

국내 맥류재배지의 바이러스병 발생과 분포

박종철* · 서재환 · 최민경¹ · 이귀재¹ · 김형무¹작물과학원 호남농업연구소, ¹전북대학교 생물자원과학부

The Incidence and Distribution of Viral Diseases in Barley Fields in Korea

Jong-Chul Park*, Jae-Hwan Seo, Min-Kyung Choi¹, Kui-Jae Lee¹ and Hyung-Moo Kim¹

Honam Agricultural Research Institute, National Institute of Crop Science, Iksan 570-080, Korea

¹Faculty of Biological Resources Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

(Received on May 27, 2004)

The symptom expressions such as yellowish and mosaic spots in overwintering barley have been considered to be a damage by cold or water. However, it had revealed that the symptom expressions were caused by viruses throughout three year nationwide surveys. *Barley yellow mosaic virus* (BaYMV), *Barley mild mosaic virus* (BaMMV), and *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV) was detected in 2001-2003 and *Barley yellow dwarf virus-MAV* (BYDV-MAV) from field samples collected on March in 2003. The results of investigation showed that the incidence of BaYMV was more than 70% and that of BaMMV and SBWMV was 15.7-37.4% and 0.7-10.1% in three year surveys, respectively. The incidence of BYDV-MAV was approximately 1% in 2003 only. The distribution of BaYMV was relatively uniform throughout barley fields in Korea, but the incidence of the virus in Gyunggi Province was as low as 19% compared to 65-85% in the rest of regions. On the other hand, 70% of BaMMV was found to be in the west south regions of Korea, Jeonbuk and Jeonnam Provinces. Taken together, both BaYMV and BaMMV were thought to be dominant casual agents in overwintering barley by either single or mixed infections. Previous survey data for BaYMV from 1994 to 1996 indicated that the incidence of the virus was approximately 40% in Jeonbuk, Jeonnam, and Gyungnam Provinces. Thus, comparing with the results from the recent nationwide survey, the incidence of BaYMV had been rapidly increasing in overwintering barley fields in the southern part of Korea.

Keywords : BaYMV, barley, viral diseases

우리나라 보리 병해는 주로 깜부기병, 흰가루병 및 붉은곰팡이병 등의 진균에 의한 피해가 알려져 왔으나, 근래에 와서는 바이러스병이 남부지역 맥주보리 재배지를 중심으로 문제시되어 왔다. 보리에 발생하는 바이러스병은 토양전염(Barr와 Slykhuis, 1976; Chen 등, 1991), 충매전염(Kojima 등, 1983; 村山와 蘆, 1965) 및 종자전염(나와 박, 1979; Lundsgaard, 1976) 등이 보고되어 있다. 국내에 보고된 보리 바이러스병은 보리호위축병(*Barley yellow mosaic virus*, BaYMV), 보리마일드모자이크병(*Barley mild mosaic virus*, BaMMV), 보리줄무늬모자이크병(*Barley stripe mosaic virus*, BaSMV), *Barley yellow dwarf virus*

(BYDV), 북지모자이크병(*Northern cereal mosaic virus*, NCMV), 오갈병(*Soil-borne wheat mosaic virus*, SBWMV), 줄무늬잎마름병(*Rice stripe virus*, RSV) 등이 보고되어 있다(나와 박, 1979; 이, 1981; 이, 1997). 그러나 이들 바이러스병 중 국내 남부지역에서는 토양 전염성인 *Potyviridae*, *Bymovirus*의 BaYMV와 BaMMV가 주로 발생하는 것으로 보고되어 있다(소 등, 1997). 최근에는 남부지역 맥주보리의 재배면적 확대와 함께 BaYMV와 BaMMV의 바이러스병의 발생이 확대되고 있으며, 그 피해도 커질 것으로 생각된다. BaYMV는 *P. graminis*에 의해 매개되어 보리의 유근으로 침입하여 감염을 일으키게 되는데 약 10°C가 최적 감염 온도로 알려져 있다(소 등, 1991; Adams 등, 2001). 또한 보리호위축병의 감염은 품종의 저항성과 기상 조건에 따라 40~100%의 수량이 감소되는 것으로

*Corresponding author

Phone)+82-63-840-2249, Fax)+82-63-840-2112

E-mail)pacc43@rda.go.kr

보고되어 있어(Frahm, 1989; 김, 1997) 맥류 재배지에는 바이러스병의 발생이 가장 문제시 되는 것으로 알려져 있다. 그러나 현재까지 국내 맥류재배지 전체에 대한 맥류 바이러스병의 발생 상황에 대한 결과는 보고되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 시험에서 국내 맥류 재배지에 발생하는 주요 바이러스의 발생 상황과 지역별, 연차간의 발생 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

주요 바이러스 발생 조사. 국내 맥류 재배지에서 발생하는 바이러스병의 발생과 연차간 지역별 발생 변화를

Table 1. Places for the collection of barley leaf samples

Province	Region	Total
Jeonbuk	Gunsan, Gimje, Buan, Gochang, Imsil, Namwon, Wanju, Iksan.	8
Jeonnam	Younggwang, Hampyung, Muan, Haenam, Jindo, Wando, Naju, Gangjin, Boseong, Hwasun, Jangheung, Youngam.	12
Chungnam	Nonsan, Younsan, Youseong.	3
Gyungnam	Milyang, Jinju, Sacheon, Muan, Goseong.	5
Gyungbuk	Daegu, Gyungju.	2
Gyunggi	Suwon.	1
Gangwon	Samcheok, Donghae, Gangleung.	3
Total		34

The samples were collected from overwintering barley fields on mid and late March. Leaf samples showing yellowish and mosaic symptoms were preferentially collected for the analysis of ELISA. The samples used in this paper were analyzed exclusively by ELISA without further comment.

Table 2. The total number of the samples collected from overwintering barley fields

Province	Year			Total
	'01	'02	'03	
Jeonbuk	38	24	50	112
Jeonnam	107	33	25	165
Gyungnam	51	19	15	85
Chungnam	2	7	20	29
Gyungbuk	14	-	-	14
Gyunggi	3	11	7	21
Gangwon	54	5	5	64
Total	269	99	122	490

The samples were stored -20°C until the detection of viruses, BaYMV, BaMMV, SBWMV, and BYDV-MAV by ELISA. Only 95 samples collected in 2003 were analyzed for the detection of BYDV-MAV.

조사하기 위해 2001년부터 2003년까지 3개년간 Table 1에서와 같이 제주도를 제외한 전국 34개 지역을 대상으로 수행하였다. 지역별, 연도별 채집 시료수는 Table 2와 같이 3개년간 각각 269점, 99점, 122점 등 총 490점을 수집하여 분석하였다. 조사용 시료는 앞에서 황화나 모자이크 또는 변색의 증상을 보이는 개체를 수집하였다. 대부분의 채집 시료는 보리(쌀보리, 걸보리, 맥주보리)였으나 경기도(수원) 지역에서는 변색을 보이는 밀이나 호밀 등도 일부 포함되었다. 채집은 3월 상순~하순 사이 월동 후 보리의 황화나 이상 증상의 발현이 가장 심한 시기에 수행하였다.

바이러스 검정. 조사 대상 바이러스는 국내 맥류 재배지에서 주로 발생하는 것으로 알려진 BaYMV, BaMMV, SBWMV 등 3종에 대해 실시하였다. 한편 2003년도에는 이들 3종의 바이러스외에 전국일원에서 채집한 95점의 시료에 대해 BYDV-MAV를 추가하여 바이러스별 감염 여부를 검정하였다. 잎에 이상 증상을 보이는 채집된 시료를 -20°C 에 보관하면서, 소 등(1997)에 의해 보고된 면역혈청학적 검정(ELISA) 방법으로 바이러스의 감염 여부를 확인하였다. 혈청 반응에 이용된 BaYMV, BaMMV 그리고 SBWMV 항혈청은 일본농림수산성농업연구센터에서 분양받았으며, BYDV-MAV는 DAS ELISA PathoScreen Kit(Agria, Co., USA)를 구입하여 이용하였다. 바이러스 검정시 멸균토양에서 키운 보리를 건전 대조구로 이용하였으며, 감염여부는 PBST-buffer와 건전주의 발색 반응 수치보다 높은 경우 바이러스의 감염으로 인정하여 조사하였다.

보리호위축병의 연차간 발생 변화. 남부지역에서 주로 우점하는 것으로 보고된(소 등, 1997) 보리호위축병의 연차간 발생 변화를 전북, 전남, 경남 등 남부지역을 대상으로 전북, 전남, 경남 각각 874점, 954점, 299점 등 총 2,127점의 시료에 대해 분석하였다(Table 3). 조사기간은 1994년부터 2003년까지 7개년동안 수행하였다. 이병주의 채취는 월동 후 3월 상순~하순 사이에 맥류 재배지에서 채집하였으며, 각 도별 채집 지역은 Table 1에서의 지역과 같다. 이병주는 잎에 모자이크나 황화 증상 등 전형적인 바이러스 이병 증상을 보이는 개체를 수집하였으며, ELISA 검정법을 이용하여 바이러스의 감염 여부를 조사하였다.

결과 및 고찰

월동 후 이상 증상 원인. 월동 후 맥류 재배지에서 나타나는 이상 증상으로는 주로 잎에 황화 등의 변색과

Table 3. Number of the samples analyzed for the detection of BaYMV from three Provinces

Province	Year							Total
	'94	'95	'96	'99	'01	'02	'03	
Jeonbuk	60	320	145	237	38	24	50	874
Jeonnam	110	320	145	214	107	33	25	954
Gyungnam	-	-	-	214	51	19	15	299
Total	170	640	290	665	196	76	90	2,127

The major cereal cultivation regions were selected for the sample collection and the detection of BaYMV.

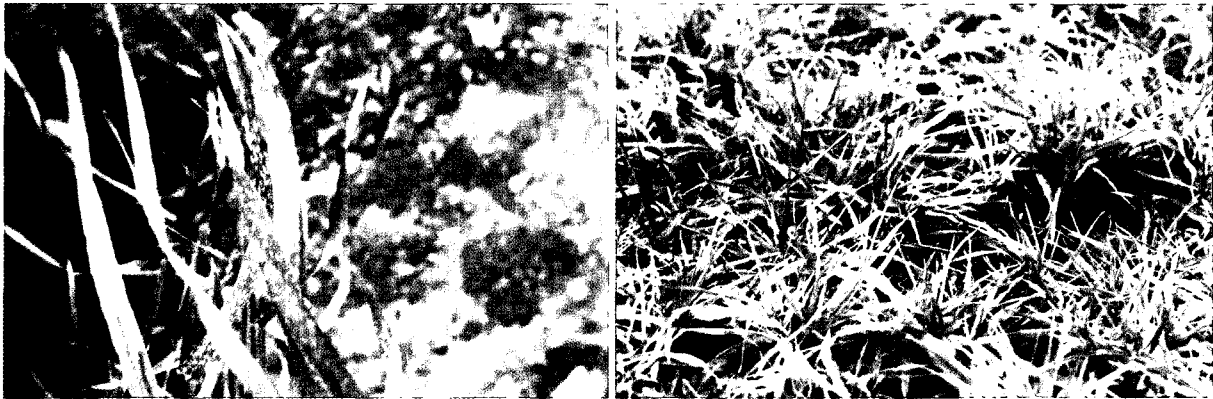


Fig. 1. Typical symptom expressions early spring in overwintering barley growing in fields. The most ubiquitous symptoms in barley fields are mosaic spots (left) and yellowish discoloration (right).

Table 4. The incidence and distribution of viral diseases in barley fields from 2001 to 2003

Province	Infection rate (%)					
	Viral disease	BaYMV	BaMMV	SBWMV	BYDV-MAV [†]	Mixed infection [‡]
Jeonbuk	88.5	81.3	42.9	1.8	1.1	32.9
Jeonnam	79.8	76.4	30.3	1.2	0.0	24.1
Gyungnam	74.3	68.2	9.4	5.9	0.0	16.7
Gyungbuk	85.7	85.7	0	0	0	0
Chungnam	68.3	65.5	3.4	6.9	0.0	11.2
Gangwon	79.1	76.6	6.3	1.6	0.0	26.7
Gyunggi	24.7	19.0	0.0	14.3	0.0	0
Mean	71.5	73.3	13.2	4.5	0.2	15.9

The infection rate is calculated by the ratio of the number of samples analyzed to the number of samples showed positive for a target virus.

[†]Barley yellow dwarf virus (BYDV)-MAV was examined once in 2003 to 95 samples out of total collections.

[‡]Infection rate by more than two viruses in the each diseased plant.

모자이크성 반점 등이 나타난 것으로 조사되었다(Fig. 1). 2001년부터 3개년간(경북 1년차 성적) 이들 증상엽을 채집한 후 ELISA를 이용하여 바이러스 감염여부를 검정한 결과 지역적으로 차이를 보였지만 전국 평균 70% 이상이 바이러스에 의해 감염이 되어 있는 것으로 나타났다(Table 4). 이는 월동 후 맥류 재배지에서 나타나는 황화나 변색 등의 이상 증상이 주로 바이러스의 감염에 의해

발생하게 되는 결과를 보였다. 또한 바이러스병중에서도 본 시험에서 검정된 BaYMV, BaMMV, SBWMV 등 3개 바이러스병이 황화증상의 주요 원인으로 확인되었다. 맥류 발생 재해의 원인은 기상, 토양, 병해, 충해, 생리장애, 비료 등에 의해 유발되게 되는데(하, 2000), 월동 직후의 황화 현상 역시 병해나 습해, 한해 등 다양한 요인에 의해 발생하는 것으로 알려져 있어 포장에서 이상 증

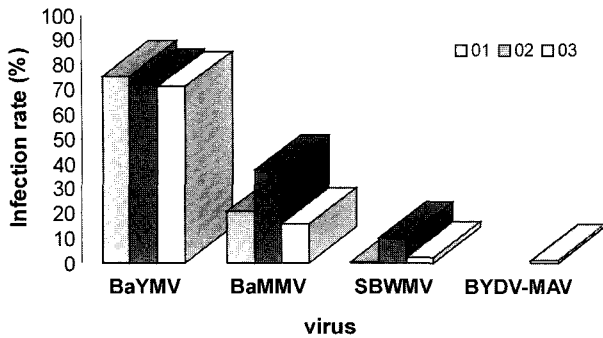


Fig. 2. The yearly incidence of viral diseases in barley fields. As indicated in table 4, the detection of BaYMV, BaMMV and SBWMV were carried out for three years, 2001-2003, but BYDV-MAV was done only in 2003.

상 발현시 그 판별에 많은 혼란이 있었다. 본 조사 결과에서 주 요인이 바이러스의 감염에 의해 이상 증상이 발생하는 것이 확인되었다. 본 조사에서 특이한 점은 경기 지역의 경우는 맥류의 황화 증상이 본 시험의 조사 대상 바이러스에 의해서는 상대적으로 낮은 감염율을 나타내었다. 이 결과는 경기 지역의 월동기 중 다른 지역에 비해 낮은 기온으로 인한 한해에 의해 발생한 증상이거나 본 시험에서 다루지 못한 다른 바이러스에 의해 나타난 결과로 생각된다. 수원은 조사지역이 밀과 보리가 혼재되어 재배되는 포장으로 보리 속(*Hordeum* spp.)만을 침해하는 것으로 알려진 BaYMV의 기주 특이성(Singh 등, 1995)에 의한 원인이 발생율이 적었던 이유 중의 하나로 생각되며 이 지역에 대해서는 더욱 정밀한 조사가 필요할 것으로 보인다.

바이러스별 발생 상황. 전국일원의 맥류 재배지에서 2001년부터 2003년까지 3개년간 BaYMV, BaMMV, SBWMV와 BYDV-MAV(2003년) 등 4종의 바이러스의 발생율을 조사한 결과 대상 바이러스 중 BaYMV가 가장 높은 감염율을 나타내었다(Fig. 2). BaYMV는 조사 3개년 동안 전국 평균 발생율이 각각 75.1%, 71.7% 및 71.1%로 큰 차이 없이 가장 높은 발생율을 보였다. 다음으로는 BaMMV가 20.5%, 37.4%와 15.7%를 보인 반면, SBWMV는 0.7%, 10.1% 및 2.5%의 낮은 발생율을 보였다. 또한 2003년도 1년 조사에서 BYDV-MAV는 1.1%의 발생율을 보였는데 이는 우(2000)가 보고한 3.4%와 비슷한 발생율을 보여 국내 맥류 재배지에서는 BYDV-MAV는 큰 문제가 되지 않는 것으로 조사되었다. 일반적으로 보리는 BYDV에 저항성인 *Yd2* 유전자를 보유하고 있어(Lister와 Ranier, 1995) 발생율이 낮은 것으로 알려져 있지만 저항성 기작이 재배 조건 등에 크게 의존한다는 보고(Abbott 등, 2002)도 있다. 따라서 다양한 BYDV strain들에 대한 더욱 정

밀한 조사도 필요할 것으로 생각된다.

이들 바이러스의 발생 상황을 지역별로 조사한 결과 BaYMV가 경기도 19.0%를 제외하고 65.5~85.7%로 전국적으로 우점하는 것으로 나타났다(Table 4). BaMMV는 전남북 지역에서만 전체 지역 발생율의 약 73%를 차지하여 전남북 지역이 주 발생지로 나타났고, 특히 전북지역에서 42.9%로 30.3%의 전남지역에 비해 높은 발생을 나타내었다. 이 결과는 남부지방 보리재배지에서 BaYMV와 BaMMV가 혼합 감염되어 많은 피해를 주고 있다는 소 등(1997)의 보고와도 같은 결과로 나타났다. 한편 바이러스 감염이 확인된 각각의 이병주내에서 바이러스별 혼합 감염율을 조사한 결과 전체 평균 약 16%가 두 종 이상의 바이러스(대부분 BaYMV와 BaMMV)에 의해 혼합 감염되어 있는 것으로 나타났다. 혼합 감염율은 전북 지역에서 가장 높은 32.9%를 보였으며, 맥류 주 재배지인 전남북과 경남등 남부지역에서 16.7~32.9%의 발생율을 보였다. 강원 지역(삼척, 동해)에서도 약 27%의 혼합 감염율을 보여 비교적 온난한 기후지에서 발생이 많은 결과를 나타냈는데, 이는 BaYMV는 월동 직후부터 확인이 되는 반면 BaMMV는 이후 고온에서 쉽게 발생하게 것으로 알려진(이 등, 2002) 것과 같은 결과를 보였다. 박 등(2003)은 기상조건에 따라 BaYMV의 발생정도가 영향을 받게 되는 것을 보고하였는데, 혼합 감염과 관련된 기상조건이나 지역에 관한 더욱 정밀한 분석이 필요할 것으로 보인다. 또한, 전남북 지역에서 BaYMV와 BaMMV가 주로 발생하는 원인에 대해서도 관련 연구가 더 필요할 것으로 생각된다. BaYMV와 BaMMV의 혼합감염에 의한 피해 기작은 보고되지 않고 있으나 서로 발생시기가 약간 다른 것으로 미루어 혼합 감염된 맥류에 있어서는 그 피해가 더욱 가중될 것으로 생각된다. SBWMV는 전체 평균 3.1%의 가장 낮은 발생율을 보였는데, 경기도 지역에서는 14.3%의 높은 발생율로 19.0%의 BaYMV와 비슷하였다. 이는 BaYMV와 달리 밀을 기주로 침입할 수 있는 SBWMV의 넓은 기주범위에 의한 것으로 생각되었다. 본 조사 결과는 우리나라 맥류 재배지에서는 바이러스병중 BaYMV가 가장 문제시 되고 있으며 박 등(2004)의 보고에서와 같이 생육이나 수량에 큰 피해를 주고 있는 것으로 확인되었다.

보리호위축병(BaYMV)의 연차간 발생 변화. 국내 맥류 재배지에서 우점 병해로 확인된 BaYMV의 연차간 발생 변이를 조사하였으며 시료수는 Table 3과 같다. 맥류 주재배지인 전남북과 경남 지역에서의 BaYMV 감염 및 발생율을 조사한 결과 이들 세 지역에서 연차간 발생율은 비슷한 경향으로 나타났다(Fig. 3). '94년도 이후 '95

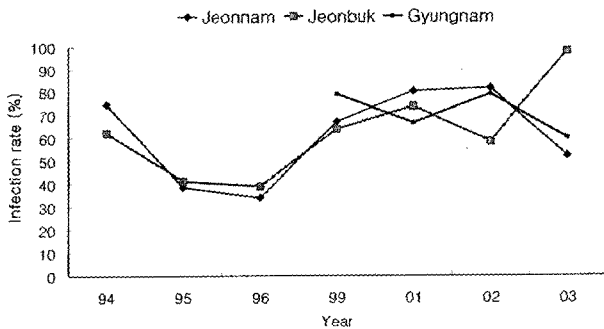


Fig. 3. The incidence and distribution of viral disease in the major cereal cultivation area in Korea.

년과 '96년에는 발생율이 감소하는 경향을 보이다가 '99년부터 계속 증가하는 경향을 보였다. 보리호위축병의 병징 발현에는 10°C 부근이 최적 조건이며 15°C 이상에서는 병징이 은폐되는 것으로 보고되어 있는데(齊藤康夫 등, 1953), 박 등(2003)은 월동기 이후 병징 발현기에 최고온도가 15°C 부근까지 증가함에 따라 병 발생률도 증가할 수 있는 것으로 보고하였다. 또한 바이러스 병 발생에 있어 어느 한계 온도까지의 온도 상승이 병 발생을 증가시킨다는 Jensen(1973)의 보고 등으로 볼 때 연차간 BaYMV의 발생을 변화도 기상요인에 의해 크게 영향을 받았던 것으로 생각되었다. 한편, 최근 자주 발생하는 월동기중의 이상 고온이 BaYMV와 다른 바이러스병의 발생과 피해를 더욱 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

월동 후 맥류 재배지에서 나타나는 이상 증상으로는 주로 잎에 황화등의 변색과 모자이크성 반점 등이 나타난 것으로 조사되었다. 2001년부터 3개년간 이들 증상엽을 조사한 결과 전국 평균 70% 이상이 바이러스에 의해 감염이 되어 나타나는 것으로 확인되었다. 이는 월동 후 맥류 재배지에서 나타나는 황화나 변색 등의 이상 증상이 바이러스의 감염에 주로 의해 발생하게 되는 결과를 보였다. 전국일원의 맥류 재배지에서 2001년부터 2003년까지 3개년간 BaYMV, BaMMV, SBWMV와 BYDV-MAV(2003년) 등 4종의 바이러스의 발생율을 조사한 결과 대상 바이러스 중 BaYMV가 가장 높은 감염율을 나타냈다. BaYMV는 조사 3개년 동안 전국 평균 발생율이 각각 75.1%, 71.7% 및 71.1%로 큰 차이 없이 가장 높은 발생율을 보였다. 다음으로는 BaMMV가 20.5%, 37.4%와 15.7%를 보인 반면, SBWMV는 0.7%, 10.1% 및 2.5%의 낮은 발생율을 보였다. BYDV-MAV는 1.1%의 발생율을

보였다. 지역별로 조사한 결과 BaYMV가 19.0%의 경도를 제외하고는 65.5~85.7%로 전국적으로 우점하는 것으로 나타났다. BaMMV는 전남북 지역에서만 전체 지역 발생율의 약 73%를 차지하여 전남북 지역이 주 발생지로 나타났다. BaYMV의 연차간 변화를 분석하였다. 그 결과 '96 이후 최근까지 감염율이 계속 증가하는 것으로 확인이 되었다. 본 시험 결과 국내 맥류 재배지에서 BaYMV가 월동 후 보리의 황화의 주원인이 되며, 또한 전국적으로 가장 우점하는 병해로 확인되었다. 그리고 BaYMV는 최근까지 연차간 발생율이 계속 증가하는 것으로 조사되었다.

참고문헌

- Abbott, D., Wang, M. B. and Waterhouse, P. 2002. A single copy of virus-derived, transgenic-encoding hairpin RNA confers BYDV immunity. Barley Yellow Dwarf Disease symposium proceeding:22-26pp. CIMMYT. Mexico. 139pp.
- Adams, M. J., Antoniw, J. F. and Mullins, J. G. 2001. Plant virus transmission by plsmodiophorid fungi is associated with distinctive transmembrane regions of virus-encoded proteins. *Arch. Virol.* 146: 1139-1153.
- Barr, D. J. S. and Slykhuis, J. T. 1976. Further observation on zoosporic fungi associated with wheat spindle streak mosaic. *Can. Plant Dis.* 556:77-81.
- Chen, J., Swaby, A. G., Adams, M. J. and Ruan, Y. 1991. Barley mild mosaic virus inside its fungal vector, *Polymyxa graminis*. *Ann. Appl. Biol.* 118: 615-621.
- Frahm, J. H. 1989. Reduced yield caused by BaYMV - in Lippe, Westphalia an analysis of causal factors. *Gesunde Pflanzen* 41: 45-46.
- Jensen, S. G. 1973. Systemic movement of barley yellow dwarf virus in small grains. *Phytopathology* 63: 854-856.
- 김양길. 1997. 과중시기에 따른 보리호위축병 발생이 맥주보리의 수량 및 품질에 미치는 영향. 원광대학교 석사학위논문. 34pp.
- Kojima, M., Matsubara, A., Yanase, S. and Toriyama, S. 1983. The occurrence of barley yellow dwarf disease in Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 49: 338-346.
- 이귀재. 1997. 한국에 발생하는 보리마일드모자이크 바이러스 (BaMMV)의 특성 및 유전자 구조. 전북대학교 박사학위논문. 117pp.
- 이귀재, 박종철, 이왕휴. 2002. 보리호위축바이러스의 genome 구조와 병원성; 보리호위축 병 저항성 육종의 분자생물학적 접근. 71-80. 호남농업시험장 152.
- 이순형. 1981. 한국의 주요 작물 바이러스병에 관한 연구. 농사보고. 23: 62-74.
- Lister, R. M. and Ranier, R. 1995. Distribution and economic importance of barley yellow dwarf virus. In: D'Arcy, C. J. and Burnett, P. A.(eds.). *Barley Yellow Dwarf: 40 years of Progress*. The American Phytopathological Society, Minnesota.

- 29-53pp.
- Lundsgaard, T. 1976. Routine seed health testing for barley stripe mosaic virus in barley seeds using the latex-test. *J. of Plant Disease and Protection*. 278-283pp.
- 村山大記, 蘆耀村. 1965. 北地ムギモサイク病に関する研究. *日植病報* 30: 86p.
- 나용준, 박양수. 1979. 혈청학적 방법에 의한 보리와 밀 종자의 보리줄무늬모자이크바이러스 감염상 조사. *한국식물보호학회지* 18: 29-33.
- 박종철, 서재환, 김형무, 이귀재, 박상래, 서득룡. 2003. 기상요인이 보리호위축병 (BaYMV) 발생에 미치는 영향. *한국작물학회지* 48: 156-159.
- 박종철, 이재동, 서재환, 김양길, 정선기, 김형무. 2004. 보리호위축병 (*Barley yellow mosaic virus*)에 의한 보리의 생육 피해 및 세포학적 변화. *식물병연구* 10(1): 34-38.
- 齊藤康夫, 高梨和雄, 岩田吉人, 岡本弘. 1953. 土壤傳染性ムギウイルス病に関する研究 1. 病原ウイルスの諸性質. *農林研報告C* 17: 19-25.
- Singh, R. P., Singh, U. S. and Kohmoto, K. 1995. Pathogenicity and host specificity in plant disease; *Histopathological, biochemical, genetic and molecular bases*; Vol. III: *Viruses and Viroids*. 1-18. Elsevier Science Ltd. The Boulevard, Langford Lane, Kidington, Oxford U. K. 417.
- 소인영, 정성수, 이귀재, 오양호. 1991. 보리호위축바이러스 (BaYMV)의 매개체 검정 및 방제법에 관한 연구(II). *농시논문집* 34: 75-83.
- 소인영, 이귀재, 전길형, 서재환. 1997. 남부지방에 발생하는 보리호위축바이러스 (BaYMV) 및 보리마일드모자이크바이러스 (BaMMV)의 분포와 저항성 품종 선발. *한국식물병리학회지* 13: 118-124.
- 우미옥. 2000. Barley yellow dwarf virus의 분자학적 동정 및 밀 계통별 저항성 유전자원 탐색. *서울대학교 석사학위논문* 30pp.
- 하용웅. 2000. 보리. “제 6장 병해충 및 기상재해. 275-292pp.” 하용웅 박사 정년기념집 발간 위원회. 505pp.