

충남지역 논 재배에 적합한 사일리지용 옥수수 품종 선발

나승연² · 지희정¹

Selection of Silage Corn Hybrids for Paddy Field in Chungnam Region

Seung-Yun Na² and Hee Chung Ji¹

ABSTRACT

This experiment was carried out to know adaptability, forage production and quality of corn hybrid for silage at paddy field at Chungnam region. Among agronomic characteristics, ‘P32T83’ hybrid was somewhat strong for waterlogging and good stay green, and low ear height as 57 cm and thicker stem diameter as 15.1 mm, and higher sugar content as 12 (Bo, %). The fresh and dry matter yield of ‘P32T83’ hybrid were the highest 55,220 kg/ha and 19,680 kg/ha, respectively. ‘NC7117’ hybrid was thicker as 15.5 cm and somewhat strong for waterlogging. The fresh and dry matter yield of ‘NC7117’ were 50,890 kg/ha and 19,110 kg/ha, respectively. The ‘P32T83’ hybrid was high as 81.9% *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). The result of this study indicated that ‘P32T83’ and ‘NC7117’ hybrid could be recommended as having good characters according to production, waterlogging tolerance, stay green, sugar content, and stem diameter at paddy field in Chungnam region

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

I. 서 론

국제 곡물가는 미국, 호주, 러시아, 중국, 남미 등 주요곡물 생산국의 기상이변과 중국, 인도 등 신흥국의 식생활이 서구화 되면서 육류 소비가 늘어나 가축사료로 쓰이는 원료의 수요 증가 등으로 인하여 급등하여 전 세계를 위협하고 있는 실정이다. 또한 국제유가의 고공행진으로 인한 옥수수와 같은 바이오 에너지용 곡물의 수요증가와 해상운임의 상승으로 배합 사료용 옥수수 및 수입 조사료 가격이 상승하여 축산농가는 많은 어려움을 겪고 있는 실정

이다. 따라서 안정적인 축산을 도모하기 위해서는 사료비를 절감하고 안정적인 양질의 조사료 확보 차원에서는 전작 및 답리작 뿐만 아니라 하천부지, 강변 유희지를 이용한 사일리지용 옥수수나 수수×수단그라스 교잡종의 재배면적 확대가 절실하다. 그러나 대부분 사일리지용 옥수수에 대한 연구는 답작 보다는 전작 위주로 수행되었다(김 등, 1992; 김 등, 1998; 김 등, 1999). 따라서 재배면적 확대와 양질조사료 생산측면에서 살펴보면 밭 재배보다는 논 재배로의 확대가 시급한 실정이다. 국민 1인당 쌀 소비량이 1970년대 136.4 kg에 이르렀으나

¹ 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

² 서천군 농업기술센터 (Socheon ARES, 88-10 Socheon gun, Chungnam, 325-811, Korea)

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@korea.kr

2010년에는 72.8 kg으로 감소하였다. 또한 국내 쌀 재고량이 2002년도에 114만 톤이었으나 2010년도에는 150만 톤에 이르러 되었다. 이로 인해 이의 보관 및 유지비용으로 연간 4조 8천억 원이 소요될 전망이다. 따라서 안정적인 쌀 수급을 위해서는 논을 이용한 대체작목인 사료작물을 재배 확대해야 한다.

사료작물의 왕으로 불리는 사일리지용 옥수수는 논에서 재배할 때 가장 어려운 점이 습해이고 이를 근본적으로 해결하기 위해서는 개별 논은 물론 인접 논의 배수가 문제가 된다. 논에서 사료작물 연중생산체계를 구축하기 위해서는 단지화에 의한 배수문제 해결이 선행적 필수 충족조건이라고 할 수 있다. 또한 재배 후에는 수확장비가 자유로이 들어가서 작업할 수 있는 작업 여건 조성 또한 중요하다. 즉 옥수수와 수수류는 동계사료작물인 이탈리아 라이그라스나 청보리와는 달리 수확기가 장마철인 8월이기 때문에 수확기에 논이 물에 잠길 경우에 장비 진입이 어렵다. 또한 식물체 조직이 단단하고 풍성한 이삭을 가지기 때문에 예취 후에는 반드시 일정크기로 잘라서 사일리지를 이용한 사일리지를 조제해야 사일리지 품질이 우수하고 잘 발효되어 가축생산성에 기여할 수 있다. 이와 같은 작업을 하기 위해서는 고가의 작업기와 사일로 설치 등 많은 비용이 소요되기 때문에 소농가 단위에서는 자력으로 추진하기엔 매우 어려운 형편이므로 정부차원의 정책적 지원이 없이는 재배면적 확대는 있을 수 없다. 비록 일반 평야지의 배수가 양호한 논에서도 사일리지용 옥수수나 수수×수단그라스 등을 재배한다면 여름철 장마철에는 일시적으로 침수가 되거나 수분이 지나칠 정도도 많아서 습해를 받을 우려가 크다고 할 수 있다 (박 및 김, 2002).

논에서 재배하는 옥수수에 대한 연구는 주로 식용을 목적으로 찰옥수수나 단옥수수 재배에

대한 연구는 일부 이루어졌으나 논 재배에 적합한 사일리지용 옥수수 우수품종 선발과 재배법에 대한 연구는 그리 많지 않다(이 등, 1986; 이 등, 1994; 박 및 김, 2002; 지 등, 2006; 지 등 2009). 따라서 본 연구는 충남 서남부지방에서 논 재배 적응성이 우수한 옥수수 품종을 선발하기 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

공시재료는 국내 육성 보급종인 광평옥 등 4품종과 도입품종인 P32T83 등 14품종 총 18품종을 충남 서천 농가의 배수 불량한 논 포장에 2007년 5월 1일에 파종하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고 재식거리는 70×15 cm로 시험구당 12 m²로 하여 주당 2립 파종 후에 4-5엽기에 1주만 남겨두고 솟아주었다. 시비량은 ha당 질소(N) 200 kg, 인산(P₂O₅) 150 kg, 그리고 칼리(K₂O) 150 kg을 시비하였다. 인산과 칼리비료는 전량 기비로 사용하였고 질소비료는 시용량의 절반은 파종 전에, 나머지 절반은 옥수수가 무릎 높이로 자랐을 때 사용하였다. 기타 비배관리는 농촌진흥청 옥수수 표준재배법에 따랐다. 생육조사는 작물학적인 특성인 간장, 착수고, 경직경, 출사기, 당도, 내습성, 병해, 충해 등을 조사하였다. 내습성, 병해, 충해 등은 달관조사(1: 강, 9: 약)로 하였다. 당도는 휴대용 굴절 당도계(일본)로 측정하였고 건물수량은 구당 4열 가운데 중앙에 2열을 예취하여 측정하였으며 경직경은 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 건물함량은 이들 중의 3주를 취하여 건조기에 65℃에서 7일간 건조한 후 구하였다. 그리고 건물수량은 생초수량에 건물함량을 곱하여 산출하였다. 또한 TDN 수량은 Pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식 TDN 건물수량 = (경엽 건물수량 × 0.582) + (암이삭 건물수량

Table 1. Chemical properties of paddy field in this experiment

pH	T-N (%)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM* (g/kg)	CEC** (cmol/kg)	Ex. Cat. (cmol/kg)			
					K	Na	Ca	Mg
6.02	0.20	105.20	10.90	14.30	1.63	0.75	4.10	13.40

* OM : organic matter, ** CEC : cation exchange capacity.

× 0.85)에 의하여 계산하였다 (Holland 등, 1990). 분석용 시료는 건물함량을 조사한 후 그 중 일부를 취하여 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석 시까지 보관하였다. 시료의 일반성분은 AOAC 법 (1990)으로 분석하였으며, ADF (acid detergent fiber)와 NDF (neutral detergent fiber)는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. *In vitro* 건물소화율은 Tilly 및 Terry (1963) 방법을 Moore (1970)가 수정한 방법을 이용하였다. 통계처리는 SAS (Institute Inc, Cary, NC., 2002)로 유의성을 검정하였으며 처리간의 평균차이는 Duncan의 다중검정을 적용하였다. 논 시험포장의 토양조건을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 충남 서남부 농가 포장으로 논 토양의 pH는 6.02로 적정범위인 6.0~6.5 범위에 있었고 유기물 함량은 10.90 g/kg로 적정범위인 25~30 g/kg 보다는 다소 낮았다. 인산 함량은 80~120 mg/kg가 적정범위로 시험포장 역시 105.20 mg/kg로 적정 범위였다. 치환성 양이온 중 마그네슘 함량은 적정범위 (1.5~2.0 cmol/kg) 보다 많은 13.40 cmol/kg 이었다.

III. 결과 및 고찰

1. 사일리지용 옥수수 생육특성

논에서 여름철 사료작물인 옥수수를 재배한 결과 각 품종의 생육특성에 대한 결과는 Table 2와 같다. 국내 개발 품종인 광평옥과 도입품종인 DK697은 Table 2에서와 같이 간장은

190cm로 가장 컸으며 P32T83은 162 cm로 공시 품종 중에서 가장 작았다. 착수고는 CAP766NG가 98 cm로 가장 높았고 P32T83은 오히려 57 cm로 가장 낮아 도복에 대해 강할 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 지 등 (2011)이 보고한 바와 같이 P32T83의 고유품종특성으로 보인다. 출사소요일수는 P3156과 DK697 품종이 91일로 가장 길었으며 광평옥은 출사일수가 80일 소요되었다. 경직경은 CAP341, CAP766NG, NC7117, P32B14, P32T83 등의 품종에서 15 mm 이상이었으나 품종간 유의차는 인정되지 않았다.

사일리지용 옥수수를 논에 재배시 가장 중요한 요소인 내습성은 광평옥, CAP766NG, DK697, P3156, P32P75 등이 다소 강했고 P3394와 P33Y74가 가장 약했다. 따라서 이와 같은 특성은 벼 대체로 여름 사료작물인 사일리지용 옥수수를 논 재배 시에 우선적으로 고려해야 한다. 사일리지 조제에 영향을 주는 잎의 녹색도는 개화기 이후 수확기에 푸른 잎을 많이 가져야 하는데 수확기에 푸른 잎은 DK697, CAP766, CAP341 등이 8~9장으로 공시품종 중에서 가장 많았고 P32B14, P32G44, Cobberflint 등이 5장으로 하위엽 고사로 인하여 수확기에 생엽수가 적었다. 당도는 P32B14 품종이 15.0 B°로 공시 품종에서 가장 높아 사일리지 조제 가공에 유리할 것으로 보이며 P3156 품종은 8.1 B°로 다소 당도가 떨어지는 품종임을 알 수 있었다. 국내 품종들은 당도가 11~13.5 B°로 양호한 것으로 보였으며 공시 품종간 유의성은 인정되지 않았다. 사일리지용 옥수수 발 재배에서 가장

Table 2. Agronomic characters of corn hybrids for silage at paddy field in Chungnam region

Hybrids	Days to silking	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of green leaves	Lodging resistance (1~9)	BSDV* (%)	Water -logging (1~9)*	Brix (B ^o , %)
Kwangpyongok	80c	190a	80b	14.1a	7.6ab	1	0.00	2c	11.0a
Kangdaok	89b	178ab	79b	14.2a	7.6ab	1	0.24	3bc	13.2a
Kangilaok	84bc	174ab	64bc	14.5a	6.5b	1	0.07	3bc	13.5a
Suwon 19	83bc	183ab	80b	14.3a	6.5b	1	0.43	4ab	12.5a
P3394	83bc	172ab	70bc	13.7a	7.0ab	1	0.20	5a	9.2b
P3156	91a	180ab	80b	14.3a	7.2ab	1	0.02	2c	8.1b
P32T83	83bc	162b	57c	15.1a	6.7b	1	0.15	3bc	12.0a
P32P75	84b	180ab	75b	14.6a	6.2b	1	0.07	2c	9.3b
P32P76	84b	178ab	69bc	13.9a	6.1b	1	0.19	3bc	12.8a
P32G44	83bc	179ab	81ab	14.9a	5.8b	1	0.23	4ab	10.3a
P32B14	84b	172ab	68bc	15.3a	5.5b	1	0.00	3bc	15.0a
P33T56	83bc	175ab	69bc	14.4a	6.3b	1	0.04	3bc	12.5a
P33Y74	84b	186a	76b	14.7a	6.1b	1	0.17	5a	14.5a
NC7117	84b	180ab	80b	15.5a	6.9ab	1	0.13	3bc	12.3a
CAP766NG	84b	186a	98a	15.8a	8.3a	1	0.03	2c	11.3a
Cobberflint	84b	174ab	71bc	14.4a	5.8b	1	0.14	3bc	12.3a
CAP341	84b	174ab	79b	17.3a	8.2a	1	0.20	4ab	14.5a
DK697	91a	190a	86ab	15.9a	9.2a	1	0.09	2c	9.2b

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

* BSDV : black-streaked dwarf virus

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

문제가 되는 검은줄 오갈병 발생은 매개원이 애멸구란 보고(이 등, 2008)가 있었지만 옥수수를 논 재배에서는 Table 2와 같이 1%내로 거의 문제시가 되지 않을 것으로 보인다. 이와 같은 결과는 논 재배시 병충해에서는 큰 문제점이 없음을 시사하고 있다고 할 수 있다.

2. 사일리지용 옥수수의 생산성

논 재배 사일리지용 옥수수의 품종별 생초수량 및 건물수량은 Table 3과 같다.

생초수량에 대한 품종간 통계 분석한 결과 5%의 유의수준에서 품종간 통계적인 유의차가 인정 되었다. 생초수량은 CAP766과 P32T83이 ha당 각각 61,000 kg, 55,220 kg로 가장 많았고 P3394는 18,700 kg/ha로 가장 낮았다 ($P < 0.05$). P3394 품종은 전반적으로 생육이 부진하여 수량은 물론 내습성도 약하고 경직경이 가는 경

Table 3. Fresh, dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) yield of corn hybrids for silage at Paddy field in Chungnam region

Hybrids	Yield (kg/ha)		
	Fresh matter	Dry matter	TDN
Kwangpyongok	27,670 ^{c-e}	12,400 ^{b-e}	8,900 ^{a-e}
Kangdaok	21,610 ^e	12,600 ^{a-e}	9,100 ^{a-e}
Kangilaok	34,890 ^{b-e}	13,260 ^{a-e}	8,240 ^{b-e}
Suwon 19	44,780 ^{abc}	13,840 ^{a-e}	9,120 ^{a-e}
P3394	18,700 ^e	9,500 ^e	6,800 ^e
P3156	23,620 ^{de}	9,840 ^{de}	6,850 ^{cde}
P32T83	55,220 ^a	19,680 ^a	13,280 ^a
P32P75	27,200 ^{c-e}	14,890 ^{a-e}	10,960 ^{a-e}
P32P76	43,670 ^{abc}	17,640 ^{a-e}	11,160 ^{a-d}
P32G44	51,220 ^{ab}	16,030 ^{a-e}	10,510 ^{a-e}
P32B14	41,780 ^{a-d}	13,520 ^{a-e}	8,500 ^{a-e}
P33T56	48,670 ^{ab}	17,780 ^{a-d}	11,690 ^{abc}
P33Y74	50,890 ^{ab}	15,470 ^{a-e}	10,090 ^{a-e}
NC7117	50,890 ^{ab}	19,110 ^{ab}	12,160 ^{ab}
CAP766	61,000 ^a	18,200 ^{abc}	10,930 ^{a-e}
Cobberflint	34,000 ^{b-e}	10,780 ^{cde}	6,840 ^{de}
CAP341	41,444 ^{a-e}	13,830 ^{a-e}	8,750 ^{a-e}
DK697	32,600 ^{b-e}	14,300 ^{a-e}	10,300 ^{a-e}

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

향을 보였다. 건물수량은 도입종인 P32T83과 NC7117 품종이 각각 ha당 19,680 kg, 19,110 kg으로 가장 높았던 반면 국내품종은 12~13톤으로 다소 낮았다. 이와 같은 결과는 도입종 옥수수를 밭에서 재배 하였을 때 17~18톤 이라는 보고(이 등, 1986) 보다도 오히려 높은 수량을 보였으나 국내육성품종은 논 재배에서 상대적으로 더욱 낮은 수량을 보였다. 지 등(2009)은 논에서 배수조건에 따른 사일리지용 옥수수의 생초수량은 배수가 불량한 지역에서 옥수수를

재배하면 배수가 양호한 경우에 비해 논 재배의 38.8%, 건물수량은 65.5%에 불과하기 때문에 배수관리가 중요하다는 사실을 강조한 바 있다. 또한 전반적으로 건물함량이 높은 이유는 수확시에 강우량이 많아 줄기가 빨리 경화되고 수확작업이 다소 늦어졌기 때문이다. TDN 수량은 P32T83이 ha당 13,280 kg으로 가장 많은 수량을 보였고 다음으로 NC7117 품종이 12,160 kg을 보였다. 국내품종에서 품종별 TDN 수량은 8~9톤 내외이었고 도입품종은 6

Table 4. Acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of corn hybrids for silage at paddy field in Chungnam region

(unit : %)

Hybrids	Feed values			
	ADF	NDF	CP	IVDMD
Kwangpyongok	21.0 ^{ab}	40.3 ^{ab}	5.2 ^a	73.8 ^{de}
Kangdaok	22.9 ^a	43.5 ^a	5.2 ^a	70.5 ^e
Kangilaok	18.5 ^{bc}	39.0 ^{bc}	5.9 ^a	76.0 ^{cd}
Suwon 19	16.5 ^{cd}	33.2 ^e	5.7 ^a	78.0 ^{ab}
P3394	17.8 ^{bc}	36.6 ^{cd}	5.1 ^a	77.6 ^{ab}
P3156	18.0 ^{bc}	36.4 ^{cd}	5.8 ^a	78.7 ^{ab}
P32T83	14.0 ^d	31.5 ^e	5.6 ^a	81.9 ^a
P32P75	18.8 ^{bc}	37.0 ^{cd}	5.6 ^a	76.7 ^{cd}
P32P76	18.2 ^{bc}	35.5 ^d	6.5 ^a	79.0 ^{ab}
P32G44	17.5 ^{cd}	35.5 ^d	6.0 ^a	78.6 ^{ab}
P32B14	18.9 ^{bc}	38.3 ^{bc}	6.1 ^a	75.5 ^{cd}
P33T56	15.5 ^d	33.8 ^e	6.5 ^a	78.6 ^{ab}
P33Y74	16.5 ^{cd}	32.8 ^e	6.7 ^a	78.8 ^{ab}
NC7117	19.0 ^{bc}	35.8 ^d	5.3 ^a	73.6 ^{de}
CAP766	22.6 ^a	38.9 ^{bc}	5.2 ^a	72.4 ^e
Cobberflint	21.0 ^{ab}	41.6 ^{ab}	5.1 ^a	70.2 ^e
CAP341	16.0 ^{cd}	33.4 ^e	5.6 ^a	77.8 ^{ab}
DK697	21.0 ^{ab}	40.0 ^{ab}	4.9 ^a	73.6 ^{de}

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

~12톤 내외로 품종간 차이가 크기 때문에 사일리지 옥수수를 논 재배에 품종선택의 중요성을 시사해주고 있다.

이와 같은 결과로 살펴보면 논 토양은 밭 토양과는 달리 생육초기에 수분이 많기 때문에 뿌리 활착력이 낮아지므로 생육초기 배수관리가 중요하며, 생육 중에는 토양에 충분한 수분을 보유하고 있지만 생육기에 따라 일시적으로 심한 가뭄피해를 받기 쉽다. 하지만 생육기 전

반에 걸쳐 수분이 과다하면 배수로 관리를 철저히 실시하여 상시적으로 수분을 조절해야 하며 수분이 부족하면 포장에 충분한 물 공급을 단기간에 실시하고 실시 후에는 포장에 물이 고이는 일이 없도록 관리해야 논 옥수수 재배를 성공하는데 결정적인 관건이라는 사실이다.

3. 사일리지용 옥수수의 사료가치

조사료의 품질 특성을 나타내는 조단백질, ADF, NDF 및 소화율은 Table 4와 같다. ADF 및 NDF 함량은 P32T83에서 각각 14.0%, 31.5%로 가장 낮게 나타났으며, 국내 개발 품종인 강다옥은 각각 22.9%, 43.5%로 가장 높게 나타났다. 조단백질 함량은 품종간 유의성이 인정되지 않았으며 평균적으로 5.7% 내외였다. *In-vitro* 건물 소화율은 생초수량, 건물수량과 TDN 수량이 가장 많은 P32T83이 81.9%로 최고의 소화율을 보였고 강다옥과 Cobberflint는 각각 70.5%, 70.2%로 공시품종에서 가장 낮았다.

IV. 요약

본 시험은 중부지방에 배수가 불량한 논에 벼 대체 여름 사료작물인 옥수수를 파종하여 논 재배에서 적응성 및 생산성이 우수한 품종을 선발하여 양질의 조사료를 생산할 목적으로 충남 서천농가의 배수가 불량한 논에서 수행하였다.

국내육성 4품종과 도입품종 14품종 등 18품종을 시험한 결과 생육 특성면에서는 P32T83이 경직경이 15.1 mm로 굵고 착수고가 57 cm로 낮으며, 당도가 12B°로 높고 생초수량이 ha당 55,220 kg, 건물수량이 19,680 kg, TDN 수량이 13,280 kg으로 가장 높게 나타났으며, ADF 및 NDF 함량이 낮고, 건물소화율도 81.9%로 가장 높게 나타나 사료가치도 우수하였다. 다음으로 NC7117이 경직경이 15.5 cm로 굵고 생초수량이 ha 당 50,890 kg, 건물수량이 19,110 kg, TDN 수량이 12,160 kg으로 양호한 특성을 가진 것으로 보여 밭작물 옥수수와 같은 수준의 수량 및 품질을 낼 수 있을 것으로 보인다. 이와 같은 특성을 가진 사일리지용 옥수수 품종을 논에 재배하면 밭 재배에서와 같은 수준의 수량을 얻을 수 있을 것으로 보인다.

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, 서성, 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. I. 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. 이봉춘, 정지훈, 김정인, 윤영남, 홍성준, 광도연, 홍연규, 강항원, 이기운. 2008. 옥수수 재배지의 벼검은줄오갈병 매개충인 애벌레의 보독충율. 한국식물병리학회지. 14(3):226-228.
6. 이호진, 김수형, 이홍석. 1994. 토성 및 지하수위에 따른 사료용 옥수수와 수수-수단그라스 잡종의 생육. 한작지. 39(6):585-593.
7. 이석순, 김태주, 배동호, 함태수. 1986. 남부지방에서 국내육성 및 도입옥수수 품종의 사일리지 생산성. 한작지. 31(2):156-161.
8. 지희정, 김충수, 홍범용, 이희봉. 2006. 논 토양조건에 따른 찰옥수수 교잡종의작물학적 특성. 충남대 농업과학연구. 33(2):123 -127.
9. 지희정, 이종경, 김기용, 윤세형, 임영철, 권오도, 이희봉. 2009. 남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질비교. 한초지 29(1):13-18.
10. 지희정, 김원호, 이상훈, 조중호, 권오도. 2011. 중부지방 논에서 사일리지용 옥수수의 생육특성, 생산성 및 품질비교. 한초지 31(2):127-134.
11. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
12. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage

- fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
13. 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.
14. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of florida. Dept. of Anim. Sci.
15. SAS. 2002. Users guid ; Statistics, Version 9th. SAS Institute, Inc, Cary, NC.
- (접수일: 2011년 10월 28일, 수정일 1차: 2011년 11월 15일, 수정일 2차: 2011년 11월 30일, 게재확정일: 2011년 12월 5일)