

파종시기에 따른 국내 육성 사일리지용 옥수수의 수량 및 사료가치의 품종간 비교

손범영* · 김정태* · 송송이* · 백성범* · 김정곤* · 김종덕**

Comparison of Yield and Forage Quality of Silage Corns at Different Planting Dates

Beom-Young Son*, Jung-Tae Kim*, Song-Yi Song*, Seong-Bum Baek*, Chung-Kon Kim*
and Jong-Duk Kim**

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate yield and forage quality of domestic silage corn hybrids at different planting dates. Days to silking of Suwon169 and P3394 were 62 days, respectively, the shortest among corn hybrids and Gangdaok was the longest. Cheonganok was more resistant to lodging than other hybrids. Kwangpyeongok and Gangdaok were more excellent to stay-green than other hybrids. Ear ratios to total dry matter of other domestic hybrids except Gangdaok were similar with those of DK697 and P3394. Ear ratios to total dry matter were similar in planting dates, May 3 and May 21 with 46% and 45% but June 11, low with 41%. Fresh yield of Gangdaok was the highest of all hybrids and other hybrids except Gangdaok were similar. Dry matter (DM) yields of domestic hybrids except Cheonganok were similar to those of DK697 and P3394. Total digestible nutrients (TDN) yields of domestic hybrids were no significant difference compared with those of DK697 and P3394. Fresh yield, DM yield and TDN yield of all hybrids were similar in planting dates, May 3 and May 21 but those of all hybrids were reduced in planting date, June 11 compared with May 3 and May 21. All hybrids were no significant difference in acid detergent fiber (ADF) which had values ranging from 44.2~46.2%. All hybrids were no significant difference in neutral detergent fiber (NDF) which had values ranging from 58.1~59.9%. There were no significant differences in ADF and NDF according to planting dates. Relative feed value (RFV) of P3394 was the lowest of all hybrids. Other hybrids except P3394 had values ranging from 84.1~85.0 and was no significant difference in RFV. It is concluded that domestic hybrids tested in this study have high forage quality as well as high production similar to those of imported corn hybrids.

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

I. 서 론

옥수수는 C4식물로 고온의 조건에서 광합성 효율이 다른 벼과 작물에 비하여 높은 편이며 이삭생산량이 총 건물생산량의 50%를 차지하

고 가소화영양소총량(TDN)의 70%를 차지할 만큼 영양가가 높으며 기호성이 좋다. 적기에 예취한 옥수수는 수용성 당의 함량이 높아 사 일리지 발효가 잘 되어 저장하기 쉽고, TDN이 높아 사료 생산 기반이 열악한 우리나라의 축

* 국립식량과학원(National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea)

** 천안연암대학(Industry Academic Cooperation Foundation, Cheonan Yonam College, Cheonan, 330-709, Korea)

Corresponding author : Beom-Young Son, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea Tel: +82-31-290-6758, Fax: +82-31-290-6742 E-mail: sonby@korea.kr

산여건에서 다른 사료작물에 비하여 양질의 조사료라 할 수 있다(정 등, 1996). 다른 작물에 비하여 단위면적당 수량과 품질이 우수한 사일리지용 옥수수는 우리나라와 같이 경작면적이 좁은 여건에서 유리하다고 할 수 있다(김, 1986).

단백질과 섬유소 함량은 조사료의 사료가치를 좌우하며, 에너지가 높고 섬유소 함량이 상대적으로 낮은 옥수수 사일리지는 가축에 대한 기호성과 섭취량이 높고 소화율이 높아서 가축 생산성이 높다. 최근 축산농가들이 조사료의 중요성을 인식하여 매년 조사료의 이용이 증가하고 있으나 조사료의 품질에 대한 개념은 미약한 실정이다. 또한 최근에 논의되고 있는 건물수량의 50%를 차지하는 옥수수 줄기와 엽 부분의 사료가치에 대한 평가가 이루어지고 있다. 조사료의 품질은 품종에 따라 다르며, 같은 품종이라도 파종기, 재식밀도, 수확시기 등 재배 조건에 따라 달라질 수 있다. 최근 국내에서 육성된 사일리지용 옥수수인 광평옥(문 등, 2001)과 강다옥(Son 등, 2006) 등은 사료가치 측면에서 검토된 바 있으나(손 등, 2006), 파종시기를 달리 하였을 때의 수량과 품질에 대한 검토는 이루어진 바 없다.

따라서 본 시험은 수입종과 국내 육성 사일리지용 옥수수를 파종기에 따라 수량 및 사료가치를 분석하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 수원 국립식량과학원 전작물시험 포장에서 2007년에 수행하였다. 본 시험은 분할구 배치법으로 주구는 품종, 세구는 파종시기를 두었다. 공시품종은 국산종인 광평옥, 청안옥, 강다옥, 수원169호와 수입종인 DK697, P3394 등 6개 품종을 사용하였다. 파종시기는 5월 3일, 5월 21일 및 6월 11일 두었다.

시비량은 $N-P_2O_5-K_2O = 20-15-15$ kg/10a로, 질소비료의 절반은 파종 전에 처리하였고 파종 후에 옥수수가 7~8엽기에 추비로 주었다. 퇴비

는 10a당 1,500 kg을 사용하였고, 재식밀도는 60×25 cm(6,600본/10a)로 하였다. 파종은 2007년 5월 3일, 5월 21일, 6월 11일, 3차에 걸쳐 2립씩 심어 3~4엽기에 1주에 1개체만 남기고 솎아 주었다. 깨씨무늬병(*Bipolaris maydis*)은 자연발생조건에서 조사하였다. 수확은 사일리지용 옥수수의 수확적기인 황숙기로 5월 3일 파종은 8월 21일에, 5월 21일 파종은 9월 10일에, 6월 11일 파종은 9월 28일에 하였다. 생육 및 수량성 조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 따라 실시하였다. TDN 건물수량은 Pioneer Hi-bred사가 제시한 $TDN = (\text{경엽건물수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 에 의하여 계산하였다(Holland 등, 1990). ADF(Acid detergent fiber), NDF(Neutral detergent fiber)는 Georing 및 Van Soest(1970) 방법으로 분석하였다. 상대사료가치(Relative feed value: RFV)의 산출은 ADF 및 NDF가 소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 $\text{가소화건물} (\text{digestible dry matter, DDM} = 88.9 - (0.779\% \times \text{ADF}))$ 과 건물섭취량(dry matter intake, $DMI = 120/NDF$)를 구한 후 계산식 $RFV = (DDM \times DMI)/1.29$ 에 의하여 산출하였다(Holland 등, 1990).

III. 결과 및 고찰

1. 사일리지용 옥수수의 생육특성

국내 육성 사일리지용 옥수수의 파종일에서 출사일까지의 출사일수는 수원169호와 P3394가 62일로 가장 짧았으며 강다옥이 68일로 가장 길었다. 품종간의 출사일수는 6일간 차이가 있었다. 파종기가 늦어질수록 출사일수는 짧아졌다.

파종일에서 전 개체의 80~90% 이상의 포엽이 황화되는 날까지의 성숙일수는 광평옥과 강다옥이 길었으며 이를 제외한 다른 품종들은 비슷한 경향이었다. 성숙일수는 파종기가 늦어짐에 따라 빨라졌으나 6월 11일 파종기는 5월

3일 파종기와 비슷한 경향을 나타냈는데 이는 파종기가 늦어짐에 따라 옥수수가 생육에 필요한 적산온도가 8월 이후는 온도가 낮아지기 때문에 일수가 늘어나는 것이라 사료된다.

간장은 광평옥과 강다옥이 길었으며 이를 제외한 다른 품종들은 간장이 비슷하였다. 5월 3일과 5월 21일 파종기의 간장은 비슷하였으나 6월 11일 파종기부터는 간장이 급격하게 줄어드는 경향을 볼 수 있었다. 지상에서 이삭목까지의 간장에서 최상위 이삭이 달린 위치까지의 비율인 착수고율은 청안옥과 강다옥이 53%였고 나머지 품종들은 49~51%로 나타났다. 5월 3일과 5월 21일 파종기의 착수고율은 비슷하였으나 6월 11일 파종기부터는 착수고율이 높아지는 경향을 볼 수 있었다. 이는 파종시기가 지연됨에 따라 착수고가 높아지는 경향이 있다고 한 George (1981)의 보고와 같은 결과를 나타내었으나 김 등(1996)은 5월 이후에는 파종

이 늦어짐에 따라 착수고가 낮아진다고 하였다. 사일리지용 옥수수는 기계화 작업을 할 때 도복저항성이 높아야 건물손실을 줄일 수 있는데 사일리지용 옥수수 중 청안옥이 도복에 가장 강하였고 나머지 품종들도 대체로 도복에 강하여 기계화 작업시 안정적인 수확이 가능하리라 생각된다. Aldrich 등(1986)은 간장과 착수고가 높아지면 도복이 증가하고 그로 인한 수량손실이 크다고 하였는데 청안옥 등은 착수고가 높았는데도 도복에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 도복이 착수고 뿐만 아니라 품종, 토양의 특성과 개화기의 기상 조건에도 영향을 받을 수 있음을 나타낸다고 하겠다.

경직경은 강다옥이 가장 굵었으며 나머지 품종들은 비슷한 경향을 나타내었다. 파종기에 따라 각각 22.9 mm, 22.0 mm, 19.9 mm로 파종기가 늦어짐에 따라 경직경이 가늘어져 파종시

Table 1. The agronomic characteristics of corn hybrids for silage

Item	Days to silking (days)	Days to mature (days)	Plant height (cm)	Ratio ¹⁾ (%)	Lodging (1-9) ²⁾	Stem diameter (mm)	Stay green (1-9)	<i>B. maydis</i> (1-9)
Hybrid								
Kwangpyeongok	66 ^b	108 ^a	256 ^b	50 ^b	2.1 ^a	20.9 ^{bc}	5.3 ^{cd}	2.0 ^b
Cheonganok	65 ^b	106 ^b	232 ^d	53 ^a	1.0 ^b	20.5 ^c	5.9 ^{bc}	2.0 ^b
Gangdaok	68 ^a	109 ^a	270 ^a	53 ^a	2.3 ^a	23.7 ^a	5.1 ^d	2.1 ^b
Suwon169	62 ^c	105 ^b	239 ^{cd}	49 ^b	1.9 ^{ab}	21.4 ^{bc}	6.3 ^{ab}	2.0 ^b
DK697	66 ^b	106 ^b	247 ^c	49 ^b	2.1 ^a	21.6 ^b	6.3 ^{ab}	2.0 ^b
P3394	62 ^c	106 ^b	240 ^{cd}	51 ^{ab}	2.1 ^a	21.7 ^b	6.7 ^a	2.6 ^a
Planting date								
May 3	70 ^a	109 ^a	263 ^a	50 ^b	1.0 ^b	22.9 ^c	6.2 ^a	2.0 ^b
May 21	63 ^b	104 ^c	265 ^a	50 ^b	1.0 ^b	22.0 ^b	5.4 ^b	2.2 ^a
June 11	62 ^c	107 ^b	213 ^b	54 ^a	3.0 ^a	19.9 ^c	6.2 ^a	2.2 ^a
Hybrid (H)	***	***	***	**	*	***	***	***
Planting date (P)	***	***	***	***	***	***	**	*
H X P	***	***	*	**	*	ns	**	**

¹⁾ Ratio : height of insertion of upper ear to plant height.

²⁾ Stay-green : 1 = excellent(strong), 9 = poor.

ns = not significant at the 0.05 level.

*, **, *** Significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability, respectively.

기에 따라 경직경은 영향을 많이 받는 것을 볼 수 있으며 이는 서와 이(1996)의 보고와 일치하였다. 일반적으로 후기녹체성이 좋을수록 수확적기에 빨리 도달하고 수량이 높으며, 포장과 기계적 손실이 적다. 후기녹체성은 광평옥과 강다옥 등을 제외한 품종들은 비슷한 수준이었다. 국내에서 가장 많이 발생하는 깨씨무늬병 (*Bipolaris maydis*)에 대체로 강하였으며, P3394가 다른 품종들보다 약한 것을 볼 수 있었으며 5월 3일 파종기가 5월 21일, 6월 11일 파종기보다 낮았다(Table 1).

2. 사일리지용 옥수수 이삭특성

사일리지용 옥수수의 영양가의 70%는 암이삭이 차지하며, 암이삭이 차지하는 비율이 높으면 사일리지의 품질이 높아져 사료가치 증진에 유리하다고 하여 암이삭 비율이 강조되었다 (Phipps 및 Wilkinson, 1985; 김 등, 1996). 암이

삭 비율은 강다옥을 제외한 품종들은 수입종인 DK697과 P3394와 비슷하였지만 대체로 낮은 것으로 나타났다. 따라서 국내품종들은 옥수수의 사료가치를 향상시키기 위하여 이삭비율이 높은 품종개발이 요구된다. 5월 3일과 5월 21일 파종기의 암이삭 비율은 46%, 45%로 비슷하였으나 6월 11일 파종기에는 41%로 낮아져 Giardini 등(1976)의 보고와 일치하였다.

100주당 암이삭 수는 도입종인 P3394와 비교해 볼 때 국산 품종들은 비슷하였으며 파종기가 늦어짐에 따라 암이삭 수가 적어지는 것으로 나타났다. 암이삭 길이는 DK697, P3394 및 강다옥 등이 길었으며 암이삭 크기는 파종기가 6월 11일까지 늦어져도 작아지지 않은 것으로 나타났다. 암이삭 굵기는 청안옥이 가장 얇았으며 그 외 품종들은 비슷한 것으로 나타났다. 착립장률은 강다옥을 제외한 다른 품종들은 비슷하였으며 5월 3일 파종기가 착립장률이 높았다(Table 2).

Table 2. Ear characteristics of corn hybrids for silage

Item	Ear to total dry mater (%)	Ear per 100plants (No.)	Ear (cm)		RKSLEL [#] (%)
			Length	Diameter	
Hybrid					
Kwangpyeongok	43 ^a	92	16.9 ^d	5.0 ^{ab}	92 ^a
Cheonganok	48 ^a	95	17.6 ^{cd}	4.6 ^c	91 ^a
Gangdaok	36 ^b	87	18.3 ^{bc}	4.9 ^b	87 ^b
Suwon169	44 ^a	91	17.4 ^{cd}	5.0 ^a	91 ^a
DK697	45 ^a	95	19.5 ^a	4.9 ^{ab}	92 ^a
P3394	47 ^a	94	18.8 ^{ab}	5.0 ^{ab}	90 ^a
Planting date					
May 3	46 ^a	100 ^a	17.7 ^b	4.88 ^{ab}	94
May 21	45 ^{ab}	97 ^a	18.2 ^{ab}	5.00 ^a	86
June 11	41 ^b	81 ^b	18.4 ^a	4.87 ^b	91
Hybrid (H)	**	ns	***	**	***
Planting date (P)	*	***	*	***	ns
H X P	ns	*	ns	*	ns

*, **, *** Significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability, respectively. ns = not significant at the 0.05 level.

[#] RKSLEL = Ratio of kernel set length to ear length.

3. 사일리지용 옥수수의 생산성

사일리지용 옥수수의 생초수량은 강다옥이 가장 높았으며 그 외 품종들은 비슷한 생초수량을 나타내었다. 파종기에 따른 생초수량은 6,492kg/10a, 6,191kg/10a, 5,659kg/10a이며 6월 11일 파종기의 생초수량이 감소하는 것을 볼 수 있었다.

건물수량은 청안옥을 제외한 다른 국산 품종들은 DK697과 P3394와 비교해 볼 때 비슷하였다. 파종기에 따른 건물수량은 2,224 kg/10a, 2,231 kg/10a, 2,017 kg/10a이며 6월 11일 파종기의 건물수량이 감소하였다.

가소화영양소총량(TDN) 수량은 품종간 유의적인 차이는 없었다. 파종기에 따른 TDN 수량은 1,553kg/10a, 1,551kg/10a, 1,378kg/10a이며 6

월 11일 파종기의 TDN 수량이 감소하였다. 5월 3일과 5월 21일 파종기의 생초수량, 건물수량 및 가소화영양소총량 등은 비슷하였으나 6월 11일 파종기에는 생초수량, 건물수량 및 가소화영양소총량 등이 감소함을 볼 때 적어도 5월 하순까지는 옥수수 파종이 되어야 수량이 떨어지지 않을 것으로 사료된다(Table 3).

4. 사일리지용 옥수수의 사료가치

산성세제불용성섬유 (ADF)는 조사료의 가소화 건물(DDM)과 부의 상관관계이므로 ADF 함량이 증가하면 소화율은 감소하며, 중성세제불용성섬유 (NDF)는 건물섭취량(DMI)과 부의 상관관계이므로 조사료내 NDF 함량이 증가하면 가축의 섭취량이 감소한다고 하였다

Table 3. Fresh, dry matter(DM), total digestible nutrients (TDN) and grain yield of corn hybrids for silage

Item	Yield (kg/10a)		
	Fresh	DM	TDN
Hybrid			
Kwangpyeongok	6,087 ^b	2,183	1,506
Cheonganok	6,203 ^{ab}	2,009	1,411
Gangdaok	6,781 ^a	2,299	1,549
Suwon169	5,809 ^b	2,174	1,508
DK697	5,948 ^b	2,128	1,480
P3394	5,856 ^b	2,150	1,506
Planting date			
May 3	6,492 ^a	2,224 ^a	1,553 ^a
May 21	6,191 ^a	2,231 ^a	1,551 ^a
June 11	5,659 ^b	2,017 ^b	1,378 ^b
Hybrid (H)	**	ns	ns
Planting date (P)	***	*	**
H X P	***	ns	ns

*, **, *** Significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability, respectively.

ns = not significant at the 0.05 level.

(Rohweder 등, 1978). Table 4는 사일리지용 옥수수 품종의 ADF, NDF, DDM, DMI와 상대적 사료가치(RFV)를 나타낸 것이다. ADF는 품종간의 차이는 없었으며 범위는 44.2~46.2%였다. 파종시기가 늦어짐에 따라 함량은 증가하는 경향이있지만 유의한 차이는 없었다. 김 등(1996)은 경엽의 ADF가 만기 파종보다 적기 파종이 낮았다는 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. NDF는 품종간의 차이는 없었으며 범위는 58.1~59.9%였다. 파종시기에 따른 유의한 차이는 없었다.

DDM은 품종간의 차이는 없었으며 범위는 52.9~54.5%였다. 파종시기가 늦어짐에 따라 함량은 감소하는 경향이있지만 유의한 차이는 없었다. DMI는 2.0~2.1%로 품종간의 차이는 없었으며 또한 파종기간 차이도 없었다. RFV

는 P3394가 가장 낮았으며 이를 제외한 다른 품종들은 84.1~85.0로 유의한 차이는 없었다.

본 시험에서 사일리지용 옥수수의 품종간 수량성 및 사료가치를 알아 본 결과 국내 품종들의 생초수량, 건물수량, TDN, 종실중과 상대사료가치(RFV)는 수입 품종과 비슷한 것으로 나타났다.

이상의 시험결과를 볼 때 광평옥 등 국내 육성 사일리지용 옥수수 품종은 생산성과 품질면에서 수입품종과 비슷하거나 우수하였다. 사료가치는 파종시기에 영향을 적게 받는 것으로 나타났지만 6월 11일 파종기의 생초수량 등 생산성이 줄어들어 적어도 5월 하순까지는 옥수수 파종을 하는 것이 안정적인 수량 확보에 유리할 것으로 생각된다.

Table 4. The forage quality of corn hybrids for silage

Item	ADF (%)	NDF (%)	DDM (%)	DMI (%)	RFV
Hybrid					
Kwangpyeongok	44.2	59.9	54.5	2.0	84.7
Cheonganok	46.2	58.1	52.9	2.1	84.4
Gangdaok	45.2	59.2	53.7	2.0	84.4
Suwon169	45.0	58.9	53.8	2.0	85.0
DK697	45.7	58.9	53.3	2.0	84.1
P3394	45.2	59.8	53.7	2.0	83.4
Planting date					
May 3	44.2	60.1	54.5	2.0	84.3
May 21	45.2	59.0	53.7	2.0	84.6
June 11	46.3	58.3	52.8	2.1	84.2
Hybrid (H)	ns	ns	ns	ns	ns
Planting date (P)	ns	ns	ns	ns	ns
H X P	ns	ns	ns	ns	ns

*, **, *** Significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability, respectively.

ns = not significant at the 0.05 level.

ADF = Acid detergent fiber, NDF = Neutral detergent fiber, DDM = Digestible dry matter, DMI = Dry matter intake, RFV = Relative feed value.

IV. 요 약

본 시험은 최근 육성된 국내 사일리지용 옥수수 품종들의 파종기에 따른 수량 및 사료가치를 분석하고자 수행하였다. 국내산 옥수수의 파종일에서 출사일까지의 출사일수는 수원169호와 P3394가 62일로 가장 짧았으며 강다옥이 68일로 가장 길었다. 청안옥이 다른 품종보다 도복에 더 강하였으며 후기녹체성은 광평옥, 강다옥이 다른 품종보다 더 우수하였다. 암이삭 비율은 강다옥을 제외한 품종들은 수입종인 DK697과 P3394와 비슷하였지만 대체로 낮은 것으로 나타났다. 5월 3일과 5월 21일 파종기의 암이삭 비율은 46%, 45%로 비슷하였으나 6월 11일 파종기에는 41%로 낮았다. 생초수량은 강다옥이 가장 높았으며 그 외 품종들은 비슷한 생초수량을 나타내었다. 건물수량은 청안옥을 제외한 다른 국산 품종들은 DK697과 P3394와 비교해 볼 때 비슷하였다. 가소화영양소총량(TDN) 수량은 품종간 차이는 없었다. 5월 3일과 5월 21일 파종기의 생초수량, 건물수량 및 가소화영양소총량 등은 비슷하였으나 6월 11일 파종기에는 생초수량, 건물수량 및 가소화영양소총량 등이 감소하였다. ADF는 품종간의 차이는 없었으며 범위는 44.2~46.2%였다. 파종시기가 늦어짐에 따라 함량은 증가하는 경향이었지만 유의한 차이는 없었다. NDF는 품종간의 차이는 없었으며 범위는 58.1~59.9%였다. 파종시기가 늦어짐에 따라 ADF와는 반대로 감소하는 경향이었지만 유의한 차이는 없었다. 가소화건물(DDM)은 품종간의 차이는 없었으며 범위는 52.9~54.5%였다. 파종시기가 늦어짐에 따라 함량은 감소하는 경향이었지만 유의한 차이는 없었다. 건물섭취량(DMI)은 2.0~2.1%로 품종간의 차이는 없었으며 또한 파종기간 차이도 없었다. RFV는 P3394가 가장 낮았으며 이를 제외한 다른 품종들은 84.1~85.0로

유의한 차이는 없었다. 이상의 시험결과를 볼 때 광평옥 등 국내 육성 사일리지용 옥수수 품종은 생산성과 사료가치 면에서 수입품종과 비슷하거나 우수하였다.

V. 인 용 문 헌

1. 김동암, 이광녕, 신동은, 김종덕, 한건준. 1996. 숙기가 다른 사일리지용 옥수수의 파종기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 16(4):327-337.
2. 김동암. 1986. 사료작물: 그 특성과 재배방법. 선진문화사. 서울. pp. 167-198.
3. 문현귀, 손범영, 차선우, 정태욱, 이영호, 서종호, 민황기, 최기준, 허창석, 김석동. 2001. 사일리지용 옥수수 신품종 "광평옥". 한육지. 33(4):350-351.
4. 서종호, 이호진. 1996. 숙기별 사일리지용 옥수수의 생육 및 수량 변화. 한초지. 16(4):291-298.
5. 손범영, 문현귀, 정태욱, 김시주, 김종덕. 2006. 국내육성 사일리지옥수수의 일반생육특성 및 사료가치의 품종간 비교. 한작지. 51(30):231-236.
6. 정승근, 이석순, 박승의, 배동호. 1996. 옥수수 재배와 이용의 종합기술. 농민신문사.
7. Aldrich, S.R., W.O. Scott, and R.G. Hoeft. 1986. Modern corn production (3rd ed.). A&L Publications Inc. Station. Illinois.
8. George, J.R. 1981. Grain crop production in the North Central United States. 3rd. print.
9. Giardimi, A., Gaspari, M. Vecchietini and P. Schenoni. 1976. Effect of maize silage harvest stage on yield, plant composition and fermentation losses. Ani. Feed & Sci. Tech. 1:313-326.
10. Goering, E.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, 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 Int. Inc., Des Moines, IA.
12. Phipps, R. and M. Wilkinson. 1985. Maize silage.

- Chalcombe Publications, Bucks SL7 3PU.
13. Rohweder, D.A., R.F. Barnes and N. Jorgensen. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *J. of Animal Sci.* 47(3):748-759.
14. Son, B.Y., H.G. Moon, T.W. Jung, S.J. Kim. B.R. Sung, C.S. Huh. and S.H. Ryu. 2006. A new corn hybrid cultivar, "gangdaok" for silage. *Korean J. Breed.* 38(2):147-148.
(접수일: 2009년 8월 28일, 수정일 1차: 2009년 9월 1일, 수정일 2차: 2009년 9월 7일, 게재확정일: 2009년 9월 21일)