

Research Article

중부지역에서 검은줄오갈병 발생이 사료용 옥수수 품종의 조사료 생산성에 미치는 영향

최기준 · 임영철 · 윤세형 · 지희정 · 이상훈 · 정민웅 · 김원호 · 박형수 · 김기용*

농촌진흥청 국립축산과학원, 전주 55365

Effect of Rice Black-Streaked Dwarf Virus(RBSDV) Infection Rate on Forage Productivity of Corn Variety in Middle District of Korea

Gi Jun Choi, Young Chul Lim, Sei Hyung Yoon, Hee Chung Ji, Sang-Hoon Lee,

Min Woong Jung, Won Kim, Hyung Soo Park and Ki-Yong Kim*

National Institute of Animal Science, RDA, Jeonju 55365, Korea

ABSTRACT

This experiment was carried out to study the effect of rice black-streaked dwarf virus(RBSDV) infection rate on forage productivity of corn varieties in Cheonan of chungcheongnamdo from 2006 to 2008. Forage corn varieties of 10 were cultivated with first cropping(seeding in the last ten days of April) and second cropping(seeding in the last ten days of May) system in field and tested the infection rates of RBSDV and productivity of forage. The Infection rate of RBSDV was significant difference between corn varieties in middle district of Korea. Resistant corn varieties for RBSDV were 'Kwanganok', 'P3156', 'Kwangpeyongok' and 'P3394' but susceptible varieties were 'Suwon19', 'DK697', 'GW6959' and NC+7117. Dry matter(DM) yield of forage corn according with infection rates of RBSDV in field was significant difference between varieties($p < 0.05$). DM yield of susceptible varieties, 'Suwon 19', 'DK697' and 'GW6959' was lower about 20% than that of resistant varieties, 'Kwangpeyongok' and 'P3156'. For increasing the productivity of forage corn, recommend of resistant varieties for RBSDV and control of seeding time are very important in middle district of Korea.

(Key Words : Forage, Corn variety, RBSDV, Productivity)

I. 서론

사료용 옥수수는 사료가치가 매우 높고 단위면적당 최고의 가소화양분을 생산하는 여름철 사료작물로 잘 알려져 있다(Kim, 1983). 최근 한우나 젖소를 키우는 양축농가에서는 가축의 생산성 향상을 위해 양질조사료의 중요성을 인식함에 따라 사료가치와 가축의 기호성이 우수한 양질조사료 생산에 대한 관심이 높아지고 있다. 우리나라의 사료용 옥수수의 재배면적은 약 1만 2천ha 내외에 그치고 있으나, 최근 다양한 농기계의 발전으로 원형콘포사일리지용 옥수수 수확기가 개발 보급되고 있어 사료용 옥수수 재배면적은 지속적으로 확대될 전망이다. 우리나라에서 사료용 옥수수 재배포장에서 발생하는 검은줄오갈병은 1973년 경북 선산지역의 벼 재배지에서 처음 발병이 보고되었고(Lee et al., 1977), 최근에는

2005년 전라북도 고창군 대산면 사료용 옥수수 재배포장에서 검은줄오갈병이 발생하여 많은 피해가 발생한 적이 있었다. 옥수수 검은줄오갈병은 벼 검은줄무늬오갈병(Rice black-streaked dwarf virus, RBSDV)을 일으키는 바이러스와 동일하며(Shikata and Kitagawa, 1977; Wang et al., 2003), 이 바이러스 병독을 벼에서 옥수수로 옮기는 매개체는 벼 애멸구(*Laodelphax striatellus* Fallen)로 알려져 있다(Baek et al., 1986). 따라서 벼 애멸구의 발생과 비산에 대한 기술정보는 옥수수 검은줄오갈병 방제에 중요한 요인이라 할 수 있다. 우리나라 벼 애멸구의 발생밀도를 1986년부터 1987년까지 전국을 대상으로 조사한 결과는 제1세대 발생 최성기가 4월 하순부터 5월 상순까지이고 제2세대 발생 최성기는 6월 중순으로 나타났으며(Lee et al., 1988), 옥수수 검은줄오갈병 발생이 많았던 전북 고창지역에서 애멸구의 비산밀도를 2005년부터

* Corresponding author : Ph. D. Ki-Yong Kim, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea. Tel: +82-41-580-6751, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: kimky77@korea.kr

2006년까지 조사한 결과도 4월 26일부터 5월 1일 사이에 가장 밀도가 높았다가 급격히 감소하여 5월 하순까지는 매우 낮은 밀도를 유지하는 것으로 나타났다(NIAS, 2008). 따라서 옥수수 검은줄오갈병 발생피해를 줄이고 보다 안전하게 사료용 옥수수를 재배하여 양질조사료 생산성을 향상시키기 위해서는 옥수수 파종시기를 조절하거나(Lee and Lee, 1987a; Choi et al. 1991) 발병이 적은 저항성 옥수수 품종을 선택하여 재배하는 방안이 필요하다. 최근 기후변화로 인한 이상기후 후 발생빈도가 높아지고 있어서, 과거에는 남부지역을 중심으로 주로 발생이 많았던 옥수수 검은줄오갈병의 발생피해가 이제는 우리나라 중부지역은 물론 전국으로 확대될 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 중부지역을 중심으로 옥수수의 파종시기와 품종 간 검은줄오갈병의 발생 정도를 비교하고 그에 따른 건물수량과 가소화양분총량 등 생산성의 차이를 비교 분석함으로써 옥수수의 품종 선택과 파종시기의 조절을 통한 양질조사료 안정생산과 생산성 향상에 필요한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 중부지역 중에서 옥수수 검은줄오갈병의 발생이 다소 심한 지역인 충남 천안(Choi et al., 2008) 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과 시험포장에서 2006년부터 2008년까지 수행되었다. 사료용 옥수수 품종은 우리나라에서 재배되고 있는 장려품종 중에서 국내 육성 4품종(광안옥, 광평옥, 청안옥 및 수원 19호)과 국외에서 육성한 6품종('P3156', 'P3394', 'P32P75', 'DK697', 'NC7117' 및 'GW6959')을 선정하였다. 사료용 옥수수의 파종시기는 Table 1과 같이 1모작은 2006년 4월 25일, 2007년 4월 19일, 2008년 4월 24일 각각 파종하였고, 2모작은 동계작물의 수확시기를 고려하여 2006년 5월 30일, 2007년 5월 23일, 2008년 5월 21일 각각 파종하였다. 시험구의 면적은 12m²(3×4m)로 하였으며, 시험구 배치는 10개의 품종을 난괴법 3반복으로 하였다. 파종간격은 이랑폭이 75cm × 포기간격 15cm로 2립씩 파종한 후, 3~4엽기에 포기당 1주 만을 남기고 제거하였다. 비료 사용량은 사료용 옥수

수 재배 표준시비량인 ha당 N-P₂O₅-K₂O를 200-150-150kg 시용하였다. 비료 사용방법은 인산질 비료와 칼리질 비료는 파종할 때 전량 기비로 시용하였고, 질소질 비료는 기비와 추비로 각각 50%씩 나누어 시용하였다. 옥수수의 수확은 1모작은 8월 중순, 2모작은 8월 하순~9월 상순에 품종별 황숙기에 맞추어 수확하였다. 품종별 검은줄오갈병 발생률은 수확시기에 시험구 전체 옥수수 개체 중에서 건전한 옥수수와 발병된 옥수수의 개체를 조사해서 계산하였다. 옥수수의 생체수량은 가운데 2줄 전체를 10cm 높이로 예취하여 생초무게를 조사하여 환산하였다. 사료용 옥수수의 암 이삭 비율은 수확한 2줄 전체의 암이삭을 경엽과 분리하여 조사하였다. 사료용 옥수수의 건물율은 시험구 내에서 평균되는 생육을 보인 2개체의 생체무게를 경엽과 알곡으로 분리하여 조사한 다음, 열풍순환 건조기(dry oven) 60℃에서 5일 이상 건조시킨 후 건조무게를 조사하여 계산하였다. 옥수수의 사료가치분석에서 acid detergent fiber (ADF)는 Goering와 Van Soest (1970)의 방법으로 하였고, 가소화영양소총량(total digestible nutrient, TDN)은 88.9-(0.79×ADF%)로 계산하였다(Holland et al., 1990). 시험결과의 통계분석은 SAS Packge (2002)를 이용한 분산분석 및 Duncan의 다중검정방법으로 처리간의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 검은줄오갈병 발생률

중부지역에서 재배한 사료용 옥수수의 품종별 검은줄오갈병 발생률은 Table 2와 같이 동일한 시기에 파종했음에도 품종 간에는 유의적인 차이가 인정되었다(p<0.05). 공시한 10개의 품종 중에서 수원19호, NC+7117, GW6959 및 DK697 품종은 12.3~13.6%의 높은 발병률을 보였고, 광안옥, P3156, 광평옥, P3394 품종은 4.5~5.6%로 낮은 발병률을 보였으며, 청안옥과 P32P75 품종은 8.0~9.5%로 중간정도의 발병률을 나타내었다. 이러한 경향은 1모작과 2모작에서 비슷한 경향을 보이고 있어, 옥수수 검은줄오갈병에 대한 품종 간에 저항성 차이가 있음을 알 수 있다. 파종시기에 따른 발병률은 4월 중하순

Table 1. Seeding date of forage corn in middle district of Korea from 2006 to 2008 for field trial.

Year	First cropping	Second cropping
2006	25 April	30 May
2007	19 April	23 May
2008	24 April	21 May

Table 2. Comparison of rice black-streaked dwarf virus disease outbreak(%) between forage corn varieties in middle district of Korea from 2006 to 2008.

Variety	First cropping				Second cropping				Total mean
	2006	2007	2008	Mean	2006	2007	2008	Mean	
KPO*	3.9	16.8	2.7	7.8	5.5	1.9	1.6	3.0	5.4
NC+7117	11.9	43.9	3.7	19.8	7.7	8.2	5.3	7.1	13.5
Suwon19	10.1	40.9	7.8	19.6	17.8	4.9	6.0	9.6	14.6
GW6959	10.9	29.6	3.7	14.7	14.9	9.4	10.3	11.5	13.1
CAO*	4.8	22.1	2.7	9.9	8.1	4.1	5.8	6.0	8.0
P32P75	7.5	35.2	1.5	14.7	9.5	0.6	2.5	4.2	9.5
P3394	2.5	16.7	4.0	7.7	7.3	1.9	1.0	3.4	5.6
DK697	8.4	40.1	3.9	17.5	11.4	4.4	5.2	7.0	12.3
KAO*	5.3	4.4	3.5	4.4	10.5	0.4	2.7	4.5	4.5
P3156	5.1	13.6	0.0	6.2	7.4	2.0	1.0	3.5	4.9
Mean	7.0	22.3	3.4	10.9	10.0	3.8	4.1	6.0	8.5
CV(%)	28.2	32.6	94.8	25.1	61.7	105.4	74.4	51.7	24.7
LSD(0.05)	3.4	14.7	5.5	5.3	10.6	6.8	5.3	5.3	3.9

* KPO(Kwangpeyongok), CAO(Cheonganok), KAO(Kwanganok)

으로 빨랐던 1모작에서 5월 중하순인 2모작보다 발병이 많았다. 특히 파종시기가 4월 19일로 가장 빨랐던 2007년 10개 품종의 평균 발병률은 22.3%로 가장 높았으며, 이때 수원19호, NC+7117 및 DK697 품종은 40% 이상의 발병률을 나타내었고, 저항성 품종인 광평옥, P3156 및 P3394 품종이라도 10% 이상의 발병률을 보임으로서, 옥수수 품종 간에는 검은줄오갈병에 대한 저항성의 차이는 분명히 있지만(Choi et al, 2013; Lee and Choi, 1990) 검은줄오갈병에 전혀 걸리지 않는 품종은 없다는 Lee and Lee(1987b)의 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. 이와 같이 동일한 파종조건에서 옥수수 품종 간 발병률의 차이가 있는 것이 분명하기 때문에 옥수수 검은줄오갈병의 발생이 심한 지역 또는 4월 중순에 일찍 파종할 경우에는 저항성 품종을 반드시 선택하여 재배하는 것이 권장된다.

2. 건물수량

사료용 옥수수 품종별 건물수량 차이는 품종 고유의 생산능력의 차이와 검은줄오갈병 발생에 따른 수량감소에 의한 차이가 복합적으로 나타날 수 있다. 우리나라 중부지역 중에서 옥수수 검은줄오갈병 발생이 다소 심한 천안지역(Choi et al., 2008)에서 재배한 옥수수의 품종별 건물수량은 Table 3과 같이 품종 간 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 검은줄오갈병 발생이 많았던 수원 19호와 GW6959 품종에서는 1모작과 2모작의 평균수량이 각각 13,501kg/ha와 13,630kg/ha로서 저항성 품종인 광평옥과 P3156 품종보다 20% 정도 적었다. 사료

용 옥수수의 재배시기별 평균 건물수량은 생육기간이 충분한 1모작 재배에서는 17,907kg/ha이었고, 파종시기가 약 한달 늦은 2모작 재배에서는 15,179kg/ha이었다. 특히 파종시기가 늦은 2모작 재배에서는 수원19호와 GW6959 품종의 건물수량이 각각 10,212kg/ha와 10,691kg/ha에 비하여 저항성 품종인 광평옥과 P3156 품종은 각각 14,472kg/ha와 14,675kg/ha로서 보다 많은 차이가 있었다($p<0.05$). 우리나라 중부지역에서 사료용 옥수수의 다수확 생산을 위한 파종 한계기를 5월 10일 경으로 볼 때, 그 이후부터는 파종이 늦어질수록 건물수량이 감소한다는 Lee et al. (1981)의 보고와 일치하였다. 옥수수 검은줄오갈병 발병률과 건물수량 간에는 고도의 부의상관이 있다는 Choi et al.(2008)의 보고와 같이 검은줄오갈병의 발생이 사료용 옥수수의 건물수량에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 이와 같이 사료용 옥수수의 품종별 검은줄오갈병 발생과 건물수량과의 관계를 고려할 때, 우리나라 중부지역에서 검은줄오갈병 피해를 줄이려면 국내 품종인 ‘광평옥’과 외국종인 P3156품종을 선택해서 재배하는 것이 권장된다.

3. 암이삭 비율

우리나라 중부지역 중에서 옥수수 검은줄오갈병 발생이 다소 심한 천안지역(Choi et al., 2008)에서 재배한 옥수수의 품종별 암이삭 비율은 Table 4와 같이 품종 간에 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 옥수수의 품종별 암이삭 비율은 검은줄오

Table 3. Comparison of dry matter yields(kg/ha) between forage corn varieties by rice black-streaked dwarf virus disease in middle district of Korea from 2006 to 2008.

Variety	First cropping				Second cropping				Total mean
	2006	2007	2008	Mean	2006	2007	2008	Mean	
KPO*	19138	12851	22987	18325	12904	11471	19042	14472	16399
NC+7117	17676	13383	23036	18032	14083	12971	13577	13543	15788
Suwon19	18472	9697	22198	16789	6871	10947	12818	10212	13501
GW6959	17772	9689	22246	16569	6061	8641	17372	10691	13630
CAO*	19040	12559	21956	17852	11639	11929	12526	12031	14942
P32P75	22004	12249	24868	19707	11259	14468	16461	14063	16885
P3394	19229	12593	21887	17903	10471	9280	14706	11486	14695
DK697	21976	11515	21924	18472	10938	10489	12122	11183	14828
KAO*	17113	11558	23188	17286	9650	12379	14370	12133	14710
P3156	18780	12310	23369	18153	9968	13490	20567	14675	16414
Mean	19120	11840	22766	17907	10384	11607	15356	12449	15179
CV(%)	11.6	30.9	10.9	10.1	25.2	24.2	15.6	11.4	8.5
LSD(0.05)	3794	NS	NS	3111	4492	4813	4103	2438	2222

* KPO(Kwangpeyongok), CAO(Cheonganok), KAO(Kwanganok)

갈병의 발생이 많았던 NC+7117과 GW6959 품종이 약 29%로 가장 낮았고, 검은줄오갈병의 발생이 적었던 광평옥, P3394 및 P3156 품종에서는 각각 34.0, 38.7 및 36.4%으로 높은 경향이였다. 그런데 검은줄오갈병에 대해 저항성이 강한 광안옥의 암이삭 비율(29.6%)이 저항성이 낮은 수원19호의 암이삭 비율(36.0%)보다 낮게 나타났다. 이러한 결과는 곡실용 품종으로 육성된 수원19호의 품종 고유의 특성 때문에 나타난 결과

로 판단된다. 한편 재배시기에 따른 사료용 옥수수의 암이삭 비율은 생육기간이 충분한 1모작 재배에서는 약 40%로 높았으나, 파종시기가 늦은 2모작 재배에서는 약 27.9%로 낮았는데, 이는 건물수량의 감소와 같은 경향을 나타내었다. 따라서 사료용 옥수수의 품종별 암이삭 비율의 차이는 품종고유의 특성 차이와 함께 검은줄오갈병 발생에 의한 생육불량 등 복합적 원인으로 인해 나타난 결과라고 판단된다.

Table 4. Comparison of ear rate(%) between forage corn varieties by rice black-streaked dwarf virus disease in middle district of Korea from 2006 to 2008.

Variety	First cropping				Second cropping				Total mean
	2006	2007	2008	Mean	2006	2007	2008	Mean	
KPO*	36.3	43.9	39.8	40.0	21.3	24.3	38.1	27.9	34.0
NC+7117	33.2	31.6	40.3	35.0	23.8	16.1	28.6	22.8	28.9
Suwon19	35.5	44.4	45.1	41.7	34.0	25.0	31.5	30.2	36.0
GW6959	33.4	30.9	41.3	35.2	27.0	8.9	32.2	22.7	29.0
CAO*	47.8	36.2	43.3	42.4	31.9	25.0	37.8	31.6	37.0
P32P75	43.2	36.0	45.2	41.5	26.6	25.0	40.2	30.6	36.1
P3394	42.3	48.0	49.7	46.7	31.1	26.0	34.6	30.6	38.7
DK697	39.9	41.8	38.7	40.1	27.4	22.1	33.9	27.8	34.0
KAO*	23.1	37.5	41.1	33.9	24.0	18.0	33.7	25.2	29.6
P3156	44.0	41.9	43.6	43.2	27.5	24.9	36.3	29.6	36.4
Mean	37.9	39.2	42.8	40.0	27.5	21.5	34.7	27.9	34.0
CV(%)	14.5	14.9	6.1	6.5	20.3	40.9	23.9	16.8	9.5
LSD(0.05)	9.4	10.0	4.5	4.5	9.5	15.1	NS	7.8	5.5

* KPO(Kwangpeyongok), CAO(Cheonganok), KAO(Kwanganok)

4. 가소화영양소총량

천안지역에서 재배한 옥수수의 품종별 가소화양분총량(TDN)은 Table 5와 같이 품종 간에 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 가소화영양소총량은 건물수량과 암이삭 비율이 높은 광평옥, P3156 및 P32P75 품종에서 각각 11,287, 및 11,442, 11,807kg/ha로 높았고, 검은줄오갈병 발생률이 높았던 수원19호와 GW6959 품종에서는 각각 9,396, 9263kg/ha로 낮게 나타났다. 특히 파종시기가 늦은 2모작 재배에서 품종 간의 차이가 뚜렷하였다. 검은줄오갈병에 저항성인 광평옥과 P3156 또는 중간 저항성인 P32P75 품종의 가소화양분총량은 9,561~9,912kg/ha이었으나, 발병이 심한 수원19호, GW6959 및 DK697 품종은 6,897~7,487kg/ha로 많은 차이가 있었다. 이와 같은 결과는 암이삭의 비율이 높은 품종이 품질이 좋은 사일리지 재료가 될 수 있다는 Kim(1983)의 보고와 같은 경향이다. 따라서 사료용 옥수수의 안정생산과 생산성 향상을 위해 지역별 검은줄오갈병에 대한 저항성 품종의 선발과 동시에 암이삭 비율이 높은 새로운 품종의 선발과 보급이 필요할 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 시험은 중부지역에서 사료용 옥수수의 검은줄오갈병 발생이 조사료 생산성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2006년부터 2008년까지 충청남도 천안에서 수행되었다. 사료용 옥수수의 공시품종은 국내에서 재배되고 있는 10품종으로 하였고, 재배방법은 4월 하순에 파종하는 1모작 재배와 5월 중하순에 파종하는 2모작 재배로 나누어 재배하였으며, 품종별 검은줄오갈병의 발생률과 수량성을 조사하였다. 우리나라 중부지역에서 사료용 옥수수의 품종별 검은줄오갈병의 발생률은 차이가 있었다($p<0.05$). 검은줄오갈병에 강한 품종은 광안옥, P3156, 광평옥 및 P3394 품종이었고 약한 품종은 ‘NC+7117’, ‘수원19호’ ‘DK697’ 및 ‘GW6959’ 품종이었다. 검은줄오갈병 발생에 따른 사료용 옥수수의 조사료 건물수량은 품종 간에 차이가 있었으며($p<0.05$), 검은줄오갈병 발생이 많았던 수원19호와 GW6959 품종의 건물수량이 검은줄오갈병 발생이 적었던 광평옥과 P3156 품종보다 20% 정도 적었다. 옥수수의 품종별 암이삭 비율은 검은줄오갈병 발생이 많았던 NC+7117 및 GW6959 품종이 약 29%로 가장 낮았고 검은줄오갈병의 발생이 적었던 광평옥, P3394 및 P3156 품종에서는 각각 34.0, 38.7 및 36.4%으로 높은 경향이었다. 따라서 우리나라 중부지역에서 사료용 옥수수를 재배할 때는 검은줄오갈병에 강한 품종을 선택하고 파종시기의 조절이 매우 중요하다 할 것이다.

Table 5. Comparison of total digestible nutrients(kg/ha) between forage corn varieties by rice black-streaked dwarf virus disease in middle district of Korea from 2006 to 2008.

Variety	First cropping				Second cropping				Total mean
	2006	2007	2008	Mean	2006	2007	2008	Mean	
KPO*	13241	9220	16172	12878	8276	7550	13260	9695	11287
NC7117	12067	9154	16248	12490	9213	8224	9080	8839	10665
Suwon19	12752	6955	15985	11897	4715	7288	8679	6894	9396
GW6959	12143	6564	15763	11490	4048	5249	11802	7033	9262
CAO*	13857	8705	15698	12573	7908	7861	8747	8172	10463
P32P75	15696	8558	17904	14053	7501	9568	11615	9561	11807
P3394	13668	9210	16067	12982	7093	6123	10116	7794	10388
DK697	15470	8172	15337	12993	7322	6858	8281	7487	10240
KAO*	11116	8047	16407	11857	6341	7895	9849	8028	9943
P3156	13449	8754	16709	12971	6636	8905	14196	9912	11442
Mean	13346	8334	16229	12636	6905	7552	10568	8342	10489
CV(%)	10.7	32.3	11.4	10.2	25.8	27.5	15.5	11.8	8.8
LSD(0.05)	2461	NS	NS	2207	3059	3565	2806	1686	1577

* KPO(Kwangpeyongok), CAO(Cheonganok), KAO(Kwanganok)

V. 사사

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 검은줄오갈병에 강한 사료용 옥수수 및 대체 사료작물 품종 선발, 세부과제번호: PJ0065632008)의 지원에 의해 이루어진 것임

VI. REFERENCES

- Back, S.B., Lee, D.H., Lee, K.N., In, K.J., Seo, I.S. and Park, M.K. 1986. Enlargement crop protection. Sunjinmoonhwasa. pp. 136-144.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Seong, B.R., Kim, M.J., Kim, W.H., Ji, H.C., Lee, J.K., Jeon, B.S., Jung, M.W., Lee, S.H. and Seo, S. 2008. Actual Outbreak States of Rice Black-streaked Dwarf Virus Disease in Forage Corn Field of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(3):221-228.
- Choi, S.J., Lee, S.S. and Back, J.H. 1991. Forage productivity of silage corn and sorghum at different planting dates in rice black-streaked dwarf virus prevalent area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 11(2):129-136.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Yoon, S.H., Ji, H.C., Lee, S.H., Jung, M.W., Seo, S., Park, H.S. and Kim, K.Y.. 2013. Comparison of Forage Productivity and Outbreak Rate Between Corn Varieties in Field of Rice Black-Streaked Dwarf Virus(RBSDV) Prevalent Area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(2):111-1116.
- Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture Handbook*. No. 379. US Department of Agriculture. Washington DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. *The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide*. Pioneer Hi-Bred International. Inc., Des Moines, IA.
- Kim, D.A. 1983. Forage crop. Sunjinmoonhwasa. pp. 167-198.
- Lee, J.Y., Lee, S.H. and Chung, B.J. 1977. Studies on the Occurrence of Rice Black-Streaked Dwarf Virus in Korea. *Korean Journal of Plant Protection* 16(2): 121-125.
- Lee, S.S., Park, K.Y. and Jung, S.K. 1981. Growth duration and grain and silage yields of maize at different planting dates. *Korean Journal of Crop Science*. 26(4):337-343.
- Lee, S.S. and Lee, J.M. 1987a. Productivity of silage corn affected by planting dates in the rice black-streaked dwarf virus prevalent area. *Korean Journal of Crop Science*. 32(3):249-255.
- Lee, S.S., and Lee, J.M. 1987b. Productivity of silage corn hybrids in the rice black-streaked dwarf virus prevalent region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 7(3):140-145.
- Lee, S.S., Park, K.Y., Park, S.U. and Lee, S. S. 1988. Population of *Laodelphax striatellus*, percentage of rice black-streaked dwarf virus(RBSDV) viruliferous vector and RBSDV infection of maize in different locations. *Korean Journal of Crop Science*. 33(1):74-80.
- Lee, S.S. and Choi, S.J. 1990. Forage productivity of corn and sorghum hybrids in rice black-streaked dwarf virus prevalent area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 10(1):42-47.
- National Institute of Animal Science(NIAS). 2008. A study on actual outbreak states and control of rice black-streaked dwarf virus disease in forage corn field of Korea. *Rural Development Administration(RDA)*. 35-56
- Shikata E. and Kitagawa, Y. 1977. Rice black-streaked dwarf virus: Its properties, morphology, and intracellular localization. *Virology* 77:826-842.
- Wang, Z.H., Fang, S.G., Xu, J.L. Sun, L.Y., Li, D.W. and Yu, J.L. 2003. Sequence analysis of the complete genome of *Rice black-streaked dwarf virus* isolated from maize with rough dwarf disease. *Virus Genes* 27:163-168.

(Received : 2017. January. 24 | Revised : 2017. March. 20 | Accepted : 2017. March. 21)