

보리縞萎縮病(BaYMV)罹病이 백동 쌀보리의 農業形質에 미치는 影響

李重浩*[†] · 金良吉**

*圓光大學校 生命資源科學大學, **湖南農業試驗場

Influence of Barley Yellow Mosaic Virus (BaYMV) on Agronomic Traits in Naked Barley cv. Baegdong

Joog Ho Lee*[†] and Yang Kil Kim**

*Col. of Life Sci. and Natu. Res., Wonkwang Univ., Iksan 570-749, Korea

**National Honam Agri. Exp. Sta., RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the influence of barley yellow mosaic virus(BaYMV) on agronomic characters in naked barley. A naked barley cultivar, Baegdong was evaluated for disease systems at naturally infected field, National Honam Agricultural Experiment Station. SPAD value of the infected plants by BaYMV was low as compared to healthy plants. Heading time was delayed by 10-11 days. Dry matter weight per plant, culm length, and number of spike per plant were reduced in the infected plants by 75%, 68%, and 49%, respectively. Length of internode was reduced in the first to the sixth internode from the upper part, especially, that in the third to the fifth internode was mostly reduced by 75-80%. Also, length of awn, number of kernels, 1000-kernel weight, and kernel weight per plant of the infected plant were reduced by 17~19%, 47%, 60%, and 78%, respectively. Lightness and redness for kernel color value of Baegdong were low and high, respectively.

Keywords: barley, barley yellow mosaic virus, agronomic character.

우리나라 남부의 맥류 재배지대에서 보리가 월동한 후에 잎에 황화현상이 발생하고 보리생육에 지장을 주는 보리縞萎縮病(Barley Yellow Mosaic Virus: BaYMV)은 맥주보리>쌀보리>걸보리 순으로 발병이 심하다. 특히 남부지역에서는 쌀보리와 맥주보리가 주종을 이루는 동시에 재배면적이 증가추세에 있으며, 병이 발생한 논과 밭에서는 보리호위축병 발생시부터 현재까지 맥류를 계속적으로 연작재배하고 있다. 이에 토양속에 존재하고 있는 매개균인 *Polymyxa graminis*의 밀도가 점진적으로 누적되어 왔고, 보리호위축병에 감염된 포장에

서 작업한 농기계의 연속적인 사용으로 인접 지역의 논과 밭으로 발병지가 증가하고 있는 실정이다. So et al.(1991)은 발병지가 확산되어 남부지역 보리재배지의 39.6%가 발병포장으로 큰 피해를 입고 있다고 하였다. 또한 맥류 파종시기 전·후에 잦은 강우로 인한 수분이동이 많고, 월동기의 기온상승 등으로 인하여 병해 대발생의 주된 요인이 되고 있고 이에 따른 수량감소의 면적이 증가하고 있는 실정이다.

보리호위축병은 토양전염성이므로 획기적인 방제체계가 없을 뿐만 아니라 약제방제가 어려워 지금까지 피해를 줄이고자 저항성 품종육성을 위한 저항성 유전인자의 탐색과 다양한 검 증방법 및 재배추면에서 연구가 계속되고 있으나 작물학적 피해양상에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 본 연구에서는 쌀보리 중에서 보리호위축병에 대한 감수성이 가장 큰 품종을 공시하여, 보리호위축병으로 기인한 생육저하에 따르는 농업형질의 특성변이를 구명함으로써 건진주와 이병주와의 농업형질 차이를 알아 보고자 실험을 실시하였다.

材料 및 方法

본 시험은 호남농업시험장내 보리호위축병이 상습적으로 발병되는 포장에서 실시하였다. 공시품종은 보리호위축병에 가장 감수성이 큰 쌀보리품종인 백동(白胴)으로 하였다. 조기 파종시에 감수성이 큰 품종은 거의 회복되지 못하는 경우가 많으므로, 약간 파종시기를 늦추어 '98년 10월 26일에 파종한 후 '99년 3월 10일에 감염여부를 육안으로 판단하여 이병정도가 9 정도로 발병율이 71% 이상 이병된 이병주(So et al., 1991)와 건진주를 구별(라벨)조사하였다. 파종량은 10a당 13 kg으로 하여 재식거리를 40×18×100 cm로 협폭파하였다. 비료는 3요소(N-P₂O₅-K₂O)로서 12-8-7 kg/10a로 하여 질소는 기비 : 추비의 비율을 40 : 60%로 분시하였고, 인산과 가리는 전량 기비로 시

[†]Corresponding author: (Phone) +82-653-850-6668 (E-mail) agrojhl@wonkwang.ac.kr

<Received April 29, 2000>

용하였다. 시험구 배치는 완전임의배치 3반복으로 실시하였다. 기타 재배법은 호남농업시험장 보리 표준재배법에 준하였다.

출수일수는 지엽으로부터 이삭이 1/3이상 출현이 된 시기로 부터 출수가 완료된 시기로 정하여 육안으로 판별하였다. 망장은 이삭의 선단에서 망끝까지의 길이로 하고 중앙열과 측열의 중앙부에서 각각 2~3개를 측정·평균하였다. 천립중은 싹립종자를 제거하지 않은 전 종자를 무작위로 선별하여 1,000립을 평량하였다. 기타 생육특성, 수량구성요소 등은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(1995)에 준하여 건전주와 이병주를 포기별로 조사하였다. 발아율은 건전주와 이병주에서 각각 채취한 종자를 수확후 8개월간 저온보관하여 수분함량이 10% 내외인 종자를 실온에서 7시간 침중하여 petridish(Φ12 cm)에 2매의 여과지를 깔고 100립씩 5반복으로하여 20±1°C로 조절된 항온기에 보관하였다가 72시간 후에 발근(아)립을 조사하였다. 엽색은 chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였고, chlorophyll florescence 측정은 보리 잎을 측정하기 전 보리의 신장시기인 4월 16일에 중간엽 중앙에 leafclips를 이용하여 약 30분간 고정 암상태(dark-adapt)를 유지한 후 fluorometer probe를 접속하여 FIM-1500 (Analytical development company limited, Hoddesdon, U.K.)으로 5초간 3000 μmol·m²·s⁻¹ 발산되어 나오는 fluorescence를 Kautsky & Hirsch(1934)법으로 측정하였다. 색도는 Spectrophotometer(CM-508i)를 이용하여 측정하였다.

結果 및 考察

葉綠素 含量 및 螢光反應

보리호위축병이 발병된 포장에서 처음에는 잎에 모자이크반점같은 병반이 생기다가 병이 진전되면 반점이 서로 융합되어 줄무늬 또는 잎 전체로 전개되어 고사되므로 먼 거리에서 육안으로 보면 습해에 의한 황화현상처럼 보이는 경우가 많다.

Table 1에서 보는 바와 같이, 보리호위축병에 감염이 되면 어느정도 엽록소가 감소되는지 측정한 결과, 건전주의 SPAD 값이 44.7인데 반하여 이병주는 31.0으로 13.7정도 낮았다.

Table 1. Differences of chlorophyll contents and fluorescence level between healthy and BaYMV-infected plants in cv. Baegdong.

	SPAD value [†]				
	Rv	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm
Healthy plants (H)	44.7a [‡]	614a	3340a	2926a	0.83a
Infected plants (I)	31.0b	680a	2961a	2280b	0.77b
Difference (H-I)	13.7	-66	646	646	0.06

[†]Rv; Reading value, Fo; Low level signal, Fm; Maximal fluorescence signal, Fv; Variable component of fluorescence.

[‡]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

Chlorophyll florescence를 측정한 결과, Fv/Fm에 있어서 건전주가 0.83인데 이병주가 0.77로 정상적인 생육을 하는 보리에 비하여 낮게 나타났다. 이러한 측정치는 건전주에서 chlorophyll florescence 측정시 엽록소 형광반응에 의한 정상적인 물질대사 능력을 가진 식물은 Fv/Fm 값이 0.80이상의 값을 나타낸다는 Hyun *et al.*(1998)의 보고와 비슷한 경향이었다. 이러한 것은 보리호위축병에 감염시 식물의 활력이 떨어져서 광량자 이용효율이 낮기 때문이라 생각된다.

生育特性

1. 出穗反應

건전주와 이병주의 출수시에서 출수종료까지의 일수는 Table 2에서와 같이 건전주는 4월 하순경에 출수가 시작하여 5월상순 이내에 끝나는 반면 이병주는 출수가 10~11일 정도 늦게 시작하여 5월중순에 끝나고, 출수일수는 1.6일정도 더 지연되는 경향을 보였다. 이는 건전주와 같이 정상적인 생육을 하지 못하고 보리호위축병에 심하게 감염된 포기는 고사되거나, 생육불량으로 정상적인 출수를 하지 못한 것으로 생각된다.

2. 乾物重, 稈長, 穗數

건전주와 이병주의 생육을 경시적으로 관찰하면 월동 전·후 생육초기에는 생육의 차이를 거의 볼 수 없으나 절간신장기~출수기, 성숙기에 이룰수록 뚜렷한 생육차이를 보였다. Table 3에서와 같이 건전주에 대한 이병주의 주당 건물중은 75%, 간장은 68% 감소하였고, 주당 분얼수 차이는 미미하였으나, 수수는 이병주에서 49% 감소율을 보였으며, 유효경 비율은 38% 낮은 경향을 보였다. 이는 보리호위축병에 의한 간장이 57%, 수수 53%가 감소한다는 보고(Proeseler, 1988)와 이병정도가 3정도에서 25%정도로 줄어들고 7이상으로 이병되면 50%이하로 심하게 위축되어 심한 경우에는 고사하거나 좌지되었다는 보고(Suh, 1995)와 비슷한 경향이었다.

3. 節間長

일반적으로 보리는 주간에 12~18개의 마디가 있으며, 지상부의 4~6마디는 신장절이다. 마디와 마디사이의 절간 크기를 건전주와 이병주를 비교한 결과, Fig. 1과 같이 상부에서부터 간장의 감소율이 가장 크게 나타난 절간은 제 3~5절간으로 감소율이 75~80%였으나, 절간장 감소차는 제 1절에서 16.7 cm로 가장 큰 차이를 보였으며, 상부에서 하부로 내려갈수록 감

Table 2. Differences of heading time between healthy and BaYMV-infected plants in cv. Baegdong.

	Heading time	
	Range	No. of days
Healthy plants (H)	Apr. 30 ~ May 9	8.1 ± 1.73 [†]
Infected plants (I)	May 10~ May 21	9.7 ± 4.21
Difference (H-I)	10~11 days	-1.6

[†]Mean ± standard deviation.

Table 3. Differences of dry matter weight, culm length, and productive tiller rate between healthy and BaYMV-infected plants in cv. Baegdong.

	Dry matter weight/plant (g)	Culm length (cm)	No. of spikes/plant(A)	No. of tillers/plant(B)	A/B (%)
Healthy plants (H)	7.15a [†]	72.5a	6.1a	9.8a	63
Infected plants (I)	1.79b	23.3b	3.1b	8.0a	38
I/H (%)	25	32.1	50.8	81.6	60.3

[†]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

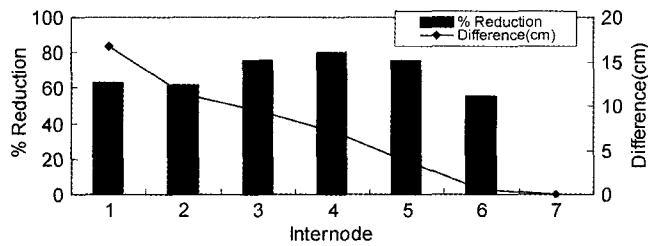


Fig. 1. Reduction rates and differences of internode lengths between healthy and BaYMV-infected plants.

소정도가 적었다.

4. 穗型

수장을 이삭목에서 선단까지의 길이로 하고 수장, 수축, 망장 등을 측정 한 결과, Table 4에서와 같이 수장과 수축은 건전주와 이병주 사이에 유의적인 차이가 인정되지 않았다. 보리호위축병에 의한 수장이 17% 감소한다는 Proeseler (1988)의 보고와는 달리 이병이되어도 출수된 이삭의 길이는 감소하지 않았으나 망장은 위치별 감소정도가 17~19%이었다. 보리호위축병에 의한 감염주의 망장의 감소는 광합성량의 감소 (Johnson *et al.*, 1975)와 1000립중의 감소(Michael & Seiler-Kelbitsch, 1972)를 가져와서 수량이 감소될 것으로 생각된다.

收量構成要素

1. 穎花數, 粒數 및 千粒重

1수당 영화수, 입수 및 천립중 등을 비교한 결과, Table 5에

Table 4. Differences of spike length, rachis length, and awn length between healthy and BaYMV-infected plants.

	Spike length (cm)	Rachis length (mm)	Awn length (cm) ‡		
			UAL	MAL	LAL
Healthy plants (H)	5.0a [†]	3.11a	3.6a	5.4a	4.2a
Infected plants (I)	5.7a	3.14a	3.0b	4.5b	3.4b
I/H (%)	114	101	83.3	83.3	81

[†]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

‡UAL; upper awn length, MAL; median awn length, LAL; lateral awn length.

Table 5. Differences of no. of glumous flower, no. of kernels per spike and 1,000-kernel weight between healthy and BaYMV-infected plants.

	No. of glumous flowers/spike	No. of kernels/spike	Fertilization rate/spike (%)	1,000-kernel weight (g)
Healthy plants (H)	70a [†]	62a	84a	28.2a
Infected plants (I)	73a	33b	42b	16.9b
I/H (%)	104.3	53.2	50	59.9

[†]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

서와 같이 1수당 영화수는 비슷하였으나 보리호위축병에 감염시 1수 입수는 47% 감소하였으며, 입실율은 50%의 감소를 보였고, 천립중은 40% 감소하여, 보리호위축병의 이병정도에 따라서 맥주보리의 1수 입수가 13~22% 감소한다는 Suh (1995)의 보고보다 쌀보리 품종중 가장 이병정도가 큰 백동에 서는 크게 나타났다. 천립중의 경우, 보리호위축병에 이병되더라도 천립중이 감소하지 않는다는 Suh(1995)의 보고와는 달리 저항성 품종이나 사천 6호, 진광보리 등과 같이 중정도의 이병성 품종은 천립중에 영향을 받지 않지만, 감수성이 큰 백동과 같은 품종은 천립중이 감소한다는 Kim *et al.*(1998)의 보고와 같은 경향이였다.

2. 株當粒重

보리호위축병에 이병된 주에서는 완전하게 지엽위로 출수하지 못하고, 성숙에 도달되는 경우가 많아서 1/3이상 출수된 식물체를 건전주에 대한 이병주의 주당 입중을 비교한 결과, Fig. 2와 같이 78%의 감소율을 나타냈다. 이는 보리호위축병에 이병되지 않은 곳에서 ha당 5.8톤의 수량을 얻었는데 반하여 보리호위축병에 감염된 포장에서는 2.9톤으로 50% 밖에 수량을 얻지 못하였다는 Proeseler (1988)의 보고와 보리호위축병에 의하여 수량이 40~100%가 감소된다는 Frahm(1989)과 Huth(1984)의 보고와 비슷한 경향이였다.

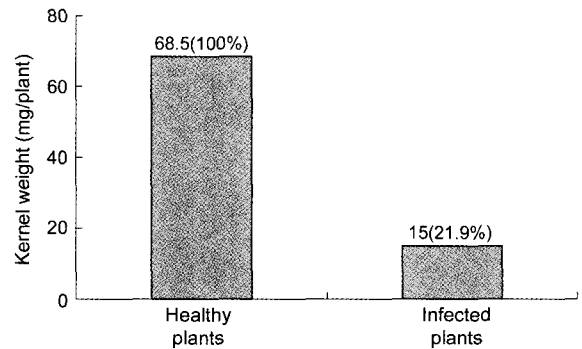


Fig. 2. Difference of kernel weight per plant between healthy and BaYMV-infected plants.

Table 6. Differences of % germination between seeds harvested from BaYMV- infected plants.

	Hours after seeding	
	36	72
Healthy plants (H)	96.8a [†]	97.0a
Infected plants (I)	94.0a	94.8a
Difference (H-I)	2.8	2.2

[†]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

Table 7. Differences of seed coat color values between seeds harvested from healthy and BaYMV-infected plants.

	Seed coat color values		
	Lightness	Redness	Yellowness
Healthy seeds (H)	49.9a [†]	7.3b	28.7a
Infected seeds (I)	44.7b	8.7a	27.3a
Difference (H-I)	5.2	-1.4	1.4

[†]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

品質

1. 發芽率

건전주와 이병주에서 채취한 종자를 발아검정한 결과 Table 6에서 나타낸 바와 같이 건전주에서 채취한 종자가 이병주에서 채취한 종자보다 약간 높은 발아율을 보였으나 유의성은 없었다. 이러한 결과로 보리호위축병에 이병이 되더라도 발아에 큰 지장을 주지 않는다는 결과를 얻었으나 입실율과 종실의 충실도가 떨어지므로 보리 생장에 영향을 미칠 것으로 추측되는 바, 이에 대해서는 보다 정밀한 검토가 필요하다고 본다.

2. 粒 色 度

보리의 종실을 육안으로 검사하여 품질 정도를 측정할 때 종피색의 명도, 적색도 및 황색도가 중요한 척도가 되는데, 보리는 수확시기에 잦은 강우와 이상 고온현상에 의해 입색에 큰 영향을 미치므로 적기에 수확·건조한다. 그러나, 이러한 재해에 의한 입색의 변화가 아닌 바이러스에 감염된 주에서 수확된 종실에 대해서 측정한 결과, Table 7에서 보는 바와 같이, 건전주와 이병주에서 종실의 색도 차이는 명도에서는 건전주, 적색도에서는 이병주가 높았으나 황색도에서는 차이가 인정되지 않았다. 이와 같은 결과는 보리호위축병에 이병이 되면 종자크기가 정상적으로 자라지 못해 표면에 주름이 생기고 정상적인 색택을 갖지 못해서 얻어진 결과로 생각된다.

이상의 연구결과는 쌀보리 중에서 보리호위축병에 대한 감수성이 가장 큰 품종을 공시하여 얻은 것으로서 건전주와 이병주와의 농업형질 차이가 큰데, 앞으로 보다 좋은 저항성 품종을 육성하여 알맞은 재배기술로 재배하면 그 차이는 줄어들어 생육과 수량이 건전주의 것에 근접하거나 같을 것으로 생각된다.

摘 要

보리호위축병(BaYMV) 상습 발생지에서 쌀보리인 백동을 공시하여 건전주와 이병주의 농업형질 등을 비교 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 보리호위축병에 이병된 주는 건전주에 비하여 SPAD 값이 13.7정도 낮은 값을 보였으며, 출수는 10~11일정도 지연이 되었고, 건물중이 75%, 간장은 68%, 수수가 49% 감소하였다.

2. 이병주의 절간장 감소는 이삭을 제외한 상부로부터 제1~6 절간에서 나타났으며, 그 중 제3~5절간장에서 감소율이 75~80%로서 가장 컸다.

3. 보리호위축병에 의하여 망장이 17~19%, 입수가 47%, 천립중이 60%, 주당 입중이 78% 감소하였으며, 종실에서는 폭과 두께에서 감소되었고, 종피색의 색도에서는 명도는 낮았으나 적색도는 높게 나타났다.

사 사

이 연구는 1999년도 원광대학교의 교비 지원에 의해 연구되었음.

引用文獻

- Hyun, D. Y., K. Y. Kim, I. L. Choi, S. D. Kim, and M. S. Park. 1998. Change of stomatal behavior and chlorophyll fluorescence to environmental conditions in ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *J. of Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(2):145-148.
- Johnson, R. R., C. M. Willmer and D. N. Moss. 1975. Role of awns in photosynthesis, respiration and transpiration of barley spikes. *Crop Sci.* 15(2):217-221
- Kautsky, H. und A. Hirsch. 1934. Chlorophyll fluoreszenz und Kohlenassimilation. Das Fluoreszenzverhalten grüner Pflanzen. *Biochem. Zeitschrift.* 274:423-434.
- Kim, Y. K., J. H. Lee, J. S. Cho, J. H. Seo, and S. L. Park. 1998. Influence of BaYMV at different seeding date on growth characteristics and yield in barley. *RDA. J. Crop Protec.* 40(2):37-45.
- Kjack, J. L., and R. E. Witters. 1974. Physiological activity of awns in isolines of Atlas barley. *Crop Sci.* 14(2):243-248
- Michael, G., and H. Seiler-Kelbitsch. 1972. Cytokinin content and kernel size of barley grain as affected by environmental and genetic factors. *Crop Sci.* 12(2):162-165
- Proeseler, G. 1988. Yield losses in winter barley due to barley yellow mosaic virus. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR.* 42(11):213-215.
- RDA. 1995. Standard Investigation Methods for Agricultural Experiment. pp. 511-526.
- So, I. Y., S. S. Cheong, K. J. Lee, and Y. H. Oho. 1991. Vector of barley yellow mosaic virus (BaYMV) and consideration on its control. *Res. Rept. RDA (Agri. Institutional Cooperation).* 34:75-83.
- Suh, S. J. 1995. Studies on the classification of barley yellow mosaic virus strains and the breeding proposal for resistant barley varieties. Ph. D. Thesis Univ. of Seoul.