색 (GR1, GR2) 클론은 *M. nicotianae*에, 연녹색 (PG1, PG2, PG3) 및 암갈색 (DBR) 클론은 *M. persicae*에 속하여 형태적으로 유의성 있는 차이를 보였다. *M. persicae*에 속하는 연녹색 PG1 클론의 핵형은 정상적인 형태인 $2n=12$ 이었고, *M. nicotianae*에 속하는 녹색 GR1 클론의 핵형은 1번과 3번 상염색체에서 전이가 일어난 형태인 $2n=12$ 와 3번 상염색체의 분리형인 $2n=13$ 이었다. 이 두 가지 클론의 담배 유묘 (Burley 21)에 대한 감자 바이러스 Y (PVY-VN)의 매개능력은 녹색형인 GR1 클론의 진딧물이 연녹색형인 PG1 클론보다 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Blackman, R. L. (1971) Chromosomal abnormalities in an anholocyclic biotype of *Myzus persicae* (Sulzer). *Experientia* 271 : 704 - 706.
2. Blackman, R. L. and H. Takada (1975) A naturally occurring chromosomal translocation in *Myzus persicae* (Sulzer). *J. Entomol.* 50 : 147 - 156.
3. Blackman, R. L., H. Takada, and K. Kawakami (1978) Chromosomal rearrangement involved in insecticide resistance of *Myzus persicae*. *Nature* 271 : 450 - 452.
4. Blackman, R. L. (1980) Chromosome numbers in the Aphididae and their taxonomic significance. *Systematic Entomology*, 5 : 7 - 25.
5. Blackman, R. L. (1978) Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera : Aphididae), and a key to New World *Myzus* (Nectarosiphon) species. *Bull. Entomol. Res.* 77 : 713 - 730.
6. Harlow, C. D., P. S. Southern and E. P. Lampert (1991) Geographic distribution of two color forms, carboxylesterase activity, and chromosome configuration of the tobacco aphid (Homoptera : Aphididae) in North Carolina. *J. Econ. Entomol.* 84 : 1175 - 1179.
7. 김상석, 박은경, 김시관, 채순용 (1992) 해충군관리의 유전공학이용과 유전적 방제 연구. 한국인삼연구연구소 유전공학연구보고서, 275 - 297.
8. Lampert, E. P. and C. A. Dennis (1987) Life history of two color morphs of the green peach aphid

- (Homoptera : Aphididae) on flue-cured tobacco. Tobacco Sci. 31 : 91 - 93.
9. Lampert, E. P., H. A. Smith and G. V. Gooding, Jr. (1990) Transmission of potato virus Y and tobacco etch virus by red and green color forms of *Myzus nicotianae* Blackman. Tobacco Sci. 34 : 1 - 3.
 10. Lauritzen, M. (1982) Q- and G-band identification of two chromosomal rearrangements on peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Sulzer), resistant to insecticides. Hereditas 97 : 95 - 102.
 11. Sethi, J. and B. B. Nagaich (1972) Chromosome number of different clones of *Myzus persicae* with varying virus transmission efficiency. Indian J. Exp. Biol. 10 : 154 - 155.
 12. 손준수, 송유한 (1994) 담배포장에서 의 복숭아혹진딧물의 체색형별 발생과 생태적 특성. 한국연초학회지. 16 : 76 - 83.
 13. Takada, J. E. (1981) Inheritance of body colors of green peach aphids (Homoptera : Aphididae). Ann. Entomol. Zool. 16 : 242 - 246.
 14. Tanaka, T. (1957) Studies on the Two ecological forms of *Myzus persicae* Sulzer. I. Colour variation and distribution of the two coloured forms on the cabbage in the greenhouse. Jpn. J. appl. Ent. Zool. 1 : 88 - 94.
 15. Ueda, N. and H. Takada (1977) Differential relative abundance of green-yellow and red forms of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera : Aphididae) according to host plant and season. Appl. Ent. Zool. 12 : 124 - 133.