

남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교

지희정* · 이종경* · 김기용* · 윤세형* · 임영철* · 권오도** · 이희봉***

Evaluation of Agronomic Characteristics, Forage Production and Quality of Corn Hybrids for Silage at Paddy Field in Southern Region of Korea

Hee Chung Ji*, Jung Kyong Lee*, Ki Yong Kim*, Sei Hyung Yoon*, Young Chul Lim*,
Oh Do Kwon** and Hee Bong Lee***

ABSTRACT

This experiment was carried out to know adaptability and forage production and quality of corn hybrid for silage at paddy field from 2007 to 2008 at JullaNamdo Agricultural Research and Extension Services (ARES). Among agronomic characteristics, 'Kwangpyongok' hybrid was somewhat strong for waterlogging and good stay green, lodging, disease and insect resistance. The fresh yield and total digestible nutrients (TDN) of 'Kwangpyongok' hybrid were the highest among corn hybrids. Dry yield of 'Kwangpyongok' hybrid was increased to 50.5%, 13.6% due to waterlogging tolerance than those 'P3156' and 'P32P75' hybrids, respectively. The result of this study indicated that 'Kwangpyongok' hybrid could be recommended as having good characters according to production, waterlogging tolerance, stay green at paddy field in southern region of Korea.

(Key words : Silage corn, Yield, Dry matter, TDN, Forage)

I. 서 론

최근 바이오 에너지용 곡물의 수요증가와 해상운임의 상승 등으로 인한 사료용 곡물 및 조사료 수입가격의 상승으로 축산농가는 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에 안정적인 양질의 조사료 확보를 위해서는 답리작 뿐만 아니라 여름철에 옥수수와 수수×수단그라스 교잡종의 재배면적 확대가 절실히 필요하다. 그러나 대부분 옥수수와 수수×수단그라스 교잡

종의 여름철 사료작물은 논이 아닌 밭에서 주로 재배하여 이용되고 있는 실정에 있기 때문에 논 보다 밭 토양에서 재배한 사일리지용 옥수수에 대한 연구는 많은 편이다(김 등, 1992; 김 등, 1998; 김 등, 1999).

대부분의 경종농가는 밭 토양에서 인삼, 더덕 등 고소득 작목 재배를 선호하고 있어 사일리지용 옥수수의 재배면적을 확대하기 위해서는 어느 정도 한계실정이므로 이를 확대하기 위해서는 밭 보다는 배수가 양호한 논 토양이

* 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

** 전라남도농업기술원 (Jeollanam-Do Agricultural Research & Extension Services)

*** 충남대학교 (Chungnam National University)

Corresponding author : Ph. D. Hee Chung Ji, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea.

Tel: +82-41-580-6749, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: cornhc@rda.go.kr

나 간척지 및 유희지 등을 이용하여 재배를 해야 부족한 양질의 조사료 확보 차원에서 유리하다고 할 수 있다. 하지만 여름철에 논에 벼 대체 사료작물인 옥수수나 수수×수단그라스 교잡종을 재배하기 위해서 우선적으로 선행되어야 할 요건은 물 빠짐이 좋아야 하는데 특히 가장 재배 용이한 논 조건은 수직배수가 잘되는 사질점토이거나 계단식으로 된 논 토양이어서 논에 물이 오랫동안 고이지 않고 흘러내려야 습해의 피해를 적게 받는다는 점이다. 비록 일반 평야지의 배수가 양호한 논 조건에서 사일리지용 옥수수나 수수×수단그라스 등을 재배하다면 여름철 장마철에는 일시적으로 침수가 되거나 수분이 지나칠 정도도 많아서 습해를 받을 우려가 크다고 할 수 있다. 또한 철, 망간, 규산 등이 집적이 되어 물이 고일 우려가 크기 때문에 습해에 약한 옥수수 등의 사료작물은 재배 적지 선정과 장마철 배수에 유의해야 한다고 보고한 바 있다(박 및 김, 2002).

논 토양에서 재배하는 옥수수에 대한 연구는 찰옥수수나 단옥수수 재배에서 일부 연구가 이루어졌으나 논 토양조건에서의 사일리지용 옥수수 재배에 대한 연구는 그리 많지 않다(이 등, 1986; 이 등, 1994; 박 및 김, 2002; 지 등, 2006). 따라서 본 연구는 밭 토양과는 토양 환경조건이 다른 논 토양에서 여름철 사료작물인 옥수수를 재배하여 양질의 조사료를 확보하기 위하여 우선적으로 남부지방의 논 재배에 적응성과 수량성이 우수한 옥수수 품종을 선발하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

공시재료는 국내 육성 보급종인 광평옥 등 2

품종과 도입품종인 P3394 등 4품종 총 6품종을 전라남도 농업기술원 논 포장에 1년차에는 2007년 4월 23일, 2년차에는 2008년 4월 17일에 파종하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고 재식거리는 70×15 cm로 시험구당 12m²로 하여 주당 2립 파종후에 4~5엽기에 1주만 남겨두고 솟아주었다. 시비량은 ha당 질소(N) 200 kg, 인산(P₂O₅) 150kg, 그리고 칼리(K₂O) 150 kg를 시비하였다. 특히 질소비료는 절반은 파종전에 처리하였고 파종후에 옥수수가 무릎 높이 자랐을 경우에 나머지 절반을 주었다. 또한 인산이나 칼리비료는 기비로 전량 시비하였다. 기타 비배관리는 농촌진흥청 옥수수 표준 재배법에 따랐다. 생육조사는 작물학적인 특성인 간장, 착수고, 경직경, 출사기, 당도, 내습성, 병해, 충해 등을 조사하였고 수량은 구당 4열 가운데 중앙에 2열을 예취하여 측정하였고 건물중은 이들 중의 일부 샘플을 취하여 건조기에 65℃에서 7일간 건조한 후 건물중을 측정하여 계산하였다. 그리고 건물수량은 생초수량에 건물함량을 곱하여 조사하였다. 또한 TDN 수량은 Pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식 TDN 건물수량=(경엽 건물수량×0.582)+(암이삭 건물수량×0.85)에 의하여 계산하였다(Holland 등, 1990). 그 중 일부를 취하여 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석시까지 보관하였으며 시료의 일반성분은 AOAC법(1990)으로 분석하였으며, ADF(acid detergent fiber)와 NDF(neutral detergent fiber)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. 논 시험 포장의 토양조건을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 나주시 산포면 산제리에 위치한 전라남도 농업기술원 시험포장의 논 토양은 pH가 5.77로 적정범위인 6.0~6.5 보

Table 1. Chemical properties of paddy field in this experiment

pH	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (g/kg)	CEC (cmol/kg)	Ex. Cat. (cmol/kg)			
					K	Na	Ca	Mg
5.77	0.18	37.33	1.57	12.65	0.41	0.32	3.73	10.74

다 다소 낮고 유기물 함량이 1.57 g/kg로 적정 범위인 25~30 g/kg 보다는 상당히 낮으며 인산 함량이 80~120 mg/kg이어야 적정범위이지만 37.33 mg/kg 이었으며, 치환성 양이온에서는 오히려 마그네슘 함량의 적정범위(1.5~2.0) 보다 많은 10.74 cmol/kg 이었다.

III. 결과 및 고찰

1. 사일리지용 옥수수생육특성

논에서 여름철 사료작물인 옥수수를 재배한 결과 그들 품종들의 생육특성에 대한 결과는 Table 2와 Table 3과 같다. 국내 개발 품종인 광평옥은 Table 2에서와 같이 출수기는 7월 16일로 P3156 보다 3일 가량 빠르지만 P32P75와는 같은 시기임을 알 수 있었으며 간장은 다른 국내 품종인 강다옥 등을 포함하여 국외 도입

품종인 P3394, P3156, P32P75, DK697 등 보다 가장 컷고 경직경이 18.3 mm로 다소 굵은 것으로 나타났다.

하지만 당도는 광평옥이 8.6B°였고 강다옥은 10.8B°, P3156은 10.3B°로 6개의 품종중 중에서 가장 높은 당도를 보였지만 P3394, DK697, P32P75 등은 각각 9.0B°, 9.3B°, 9.5B°로 다소 낮은 값을 보여 품종간에 다른 값을 볼 수 있었다. 또한 논 재배에서 가장 문제시 되는 습해에 대한 달관조사 결과 광평옥이 2.5로 P3156이나 P3394 보다 강한 것으로 나타났으며 특히 후기 녹체에 대해 달관 조사한 결과 2로 다른 품종보다 월등히 좋았지만 P3156은 4.5로 논 재배에서는 후기 녹체가 떨어지는 것으로 나타났다. 기타 특성들은 계통간 큰 차이를 보이지 않았다. 남부지방의 발토양 옥수수 재배에서 가장 문제시되는 검은줄오갈병은 논토양에서는 거의 모든 품종에서 발생빈도가

Table 2. Agronomic characters of corn hybrids for silage at paddy field of Southern Korea

Hybrids	Year	Heading date	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Stem diameter (mm)	Brix (B°)
Kwangpyongok	2007	21 July	198	79	17.60	7.8
	2008	12 July	199	87	18.94	9.3
	Mean	16 July	198	83	18.3	8.6
Kangdaok	2007	23 July	185	84	17.90	10.8
	2008	15 July	179	91	19.03	10.7
	Mean	19 July	182	87	18.5	10.8
P3394	2007	20 July	162	75	14.50	7.7
	2008	11 July	161	73	17.98	10.3
	Mean	15 July	162	74	16.2	9.0
P3156	2007	23 July	184	80	15.80	10.6
	2008	15 July	190	86	17.72	10.0
	Mean	19 July	187	83	16.8	10.3
P32P75	2007	22 July	163	74	17.30	8.3
	2008	11 July	191	87	19.85	10.6
	Mean	16 July	177	80	18.6	9.5
DK697	2007	23 July	182	78	19.10	7.4
	2008	14 July	164	76	16.86	11.1
	Mean	18 July	173	77	18.0	9.3

Table 3. Continued

Hybrids	Year	Stay green	Waterlogging	Lodging resistance	Disease resistance	Insect resistance
		(1-9)*	(1-9)	(1-9)*	(1-9)	(1-9)
Kwangpyongok	2007	2	3	1	2	1
	2008	2	2	1	1	2
	Mean	2.0	2.5	1	1	1
Kangdaok	2007	3	3	1	2	1
	2008	4	2	1	2	1
	Mean	3.5	2.5	1	2	1
P3394	2007	3	3	1	3	2
	2008	5	4	1	1	2
	Mean	4.0	3.5	1	2	2
P3156	2007	4	4	2	3	1
	2008	5	3	1	2	2
	Mean	4.5	3.5	1.5	2	1
P32P75	2007	3	3	2	2	2
	2008	5	2	1	1	2
	Mean	4.0	2.5	1	1	2
DK697	2007	3	3	1	4	1
	2008	3	2	1	2	3
	Mean	3.0	2.5	1	3	2

* Rating : 1= strong(outstanding), 9 = weak(poor).

Table 4. Fresh, dry matter(DM) and total digestible nutrients(TDN) yield of corn hybrids for silage at Paddy field of Southern Korea

Hybrids	Year	Yield (kg/ha)		
		Fresh	DM	TDN
Kwangpyongok	2007	36,220 ^{ab}	13,510 ^{ab*}	9,020 ^{ab}
	2008	40,700 ^a	14,400 ^a	10,100 ^a
	Mean	38,460^a	13,955^a	9,560^a
Kangdaok	2007	40,780 ^a	14,860 ^a	9,810 ^a
	2008	32,900 ^{ab}	10,900 ^b	7,300 ^b
	Mean	36,840^a	12,880^a	8,555^{ab}
P3394	2007	30,890 ^b	10,860 ^{ab}	7,570 ^{bc}
	2008	21,800 ^b	8,500 ^c	6,100 ^c
	Mean	26,345^b	9,680^b	6,835^b
P3156	2007	30,780 ^b	9,640 ^b	6,310 ^b
	2008	24,700 ^{ab}	8,900 ^c	6,100 ^c
	Mean	27,740^b	9,270^b	6,205^b
P32P75	2007	34,780 ^{ab}	11,670 ^{ab}	7,890 ^{abc}
	2008	34,000 ^{ab}	12,900 ^{ab}	9,300 ^{ab}
	Mean	34,390^{ab}	12,285^{ab}	8,595^{ab}
DK697	2007	30,330 ^b	11,060 ^{ab}	7,210 ^{bc}
	2008	32,700 ^{ab}	11,200 ^{ab}	7,700 ^b
	Mean	31,515^{ab}	11,130^{ab}	7,455^{ab}

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by duncan's multiple range test.

낮았다(최 등, 2008).

2. 사일리지용 옥수수의 생산성

논 재배 사일리지용 옥수수의 품종별 생초수량 및 건물수량은 Table 4과 같다.

본 연구에서 6품종 중에서 광평옥은 2년간 성적에서 생초수량이 ha 당 38,460 kg으로 P3394 보다 12,115 kg 많았고 P3156 보다는 10,720 kg 많았다. 이들 특성에 대해 통계분석한 결과 5%의 유의수준에서 품종간 통계적인 유의차가 인정되었는바 광평옥에서 생초수량이 가장 많았고 P3394가 26,345 kg으로 가장 적은 수량을 보여 광평옥 생초수량의 69%에 불과하였고 한편 건물수량은 국내 품종에서는 광평옥이 ha당 13,955 kg으로 가장 많았고 국외 도입 품종 중에서는 P3156이 9,270 kg으로 가장 적은 수량을 보였는데 이와 같은 결과는 김 등

(2005)이 논 재배 사일리지용 옥수수의 건물수량이 ha당 12.5톤~13.6톤 수준과 비슷하였다. 또한 이 등(1986)이 도입종 옥수수의 사일리지 평균수량이 17톤~18톤으로 제시한 결과 보다는 다소 많은 수량을 보였다.

생초수량이나 건물수량에 있어서 도입 품종인 P3394 품종이 광평옥에 비해 떨어지는 이유는 P3394 품종이 광평옥 보다 논 재배에서 습해에 다소 약하여 정상적인 생육이 이루어지지 않았고 특히 개화기 이후에 후기녹체성 떨어진 결과라 생각되었다.

TDN 수량에서 살펴보면 역시 광평옥이 ha당 9,560 kg으로 가장 많은 수량을 보였고 다음으로 P32P75 품종이 이보다 다소 적은 8,595kg을 보였다.

또한 논 재배 사일리지용 옥수수가 밭 토양과는 달리 논 토양이 지속적인 수분 공급이 가능하므로 후기녹체성의 지속성이 다소 길었다

Table 5. Acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF) and crude protein(CP), of corn hybrids for silage at paddy field of Southern Korea

Hybrids	Year	ADF(%)	NDF(%)	CP(%)
Kwangpyongok	2007	23.0	41.3	5.2
	2008	23.2	45.4	6.2
	Mean	23.1	43.3	5.7
Kangdaok	2007	20.1	38.2	5.4
	2008	26.1	43.6	6.9
	Mean	23.1	40.9	6.1
P3394	2007	17.5	35.5	5.0
	2008	18.0	36.1	6.9
	Mean	17.8	35.8	5.9
P3156	2007	20.2	38.6	5.0
	2008	28.7	42.3	6.9
	Mean	24.4	40.4	5.9
P32P75	2007	19.8	37.0	5.2
	2008	18.9	33.8	6.8
	Mean	19.3	35.4	6.0
DK697	2007	20.7	40.9	5.2
	2008	24.9	44.3	7.0
	Mean	22.8	42.6	6.1

는 점이다. 따라서 논 토양 조건에서 밭 토양 못지않은 수량을 얻기 위해서는 논 토양에 적응성과 생산성이 우수한 품종 선발이 필요하기 때문에 이에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 한다고 본다.

3. 사일리지용 옥수수의 품질

조사료의 품질 특성을 나타내는 조단백질, ADF 및 NDF는 Table 5와 같다. 국내 개발 품종인 광평옥의 ADF는 23.1%, NDF는 43.3%, 조단백질 함량은 5.7%였고 P3394의 ADF는 17.8%, NDF는 35.8%, 조단백질은 5.9%로 사료 가치는 도입품종과 비슷한 결과를 보였는데 특히 조단백질은 도입품종이나 국내육성 품종들은 10% 이하였다.

IV. 요약

본 시험은 남부지방에 벼 대체 여름 사료작물인 옥수수를 파종하여 조사료를 생산하는데는 재배에서 적응성 및 생산성이 우수한 품종을 선발할 목적으로 2007년부터 2008년까지 2년간에 걸쳐 전라남도 농업기술원에서 수행하였다.

국내육성 2품종과 도입품종 4품종 등 6품종을 시험한 결과 광평옥 품종이 간장이 198cm로 다른 품종들보다 크고 경직경이 굵으며 내습성 및 후기 녹색성이 좋고 우수한 특성을 보였으며 수량 측면에서도 생초수량은 ha당 생초수량은 38.5톤이며 건물수량은 14톤이고 TDN 수량은 9.6톤으로 P3156, P3394에 비해 최고로 높은 편이지만 이와 같은 수량은 밭 재배에서의 수량에는 다소 미치지 못하는 것으로 나타났다.

V. 인용 문헌

1. 김동암, 조무환, 권찬호, 한건준, 김종관. 1992. 도입 사일리지용 옥수수의 생육특성 및 생산성 비교. I. 지역별 생육특성 및 생산성. 한초지 12(3):161-172.
 2. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 양종성, 조영무. 1998. 재식밀도가 사일리지용 옥수수의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 18(1):49-54.
 3. 김종덕, 김동암, 박형수, 김수곤. 1999. 파종시기 및 품종이 사일리지용 옥수수의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 1. 옥수수의 생육특성 및 사초수량. 한초지. 19(3):211-220.
 4. 박근제, 김원호. 2002. 벼 대체 논 사료작물 재배 및 이용기술. 농촌진흥청 축산연구소. pp. 39-91
 5. 이호진, 김수형, 이홍석. 1994. 토성 및 지하수위에 따른 사료용 옥수수와 수수-수단그라스 잡종의 생육. 한작지. 39(6):585-593.
 6. 이석순, 김태주, 배동호, 함태수. 1986. 남부지방에서 국내육성 및 도입옥수수 품종의 사일리지 생산성. 한작지. 31(2):156-161.
 7. 지희정, 김충수, 홍범용, 이희봉. 2006. 논 토양조건에 따른 찰옥수수 교잡종의작물학적 특성. 충남대 농업과학연구. 33(2):123-127.
 8. 최기준, 임영철, 김기용, 성병렬, 김맹중, 김원호, 지희정, 이종경, 전병수, 정민웅, 이상훈, 서 성. 2008. 사료용 옥수수의 검은줄오갈병 전국 발생 실태. 초지조사료지. 28(3):221-228.
 9. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
 10. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
 11. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna, and R. Reinhart. 1990. The Pioneer forage manual; A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred., Des Moines, IA.
- (접수일: 2008년 10월 10일, 수정일 1차: 2008년 11월 28일, 수정일 2차: 2009년 1월 6일, 게재확정일: 2009년 3월 8일)