

## 콩 모자이크 바이러스 SMV-G5H 罹病이 단엽콩 生育 및 種實 成分에 미치는 영향

金律虎\* · 盧在煥\* · 金明起\* · 任大準\* · 李奉鎬\*\* · 李相哲\*\*\*

### Affection of SMV-G5H Strain on Plant Growth and Seed Chemical Composition of Soybean Variety, Danyeobkong

Yul Ho Kim\*, Jae Hwan Noh\*, Myoung Ki Kim\*, Dae Joon Im\*,  
Bong Ho Lee\*\* and Sang Chul Lee\*\*\*

**ABSTRACT :** Soybean [*Glycine max* Merr. L.] variety “Danyeobkong” was inoculated with soybean mosaic virus SMV-G5H strain in field and green house at Crop Experiment Station in 1995. The effects of this virus strain on plant characteristics and seed chemical composition of the soybean variety Danyeobkong were evaluated. Yield, the number of pod and 100 seed weight were significantly reduced by SMV-G5H strain infection. Inoculation of SMV-G5H strain of soybean mosaic virus caused the increment of seed protein content and the decrement of seed oil content in the soybean variety Danyeobkong. Changing pattern of fatty acid composition by SMV-G5H strain infection was varied according to the experimental place. In field trial, the percentage of linoleic and linolenic acids decreased and stearic and oleic acids increased in the seed oil from virus infected plants. In green house trial, however, linolenic and oleic acids were increased, whereas palmitic and linoleic acids were reduced.

**Key words :** Soybean mosaic virus, Seed yield, Protein content, Oil content, Fatty acid composition of oil.

콩(*Glycine max*) 에 發生하는 病 가운데 세계적으로 가장 問題가 되고 있는 病의 하나가 바이러스病으로 이중 우리나라에 심각한 被害를 주고 있는 것이 콩 모자이크 바이러스(Soybean mosaic virus, SMV)에 의한 모자이크病과 壞疽病이다.

콩 모자이크 바이러스는 길이 650~750nm, 넓이 15~18nm의 絲狀粒子 形態로 potyvirus group에 속하며<sup>1,19)</sup>, 1915년 Clinton 등<sup>10)</sup>에 의해 最

初로 報告된 이후 種子傳染<sup>2)</sup>, 傳染源<sup>13,23)</sup>, 發病環境<sup>17,24)</sup> 및 抵抗性品種 選拔<sup>3)</sup> 등의 많은 研究가 遂行되었다.

우리나라에서는 언제부터 콩모자이크 바이러스가 發生하였는지에 대한 精確한 기록은 없으나, 1974年 콩 新規 獎勵品種인 東北太, 陸羽3號, 剛林 및 銀大豆 등에 壞疽症狀을 보이는 바이러스병이 크게 發生함에 따라 본격적인 研究가 이루어졌다. Cho 등<sup>6)</sup>은 한국 대두 바이러스의 분류, 동정

\* 作物試驗場(National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

\*\* 農村振興廳 研究管理局(Research Management Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea)

\*\*\* 慶北大學校 農學科(Dept. of Agronomy, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea)

〈'96. 2. 9 接受〉

에 관한 研究에서 이 바이러스병이 병징은 tobacco ring spot virus와 유사하나 指標植物과 血清反應 및 電子顯微鏡 觀察 등에 의해 SMV의 系統인 것으로 認定하고, SMV-N라고 처음으로 명명하였다. 정 등<sup>9)</sup>은 SMV-N의 發病은 남부지역에서 보다 강원도, 경기도 등 중북부지역에서 심하게 發生하며, 早播한 것과 생육초기에 罹病된 것에서 被害가 크다고 하였다. SMV-N은 싸리수 염진딧물에 의해서는 100%, 목화진딧물에 의해서는 60% 傳染되었고, 種子傳染率은 4.7~38.6% 정도라고 하였다.

SMV의 系統은 여러가지로 分化되어 있는데, Cho와 Goodman<sup>8)</sup>은 세계적으로 콩 모자이크병에 抵抗性인 것으로 報告된 光教, Marshall, Ogden, Davis, York와 Buffalo 등 6개 品種과 모자이크병에 罹病性인 Rampage와 Clark 등 총 8品種을 判別品種으로 사용하여 USDA의 콩 유전자원에서 分離한 120개의 SMV isolates를 病原性에 따라 G1~G7까지 7개의 系統으로 分類하였고, Takahashi 등<sup>25)</sup>은 5개로 分類하였다. 국내 SMV 系統 分布 조사<sup>5)</sup>에서 경기, 충남, 경북 및 전남지역에서 G1, G2, G5, G6 및 G7 系統이 分離, 同定되었으며 이중에서 독성이 비교적 강한 G5, G6, G7 系統은 전체의 66%를 차지하여 주종을 이루는 것으로 밝혀졌다.

또한 콩 모자이크 바이러스에 抵抗性인 品種을 육성 보급한 후 既存系統과는 다른 새로운 病毒性을 가진 菌系の 出現으로 큰 被害를 주었는데, 황금콩에 괴저증상을 나타낸 SMV-G5H<sup>4)</sup>, G3 系統과 유사한 SMV-G3A와 덕유콩에 괴저증상을 보인 SMV-G5HD<sup>6)</sup> 등으로 우리나라에는 多様な 病毒性을 지닌 菌系가 혼재해 있어 抵抗性 品種 육성을 위해서는 새로운 菌系에 대한 계속적인 추적의 필요함을 알 수 있다.

바이러스 감염이 콩 生育 및 種實의 化學的 成分 組成에 미치는 영향에 대한 연구에서 Demski 등<sup>11)</sup>은 tobacco ring spot virus의 初期感染은 oil 含量을 減少시키고 protein 含量을 증가시키며 脂肪酸 組成에서는 palmitic, linoleic, linolenic acid의 含量은 줄어들고 stearic, oleic acid 含量은 增加한다고 하였는데 이는 Harris 등<sup>12)</sup>이 co-

wpea chlorotic mottle virus를 처리하여 얻은 結果와 같은 傾向이었다. 또한 Ross<sup>22)</sup>도 bean pod mottle virus와 SMV의 複合感染時 種實收量과 莖長은 현저히 減少하였으며 갈반립과 불량립의 비율이 높아져 品質低下를 招來한다고 하였다.

본 研究에서는 지금까지 毒性이 가장 강한 것으로 알려진 SMV-G5H를 포장 및 온실에서 단엽콩에 接種하여 生育 및 種實成分 組成에 미치는 被害정도를 비교 분석함으로써 交叉 抵抗性을 이용한 弱毒 바이러스 개발과 抵抗性 品種 育成을 위한 基礎資料로 活用코자 하였다.

## 材料 및 方法

본 研究는 1995년 作物試驗場 作物環境科 試驗圃場과 溫室에서 각각 실험하였고, 공시품종은 단엽콩을 사용하였으며 種子是 SMV가 傳染되지 않은 무병종자를 사용함으로써 種子傳染에 의한 試驗誤差를 排除시켰다.

圃場試驗은 콩 적정파종기인 5월 23일에 휴폭을 60cm, 주간을 20cm, 1주 2개체로 파종하였고, 施肥는 기비로 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=4-7-6kg/10a 하였다. 재배토양의 시험전 화학 분석치는 PH 6.1, 유기물함량 1.4%, 전질소함량 0.09%로 유기물함량 및 전질소함량이 다소 낮았으나 시험에는 큰 문제가 되지 않았다.

SMV-G5H 系統은 안동대 조의규교수로부터 분양 받아 사용하였으며, 接種時期는 콩 파종 10일 후 초생엽(primary leaf)이 완전히 퍼지고 그 다음의 제1복엽(trifoliolate leaves)이 완전히 展開되지 않았을 때로 하였으며 人工接種은 增殖寄主에서 接種源 SMV-G5H의 罹病잎을 採取하여 잎 1g당 인산완충액(sodium phosphate buffer, pH 6.0, 0.01M)을 3~5ml 添加하여 막자사발에 넣고 막자로 마쇄한 다음 카보란덤(carborundum, 600mesh)을 소량 添加하고 탈지면으로 만든 면봉을 接種源에 담근 다음 接種하고자 하는 잎에 가볍게 문질러 接種하였으며 接種後 수도물로 깨끗이 씻어주어 過度한 傷處로 인한 感染 失

敗를 豫防하였다. 接種은 20주씩 하였고 接種株와 無接種株는 追加罹病을 막기 위해 방충망을 씌워 栽培하였다.

溫室試驗은 8月 26日에 Wagner pot에 1주 2개 체로 단엽콩을 播種한 다음 위에서의 방법으로 SMV-G5H를 接種시켰으며 추가 이병을 막기 위해 隔離栽培하였다.

粗蛋白質含量은 각각 처리된 試料 0.2g을 분해 플라스크에 넣고 진한 황산 10ml를 첨가해 24시간 放置한 다음 heating block에 놓고 350℃로 加熱하면서 완전히 투명한 무색이 될 때까지 分解한 후 冷却시켜 여과지로 여과한 후 Kjeldahl 裝置에서 flask에 증류수 100ml, 시료 10ml, NaOH 10ml 넣은 다음 蒸溜하여 0.01N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 適定하여 얻은 全窒素含量에 窒素係數 6.25를 곱하여 粗蛋白質含量을 計算하였다.

기름含量은 SOXTEC 法에 의해 hexane을 溶媒로 하여 90℃로 1.5시간 抽出하여 조사하였고, 脂肪酸 組成 分析은 종실의 지방추출 용매제로 hexane을 이용하고 sodium methoxide를 觸媒로 하는 methanolysis 法에 따라 easter화 한 다음 Shimadzu GC-6A형 gas chromatography로 分析하였으며, 分析 chart의 peak 同定은 retention time과 탄소수의 2차원 표시법에 의해 確認하였다.

각각의 脂肪酸 含量은 전 지방산에 대한 백분율로 표시했으며 계산은 digital integrator(ITG-4A)를 利用하였으며 分析한 脂肪酸 종류는 palmitic acid(C<sub>16:00</sub>), stearic acid(C<sub>18:00</sub>), oleic

acid(C<sub>18:1</sub>), linoleic acid(C<sub>18:2</sub>), linolenic acid(C<sub>18:3</sub>) 등 5종이었다.

## 結果 및 考察

### 1. 콩 모자이크 바이러스(SMV-G5H)의 罹病이 콩 生育 및 收量에 미치는 影響

表 1은 콩 모자이크 바이러스(SMV-G5H)의 罹病이 콩 生育 및 收量에 미치는 影響을 나타낸 것으로 바이러스 이병시 모든 調査項目에서 減少를 보였으며 포장과 온실 두 場所 平均 減少정도는 收量 52%, 莢數 36%, 百粒重 22%, 莖長 17%로 수량의 減少가 가장 컸는데 이는 莢數와 百粒重의 현격한 減少때문인 것으로 생각되며 콩 모자이크 病의 初期罹病時 큰 수량 감소를 招來한다는 既存報告와도 같은 結果였다. 단엽콩은 수원<sup>17)</sup> 및 경북<sup>21)</sup>에서 5월 20일경 播種할 경우 壞疽病(SMV-N, %)은 각각 0, 1%, 모자이크病(SMV, 0~9)은 1, 3의 罹病 정도를 나타내어 콩 모자이크 바이러스로 인한 두 病害 모두 抵抗性을 나타내었는데, 이러한 品種에 SMV-G5H를 人爲接種시킬 경우 수량에서 52%의 감소를 보인다는 것은 매우 우려할만한 사실로 새로운 病毒性 系統에 대한 既存品種 및 育成系統의 抵抗性 評價가 앞으로 계속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

또한 수원과 경북 두 地域에서의 단엽콩의 百粒重은 平均 16.0g으로 表 1의 무처리주 平均 17.8g에 비해 약 10% 가벼운데 이는 다른 栽培의인 要

Table 1. The effects of SMV-G5H strain infection on plant growth and seed yield of soybean variety Danyeobkong in field and green house trials

Experimental place	Treatment	Plant height (cm)	Leaf area <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )		No. of pod per plant	SPAD <sup>2)</sup> value	100 seed weight (g)	Seed yield (g/plant)	Index (%)
			2nd	3rd					
Field	Inoculated	87	62	54	42	34	14.00	8.0	49
	Control	102	65	92	64	24	17.82	16.3	100
Green house	Inoculated	49	39	38	17	30	13.90	4.1	47
	Control	61	57	53	29	27	17.76	8.8	100
Mean	Inoculated	68	51	46	30	32	13.95	6.1	48
	Control	82	61	73	47	26	17.79	12.6	100

1), 2) : Investigate in 20 days after inoculation with SMV-G5H.

인을 勸案하더라도 현 시험포장이 모자이크病에 다소 被害를 받고 있음을 間接的으로 推測할 수 있다.

種實 百粒重의 減少는 SMV-G5H의 罹病으로 인한 葉數, 葉面積 등 지상부 Source가 무처리주에 비해 작아짐으로써 콩의 주요 Sink인 莢과 種實의 크기에 影響을 준 것으로 생각되며 種實의 成分組成 變化와도 密接한 關係가 있을 것으로 推測된다.

그리고 Demski 등<sup>11)</sup>에 의하면 콩 수량에 被害를 주는 주요 바이러스는 모두 4종으로 그 減少 정도는 tobacco ringspot virus(TRSV)가 76%, soybean mosaic virus(SMV) 66%, cowpea chlorotic mottle virus(CCMV) 31%, peanut mottle virus 18% 순이며 SMV+TRSV 複合 感染時는 무려 98%의 減少를 招來한다고 하였는 바 SMV 이외의 다른 바이러스에 대한 研究와 單獨 또는 複合感染에 대한 研究도 병행되어 이루어져야 될 것으로 생각된다.

## 2. SMV-G5H의 罹病이 種實의 蛋白質 및 기름 含量에 미치는 影響

種實의 蛋白質 含量은 SMV-G5H의 罹病時 포장 및 온실 두 곳 시험 모두 증가하였으나 기름 함량은 줄어들어 SMV-G5H의 罹病에 따른 이들 두 成分間의 變化는 서로 負의 相關關係가 있었으며 포장보다 온실시험에서 더 높은 유의성을 나타내었다(그림 1). Howell<sup>14)</sup>은 많은 環境要因이 종실 성분 조성에 影響을 미친다고 하였고 Parker와 Harris<sup>20)</sup>도 석회와 물리브덴 處理時에 종실의 蛋白質 含量은 增加하고 기름함량은 減少한다고 하였는데, 그 이유로는 석회와 물리브덴 처리는 土壤 酸度를 근류군 活性에 알맞게 조절하여 근류군의 활성을 增大시키고 그 結果 窒素 固定量이 많아져서 葉색이 진해지고 蛋白質 含量이 증가된다고 說明하였다.

또한 Harris 등<sup>12)</sup>도 콩에 CCMV가 罹病되면 무처리구에 비해 葉색이 진해지고 窒素 고정량이 많아진다고 하였는데, 이로 인해 콩의 경우 기름을 合成하는데 必要한 에너지량은 蛋白質 合成 때보다 더 많은 데도 罹病株에서는 增加된 窒素含量

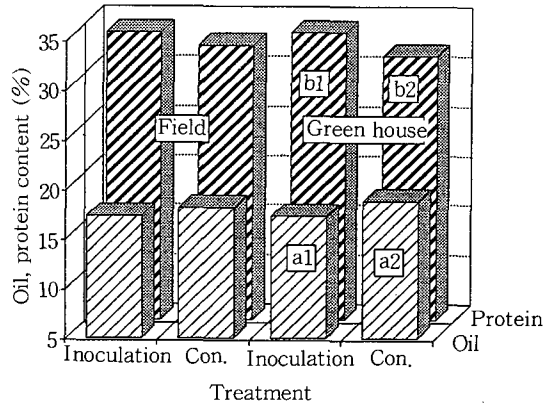


Fig. 1. Changes in oil and protein content of soybean variety Danyeobkong seed as influenced by SMV-G5H strain infection in field and green house trials (a1-a2, b1-b2 : differences significant at 5% levels between control and inoculated treatments).

으로 인해 蛋白質 合成에 더 많은 에너지를 消費하게 되고 기름합성에 必要한 에너지량의 相對的 減少는 기름함량 減少를 招來한다고 하였다.

본 試驗에서도 SMV-G5H에 이병된 식물체는 表 1에서 보는 바와 같이 葉面積이 작아지고 葉색이 진해지는 것을 觀察할 수 있었는데 接種後 20 일경의 이병주의 葉면적은 제 2, 3본엽에서 무처리주에 비해 각각 16, 40%의 減少를 보였고 Minolta의 SPAD 501로 測定한 제 3본엽의 葉색에서도 이병주가 32, 무처리가 26으로 이병된 식물체에서 높게 나타났는데, 이는 葉록체 및 窒素含量이 많다는 의미로 再解析할 수 있으므로 위에서의 說明과 같은 脈絡으로 蛋白質의 增加와 기름함량의 減少를 說明할 수 있겠다(그림 2).

## 3. SMV-G5H의 罹病이 種實기름의 脂肪酸 組成에 미치는 影響

콩기름의 脂肪酸 組成에 影響을 주는 環境要因 연구에서 Howell과 Collins 등<sup>15)</sup>은 脂肪酸중에서 linoleic acid와 linolenic acid는 등숙기간중의 溫度와 負의 相關이 있으며 일장, 광도, 광질 및 N, P, K의 nutrition은 脂肪酸 組成에 큰 影響을 미치지 않는다고 하였다. 그리고 Demski 등<sup>11)</sup>은

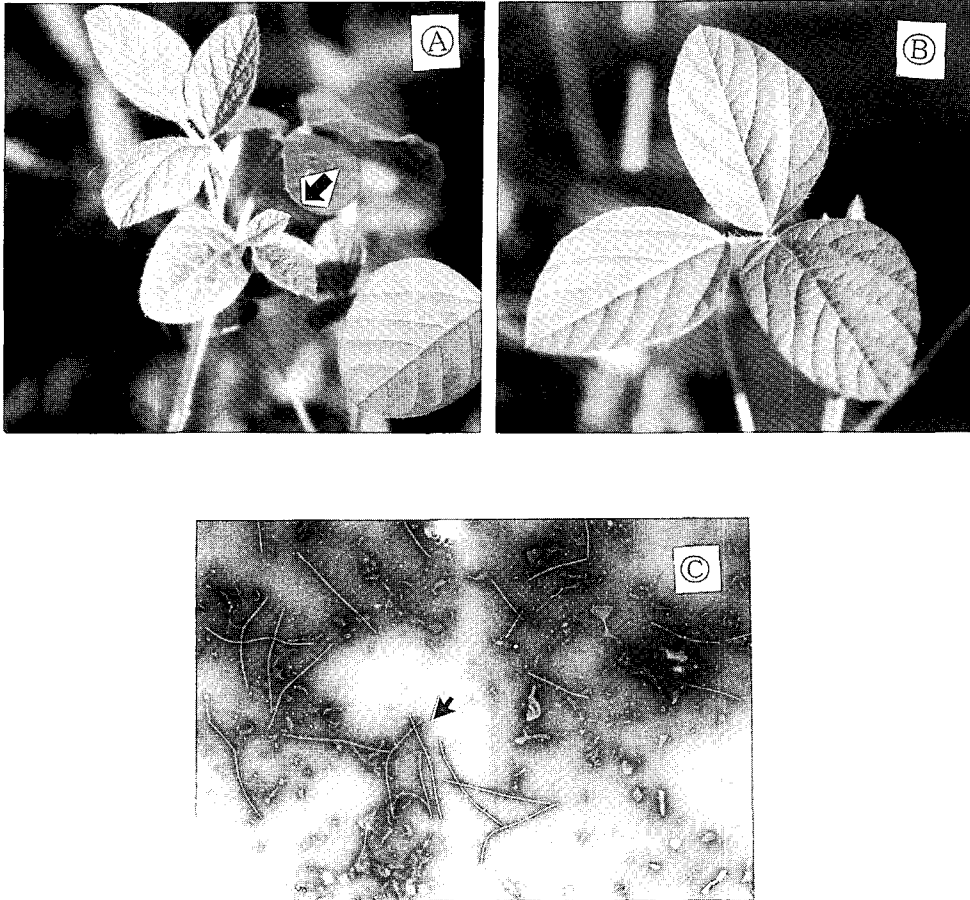


Fig. 2. Symptoms on soybean variety Danyeobkong caused by SMV-G5H strain of soybean mosaic virus.

- A) Inoculated plant leaf (← ; typical mosaic symptoms)
- B) Noninoculated healthy plant leaf
- C) Electron micrograph of SMV-G5H strain (← ; virus particle)

PMV, CCMV, SMV, TRSV를 콩에 單獨 및 複合感染 시켰을 때 linolenic, linoleic acid는 減少 되었으나 oleic, stearic acid는 增加되었고 그 變化정도는 stearic, oleic, linolenic, linoleic 그리고 palmitic acid 순이며 palmitic acid는 品種에 따라 큰 차이가 있다고 하였다.

본 試驗에서는 포장과 온실의 試驗場所에 따라 SMV-G5H의 罹病에 따른 脂肪酸의 組成變化가 매우 다른 傾向을 보였는데, 포장시험의 경우에는 Demski 등<sup>11)</sup>의 試驗에서와 같이 stearic, oleic acid 含量은 增加하고 linoleic, linolenic acid 含量은 減少하였으나 그 變化정도에 있어서는 ste-

aric, linolenic, oleic, linoleic, palmitic acid 순으로 다소 差異를 보였다(表 2). 전체 脂肪酸을 포화지방산과 불포화지방산으로 나눌 때 포장시험에서는 불포화지방산은 減少하고 포화지방산은 增加하였는데 그 變化 정도는 포화지방산에서 다소 컸다. 온실시험에서는 포장시험과는 달리 linolenic acid含量이 增加하고 포장시험에서 큰 變化를 보였던 stearic acid含量의 變化가 거의 없었으며 또한 변화가 거의 없었던 palmitic acid 含量의 變化가 가장 컸다. 그리고 포화지방산과 불포화지방산의 變化는 포장시험과 反對의 傾向을 보였다.

Table 2. The effects of SMV-G5H strain infection on fatty acid composition of soybean variety Danyeobkong seed oil in field and green house trials

Experimental place	Treatment	Fatty acid composition of oil (%)						
		Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic	Saturated <sup>1)</sup>	Unsaturated <sup>2)</sup>
Field	Inoculated	9.40	2.50	17.75	58.87b	11.48	11.90	88.10
	Control	9.24	1.98b	15.96	59.99	12.83	11.22	88.78
Green house	Inoculated	11.43b	1.92	17.44	56.86b	12.35	13.35	86.65
	Control	12.43	1.91	16.15	57.66	11.65	14.34	85.46
Mean	Inoculated	10.42	2.21	17.60	57.87	11.92	12.63	87.38
	Control	10.84	1.95	16.06	58.83	12.24	12.78	87.12

<sup>1)</sup> : Palmitic + Stearic, <sup>2)</sup> : Oleic + Linoleic + Linolenic

b : Differences significant at 5% levels between control and inoculated treatments.

이렇게 試驗場所에 따라 脂肪酸 組成의 변화가 다른 것은 試驗을 실시한 기간이 포장시험은 春季, 온실시험은 秋季에 실시되어 단엽콩의 登熟期間 동안의 온도를 포함한 環境要因이 서로 달랐기 때문인 것으로 推測되나 이에 대한 結果는 더 많은 檢討가 있어야 할 것으로 생각된다.

## 摘 要

콩 모자이크 바이러스에 의한 壤疽病과 모자이크病 모두에 抵抗性인 단엽콩을 강독 系統 SMV-G5H로 포장 및 온실에서 人工接種시켜 生育 및 種實成分 組成에 미치는 影響을 分析함으로써 交叉 抵抗性을 이용한 弱毒 바이러스 開發과 抵抗性 콩 品種育成을 위한 基礎資料로 活用코자 실시한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. SMV-G5H 系統의 罹病時 포장 및 온실시험에서 調査된 生育特性 모두 減少를 보였으며 두 試驗場所 平均 減少정도는 收量 52%, 莢數 36%, 百粒重 22%, 莖長 17% 順이었으며 收量の 減少가 가장 컸다.
2. 種實의 蛋白質 含量은 SMV-G5H의 罹病時 포장 및 온실시험에서 모두 增加하였으나 기름含量은 줄어들어 SMV-G5H의 罹病에 따른 두 成分間의 變化는 서로 負의 相關關係가 있었다.
3. SMV-G5H의 罹病에 따른 콩 기름의 脂肪酸 組成變化는 포장과 온실의 시험장소에 따라 큰

차이를 보였는데, 포장시험의 경우 linoleic, linolenic acid 含量은 減少하고 stearic, oleic acid 含量은 增加하였으며 palmitic acid 含量은 큰 變化를 보이지 않았다. 이와는 다르게 온실시험의 경우 linolenic, oleic acid 含量이 增加하였고 palmitic, linoleic acid 含量이 減少하였으며 stearic acid 含量의 變化는 거의 없었다. 이러한 結果는 포장 및 온실시험을 실시한 時期의 차이에서 起因한 것으로 推測된다.

## 引用文獻

1. Bos, L. 1972. Soybean Mosaic Virus. CMI/AAB. Description of Plant Viruses. No. 93. Commonw. Mycol. Inst. Kew. England.
2. Bowers, G. R. 1977. Seed Transmission of Soybean Mosaic Virus. M.S. Thesis, University of Illinois, Urbana. pp. 95.
3. 조의규, 조원대, 최성호. 1985. 콩 괴저병 저항성에 관한 연구. 1985년도 농업기술연구소 보고서. pp. 284-287.
4. Cho, E. K., S. H. Choi, and W. T. Cho. 1983. Newly Recognized Soybean Mosaic Virus Mutants and Sources of Resistance in Soybeans. Res. Rept. ORD(S.P.M.U.). 25 : 18-22.6.

5. \_\_\_\_\_, and B. J. Chung. 1976. Studies on Identification and Classification of Soybean Virus Disease in Korea. Korea J. Prot. 15(2) : 61-68.
6. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and S. H. Lee. 1977. Studies on Identification and Classification of Soybean Virus Diseases in Korea. II. Etiology of a Necrotic Disease of *Glycine max*. Plant Disease Rept. 61 (4) : 313-317.
7. \_\_\_\_\_, and K. W. Chung. 1986. Strains of Soybean Mosaic Virus Causing Soybean Necrotic Disease in Korea, Korean J. Breeding 18(2) : 150-153.
8. \_\_\_\_\_, and R. M. Goodman. 1979. Strains of Soybean Mosaic Virus : Classification Based on Virulence in Resistant Soybean Cultivars. Phytopathology 69 : 467-470.
9. 정봉조, 이순형, 조의규, 이기운, 이민효. 1976. 콩 바이러스병 방제에 관한 시험. 농진청 작물개량사업보고서. pp. 786.
10. Clinton, G. P. 1915. Notes on Plant Diseases of Connecticut. Connecticut Agr. Expt. Sta. Ann. Rept. : 421-451.
11. Demski, J. W., H. B. Harris, and M. D. Jellum. 1971. Effects of Time Inoculation with Tobacco Ringspot Virus on the Chemical Composition and Agronomic Characteristics of Soybean. Phytopathology 61 : 308-311.
12. Harris, H. B., M. D. Jellum, and C. W. Kuhn. 1970. Effects of Cowpea Chlorotic Mottle Virus on Chemical Composition of Davis Soybean. J. Agr. Food Chem. 18 : 911-912.
13. Hill, J. H., and B. S. Lucas. 1980. Factors Associated with the Epidemiology of Soybean Mosaic Virus in Iowa. Phytopathology 70 : 536-540.
14. Howell, R. W. 1963. The Physiology the Soybean. Academic Press, N.Y. 75-124.
15. \_\_\_\_\_, and F. I. Collins. 1957. Factors Affecting Linolenic and Linoleic Acid Content of Soybean Oil. Agron. J. (49) : 593-597.
16. Kim, J. S., and E. J. Lee. 1991. A new Virulent Strain of Soybean Mosaic Virus Infecting SMV Resistant Soybean Cultivar Deogyou. Korea J. Plant Pathol. 7(1) : 37-41.
17. 김윤희, 노재환, 김명기, 임대준. 1995. 콩 괴저바이러스 발생생태 연구. 작물시험장 보고서(작물환경편). pp. 34-37.
18. Lee, Y. H., and E. H. Hong. 1985. Studies on Breeding of Soybeans for the Resistance to Soybean Mosaic Virus Strains I. Screening for the Resistance to SMV-N. Korean J. Breed. 17(1) : 85-90.
19. Neergard, P. 1977. Classification and Nomenclature of Plant Viruses. Seed Pathology. 1 : 76-80.
20. Paker, M. B., and H. B. Harris. 1962. Soybean Response to Molybdenum and Line and Relationship Between Yield and Chemical Composition. Agron. J. (54) : 480-483.
21. 박상구, 손창기. 1994. 답전환전 콩 생육특성 검정. 경상북도 농촌진흥원. pp. 198-207.
22. Ross, J. P. 1968. Effects of Single and Double Infections of Soybean Mosaic and Bean Pod Mottle Viruses on Soybean Yield and Seed Characters. Plants Dis. Rep. 52 : 344-348.
23. \_\_\_\_\_. 1977. Effect of Aphid - Transmitted Soybean Mosaic Virus on Yields of Closely Related Resistant and Susceptible Soybean Lines. Phytopathology 17 : 868-872.
24. 신두철, 김순천, 황영현, 박근용, 김호일. 1979. 파종기 이동에 따른 콩 괴저바이러스 (SMV-N)의 발생경향. 한육지 4(3) : 59-65.

25. Takahashi, K., T. Tanaka, and W. Iuda.  
1963. Occurance of Strains of Soybean

Mosaic and Dwarf Virus. Ann. Phy-  
topath. Soc. Japan. 28 : 87(Abs.).