

논에서 배수조건에 따른 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교

지희정¹ · 조중호¹ · 주정일²

Effect of Different Drained Conditions on Growth, Forage Production and Quality of Sorghum, Sorghum × Sudangrass and Sudangrass Hybrids at Paddy Field

Hee Chung Ji¹, Jung Ho Cho¹ and Jung Il Ju²

ABSTRACT

This experiment was carried out to know adaptability and forage production and quality of sorghum, sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids depend on drained condition at paddy field from 2007 to 2008 at Chungnam province. Growth, forage production and quality of sorghum, sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids showed more well drained condition than poorly drained condition at paddy field. Among growth characteristics, ‘SS405’ hybrids were somewhat strong for waterlogging, then and good at stem diameter, disease resistance. The dry yield of ‘SS405’ hybrid at poorly drained paddy field was the highest as 12,938 kg per ha. Fresh yield of poorly drained paddy field was 52.7% compared to that of well drained paddy field. The dry matter yield of poorly drained paddy field was the lower as 66.4% than that of well drained condition. ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), CP (crude protein) and IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) in poorly drained paddy field were 90.3%, 100.6%, 85.7% and 89.6% level compared to well drained paddy field.

(Key words : Sorghum, Sorghum × Sudangrass and Sudangrass Hybrids, Yield, Dry matter, TDN, Forage)

I 서 론

최근 국제 곡물가 상승과 이상기후 및 고유가로 매년 해상운임과 조사료 수입가격은 상승하고 있지만 2010년도에 국내 양질 조사료 소요량은 1,869 천 톤으로 자급률은 29%에 불과하며, 조사료 재배면적은 244 천 ha이다(농식품부, 2011). 따라서 안정적인 양질 조사료 생산 확대 및 기반시설을 확충하기 위해서는 겨울철

에 동계작물인 이탈리아인 라이그라스와 청보리 등을 재배 확대하고, 여름철에는 벼 대체 사료작물인 옥수수과 수수 × 수단그라스 교잡종을 이용한 재배면적 확대가 선행되어야 한다. 또한 국민 식생활 패턴이 서구화되어 쌀 소비의 급격한 감소와 버터, 치즈 등 육류식품의 소비가 증가하고 있고, 벼 재배 면적은 매년 감소로 이어져 많은 유휴지가 발생될 가능성이 높다고 할 수 있다. 따라서 여름철 사료

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

² 충남농업기술원 (Chungnam Provincial ARES, Yesan 340-861, 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

작물인 옥수수과 수수 × 수단그라스 교잡종을 논에 재배할 경우에는 단위면적당 조사료 생산성이 높아 양질의 조사료 확보에 유리한데 일반적으로 논에 사료작물을 재배할 때에 가장 유리한 여름철 사료작물은 옥수수이지만 옥수수는 타 작물에 비해 습해에 약하기 때문에 습해에 강한 총채벼나 사료용 피 등을 재배하거나 비교적 강한 사료작물인 수수 × 수단그라스 교잡종을 재배하는 것이 습해 적응성이 강할 뿐만 아니라 여러 번 예취가 가능하고 비나 바람 등에 의한 도복 후에 회복이 빠르고 수량성이 높아 배수 불량한 논에 재배가 유리하다. 또한 검은줄 오갈병이 심한 지역에서는 옥수수 대신에 수수 × 수단그라스 교잡종을 재배하는 것이 양질의 조사료 확보차원에서 안정적인 생산기반 구축이 가능하다고 할 수 있다. 하지만 일선 농가에서는 수수 × 수단그라스 교잡종이나 수단그라스는 이삭이 거의 없거나 작아서 재배 확대를 기피하는 원인이 되고 있다.

일반적으로 밭 토양에서 수수 × 수단그라스 교잡종에 대한 연구는 많지만(서와 김, 1983; 서, 1982; 이와 서 1988; 이 등 1991; 윤 1993; 이 등 1994; 이 등 2000), 논 이용 여름철 사료작물인 수수 × 수단그라스 교잡종에 대한 연구는 그리 많지 않았다(지 등 2009; 지 등 2010).

따라서 본 연구는 논 이용 여름철 사료작물인 수수 × 수단그라스 교잡종을 재배하는데 있어서 배수조건에 따른 논 재배 수수 × 수단그라스 교잡종의 생육특성 및 수량에 대한 기초자료로 활용코자 실시하였다.

II 재료 및 방법

공시품종은 비출수형 2품종(점보, G7)과 출수형 4품종(SS405, SX17, Revolution, Sordan79)으로 점보, G7, SX17, Revolution, Sordan79 등은 수수 × 수단그라스 교잡종이고, SS405는 수

수 × 수수 교잡종으로 총 6 품종이었다. 파종은 충청남도 아산과 천안 농가포장에서 2007년 5월 1일, 2008년 5월 7일에 실시하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고 시험구 면적은 12 m² (3 × 4 m)로 하여 주간거리를 50 cm로 ha 당 40 kg을 제조파 하였다. 시비량은 ha당 질소(N) 200 kg, 인산(P₂O₅) 150 kg, 그리고 칼리(K₂O) 150 kg로 하였으며, 질소는 기비와 추비로 나누어 1/2씩 사용하였는데 특히 추비는 1차 예취 후에 실시하였다. 수수 × 수단그라스 교잡종의 1차 예취는 2007년에는 8월 3일에 하였으며 2차 예취는 9월 21일에, 2008년에는 1차 예취를 8월 13일에 하였으며, 2차 예취는 9월 19일에 수확하였다. 생육조사는 간장, 경직경, 출사기, 당도, 내습성, 병해, 총해 등을 조사하였는데, 당도는 휴대용 굴절당도계(Brix, 일본)로 측정하였고 내습성정도는 9등급 [1(강) ~ 9(약)]으로 나누어 달관조사 하였다. 수량은 구당 6열 가운데 중앙의 2열을 예취하여 측정하였고 건물중은 이들 중의 일부를 취하여 건조기에서 65℃ . 7일간 건조한 후 건물중을 구하여 측정하여 계산하였다. 그리고 건물수량은 생초수량에 건물률을 곱하여 환산하였고, 그 중 일부를 취하여 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석시까지 보관하였으며 시료의 일반성분은 AOAC법(1990)으로 ADF(acid detergent fiber)와 NDF(neutral detergent fiber)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로, *in vitro* 건물 소화율(IVDMD)은 Tilly 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법으로 분석하였다.

논 시험 포장의 토양조건을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

배수가 불량한 논토양의 산도(pH)는 5.52로 배수가 양호한 논 6.42 보다 약간 낮았으며, 유효인산 함량의 적정범위는 150 ~ 50 mg/kg으로 배수 양호한 논 보다 배수 불량한 논에서

Table 1. Chemical properties of paddy field in this experiment

Paddy field	pH	T-N (%)	Avai. P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM* (g/kg)	CEC** (cmol/kg)	Ex. Cat. (cmol/kg)			
						K	Na	Ca	Mg
PDPF***	5.52	0.14	105.40	11.20	13.15	1.70	0.73	4.12	12.60
WDPF	6.42	0.25	103.20	15.05	14.10	1.43	0.42	5.74	2.08

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

*** WDPF : well drained paddy field, PDPF : poorly drained paddy field.

105.40 mg/kg으로 약간 많았다. 유기물 함량은 적정범위인 20~30 g/kg 보다는 배수가 불량 논에서 11.20 g/kg로, 배수가 양호한 논에서는 15.05 g/kg으로 두 처리 논 토양에서 약간 낮았다. 배수가 불량한 논과 양호한 논에서 모두 부족하였다. 치환성 양이온에서는 마그네슘 함량의 적정범위 (1.5~2.5)에 비해 배수가 불량한 논에서 12.6 cmol/kg로 상당히 높았고 배수가 양호한 논에서는 2.08 cmol/kg 으로 적정범위이었다 (농진청, 2006).

III 결과 및 고찰

1. 수수류의 생육특성

배수조건이 다른 논에서 수수류를 재배한 품종들의 생육특성에 대한 결과는 Table 2, Table 3, Table 4와 같다. 도입품종인 수수류 중에서 배수 양호한 논에서 재배한 SX17, Revolution, Sordan 79 등은 출수기가 7월 20일과 8월 15일이었고 다만 SS405는 9월 10일로 공시품종 중에서 제일 늦었으며 배수가 불량한 논에서는

Table 2. Agronomic characters of sorghum, sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field on different drained conditions

Hybrids	Days to heading		Stem height (cm)			
			1st		2nd	
	WDPF (A)*	PDPF (B)*	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)
Jumbo	-	-	263 ^a	209 ^b	168 ^c	138 ^a
SS405	10 Sept.	06 Aug.	257 ^b	222 ^a	134 ^d	100 ^c
SX17	20 July	23 July	222 ^e	186 ^e	246 ^a	122 ^b
Revolution	20 July	22 July	216 ^f	195 ^{de}	205 ^b	137 ^a
G7	-	-	252 ^b	202 ^{bc}	163 ^c	105 ^c
Sordan79	20 July	23 July	228 ^d	196 ^{cd}	241 ^a	125 ^b
Mean	15 Aug.	29 July	240 ^c	202 ^{bc}	193 ^b	121 ^b
B/A(%)	+17 days		84.2		62.7	

* WDPF(A) : well drained paddy field, PDPF(B) : poorly drained paddy field.

Table 3. Continued

Hybrids	Stem diameter (mm)				Sugar content (%)			
	1st		2nd		1st		2nd	
	WDPF* (A)	PDPF* (B)	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)
Jumbo	8.1 ^b	6.9 ^{ab}	5.8 ^d	8.2 ^e	5.0 ^d	5.8 ^e	1.8 ^e	5.9 ^b
SS405	9.5 ^a	7.3 ^a	7.8 ^a	10.4 ^a	4.4 ^e	7.4 ^d	2.3 ^d	5.6 ^b
SX17	8.0 ^b	5.9 ^b	6.3 ^c	8.8 ^{cd}	5.6 ^b	8.4 ^c	8.0 ^a	4.6 ^c
Revolution	7.6 ^b	6.9 ^{ab}	6.6 ^b	8.4 ^{de}	7.9 ^a	11.0 ^b	7.3 ^b	7.3 ^a
G7	9.7 ^a	6.9 ^b	6.7 ^{bc}	9.8 ^b	5.3 ^{bc}	4.9 ^e	2.0 ^e	5.5 ^{bc}
Sordan79	7.8 ^{ab}	6.2 ^b	6.3 ^{bc}	8.7 ^{cd}	5.3 ^{cd}	12.0 ^a	8.3 ^a	7.2 ^a
Mean	8.5 ^{ab}	6.7 ^{ab}	6.6 ^{bc}	9.1 ^c	5.6 ^b	8.3 ^c	5.0 ^c	6.0 ^b
B/A(%)	78.8		138		148		120	

* WDPF(A) : well drained paddy field, PDPF(B) : poorly drained paddy field.

Table 4. Continued

Hybrids	Insect		Waterlogging (1 ~ **)		Disease (1 ~ **)	
	WDPF* (A)	PDPF* (B)	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)
Jumbo	2	3	2	2	3	2
SS405	2	4	2	2	2	1
SX17	2	5	3	3	2	2
Revolution	2	5	4	6	2	3
G7	3	6	3	8	1	3
Sordan79	2	3	3	5	2	3
Mean	2.2	4.3	2.3	4.3	2.0	2.3
B/A(%)	196		187		115	

* WDPF(A): well drained paddy field, PDPF(B) : poorly drained paddy field.

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

배수 양호한 논보다 평균 출수일이 17일 빨랐다.
간장은 1차 수확에서는 배수가 불량한 논이

배수 양호한 논에 비해 평균 38 cm로 16.8%가 감소하였고, 2차 수확에서는 배수 불량논이 121 cm로 배수 양호논보다 72 cm로 62.7%에

불과하였다. 한편 경직경은 1차 수확에서 배수 양호한 논에서 평균 8.5 mm로 배수가 불량한 논 보다 1.8 mm 두꺼웠지만 2차 수확에서는 오히려 배수불량 논에서 배수 양호논의 138%를 차지하였다. 그 이유는 생육지연으로 줄기 두께가 두꺼워진 것으로 생각된다.

당도는 1차 수확에서 배수 불량논의 평균 당도가 8.3%로 배수 양호 논에서의 148%였고 2차 수확에서는 평균 1% 높은 120%로 당도는 수확기에 관계없이 배수 불량논에서 양호한 논에서 재배했을 경우보다 당도가 높았다는 사실이다. Gangstad (1964)에 의하면 당도는 가축기호성과 밀접한 관계가 있고 사일리지 조제에 유리하다고 한 바 Revolution 품종은 배수 양호한 논에서 7.9%이었지만 배수 불량한 논에서는 11.0%로 높았고 소르단 79 품종은 배수 불량 논에서 12%로 최고의 당도를 보였다.

수수류를 논재배에서 가장 중요한 특성인 내

습성 정도는 배수 불량논이 양호 논보다 내습성 정도는 다소 떨어졌고 가장 강한 품종이 점보와 SS405 품종이었다. 기타 특성으로 총해와 병해는 대체적으로 배수 불량한 논에서 다소 약했다.

2. 수수류의 생산성

논 재배 수수류의 생초수량 및 건물수량은 Table 5와 같다. 생초수량은 시험에 공시된 6품종 중에서 배수가 양호한 논 포장에서는 소르단 79 품종이 100 톤/ha으로 최고 수량을 보였고 배수불량 논에서는 점보가 52.5 톤/ha을 보여 최고로 생초수량이 높았다.

논 조건에 따른 건물수량 변화는 배수가 양호한 논에서는 소르단 79 품종이 21.1 톤으로 최고 수량을 보였는데 이와같은 결과는 지 등 (2010)이 보고한 바와 같고, 배수가 불량한 논

Table 5. Fresh, dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) yield of sorghum, sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field on different drained conditions

Hybrids	Yield (kg/ha)					
	Fresh		Dry		TDN	
	WDPF* (A)	PDPF* (B)	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)
Jumbo	78,108 ^{***}	52,500 ^a	13,487 ^{bc}	11,441 ^{ab}	7,291 ^c	6,474 ^{ab}
SS405	77,308 ^c	48,750 ^{ab}	15,054 ^c	12,938 ^a	7,627 ^c	7,373 ^a
SX17	94,158 ^{ab}	48,250 ^{ab}	19,974 ^{ab}	11,726 ^{ab}	11,130 ^{ab}	6,793 ^{ab}
Revolution	66,742 ^d	39,250 ^b	14,453 ^{bc}	11,969 ^{ab}	8,167 ^{bc}	7,057 ^{ab}
G7	87,408 ^b	38,417 ^b	14,929 ^{bc}	8,797 ^b	7,929 ^c	5,110 ^b
Sordan79	100,483 ^a	38,667 ^b	21,105 ^a	8,893 ^b	12,093 ^a	5,201 ^b
Mean	84,035	44,306	16,500	10,961	8,998	6,341
B/A(%)	52.7		66.4		70.5	

* WDPF(A) : well drained paddy field, PDPF(B) : poorly drained paddy field.

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

에서는 8.9 톤/ha으로 최고수량의 42.1%에 불과하여 공시품종 중에서 건물수량이 감소가 가장 컸으며, 지 등 (2009)은 배수 불량논에서의 옥수수 건물수량이 배수 양호논에서의 65.5%로 보고하였던 바 본 시험에서 수수류의 건물수량은 배수 양호논의 66.4%로써 수량 감소율이 적은 것으로 나타났다. 생초수량에서는 SS405가 13 톤/ha으로 공시품종 중에서는 최고로 많았다. 배수여하에 따른 평균 건물수량에서는 배수 불량한 논의 평균 건물수량은 11 톤/ha으로 배수 양호한 논보다는 6 톤/ha 정도 감소하였다. 본 공시품종 중에서 배수불량 논에서 생산성이 가장 떨어지는 품종은 G7과 소르단 79 두 품종으로 각각 8.8~8.9 톤 범위였다. TDN 수량에서는 소르단 79 품종이 12.1 톤으로 최고로 높아 배수 양호한 논에서는 소르단 79가 가

장 우수한 품종이고 배수 불량한 논에서는 SS405 품종이 7.4 톤으로 최고로 적응성이 우수하고 수량성 역시 높음을 알 수 있다. 이와 같은 결과로 보면 건물수량은 배수 불량한 논에 수수류를 재배시에는 양호한 논에 재배시의 66.4%에 불과하고 TDN 수량으로 보면 70.5%를 차지하여 수수류 역시 배수가 잘되는 논에서 생산성이 높다는 사실을 알 수 있었다.

3. 수수류의 품질

조사료의 품질 특성을 나타내는 조단백질, ADF 및 NDF는 Table 6와 같다. 배수조건에 따른 ADF 함량은 배수가 불량한 논에서 평균 4.2%의 감소를 보인 반면 NDF 함량은 오히려 0.4% 증가하였으나 조단백질에서는 0.7% 감소

Table 6. Acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of sorghum, sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field on different drained conditions

Hybrids	ADF (%)		NDF (%)		CP (%)		IVDMD (%)	
	WDPF (A)*	PDPF (B)*	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)	WDPF (A)	PDPF (B)
Jumbo	44.1 ^a	40.9 ^a	68.4 ^a	68.8 ^a	3.5 ^a	4.1 ^a	64.3 ^a	54.2 ^a
SS405	48.4 ^a	40.4 ^a	72.3 ^a	69.0 ^a	3.6 ^a	4.7 ^a	57.0 ^a	53.4 ^a
SX17	42.0 ^a	39.2 ^a	66.9 ^a	68.5 ^a	5.8 ^a	4.1 ^a	62.3 ^a	55.5 ^a
Revolution	41.0 ^a	37.9 ^a	66.3 ^a	65.4 ^a	5.6 ^a	4.1 ^a	62.7 ^a	54.8 ^a
G7	45.3 ^a	39.0 ^a	68.0 ^a	70.5 ^a	4.7 ^a	4.4 ^a	61.4 ^a	57.2 ^a
Sordan79	40.0 ^a	38.5 ^a	65.2 ^a	67.5 ^a	6.2 ^a	4.0 ^a	62.9 ^a	57.5 ^a
Mean	43.5	39.3	67.9	68.3	4.9	4.2	61.8	55.4
B/A(%)	90.3		100.6		85.7		89.6	

* WDPF(A) : well drained paddy field, PDPF(B) : poorly drained paddy field.

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

하였다. 배수가 양호한 논토양에서 ADF 함량은 SS405가 48.4%로 가장 많았고 배수 불량지에서는 점보가 40.9%로 가장 많았다. 한편 조단백질은 배수 양호한 논에서 수수류를 재배시에는 소르단 79 품종이 6.2%로 가장 많았고 점보는 3.5%로 공시품종 중에서 가장 작았으나, 배수 불량지에서는 품종간 차이가 없었다. 건물소화율은 BMR 품종인 레블루션 품종이 70.9%로 가장 높았고 배수 불량 논에서는 G7과 소르단 79 품종이 57.2 ~ 57.5%로 가장 높았으나 품종간 차이는 없었다.

IV 요약

본 시험은 논에서 배수조건에 따라 벼 대체 여름 사료작물인 수수류를 논 재배하여 생육 특성과 수량에서 우수한 품종을 선발할 목적으로 2007년부터 2008년까지 충남 아산과 천안 농가 포장에서 수행하였다. 비출수형 2 품종과 출수형 4 품종 등 총 6 품종을 시험한 결과 불량한 논에 재배하였을 경우에는 배수 양호한 논에 재배시의 66.4%로 건물수량이 감소하였고, 배수가 불량한 논에서는 SS405 품종이 습해에 비교적 강하고 줄기가 굵으며 건물수량이 ha 당 12.9 톤으로 최고의 수량을 보였으며 소르단 79 품종은 배수 양호한 논에서 재배한 성적에 비해 배수가 불량한 논에 재배시에 공시 품종 중에서 수량 감소가 가장 컸으며, 수량 감소가 가장 작은 품종은 점보로 약 2 톤 정도의 감소를 보였다. 또한 사료가치는 ADF, NDF, CP 등에서 약간의 차이를 보였는데 SS405 품종은 배수 불량한 논에 재배시에만 조단백질이 1.1% 증가 하였고 다른 특성들간에 차이는 없었다.

V 인용 문헌

1. 농림수산식품부. 2011. 조사료 생산 및 이용 활성화 대책.
2. 서 성. 1982. 질소시비 수준과 예취 관리가 청예용 수단 그라스계 잡종의 저장탄수화물 함량의 재생 및 수량에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
3. 서 성, 김동암. 1983. 질소시비수준과 예취관리가 수단그라스 잡종의 저장탄수화물 함량, 재생 및 수량에 미치는 영향. I. 질소시비 수준과 예취 높이가 수단그라스 교잡종의 예취 후 신지의 발생, 건물수량 및 고사에 미치는 영향. 한축지 3(2): 58-66.
4. 윤익석. 1993. 예취빈도와 질소시비수준이 수수 × 수단그라스 교잡종의 생육과 건물수량에 미치는 영향. 건국대학 학술지. 27:193-203.
5. 이종경, 김종근, 신동은, 윤세형, 김원호, 서 성, 박근제. 2000. 수수 × 수단그라스 교잡종의 출수형과 비출수형 품종간 예취횟수가 수량성과 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 20(4):237-242.
6. 이상무, 전병태, 구재윤. 1994. 수수 × 수단그라스 잡종의 생육특성과 수량성. 한초지. 14(1):34-41.
7. 이석순, 최상집, 김태주. 1991. 수확기에 따른 사일리지용 수수와 청예용 수수- 수단그라스 교잡종의 사료 생산성. 한초지. 11(2):121-128.
8. 이종경, 서 성. 1988. 질소시비수준이 수수- 수단그라스 교잡종과 다른 저장 탄수화물 및 건물수량에 미치는 영향. 한축지. 30(7):441-445.
9. 지희정, 이종경, 김기용, 윤세형, 임영철, 권오도, 이희봉. 2009. 남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질비교, 한국초지조사료 29(1): 13-18.
10. 지희정, 김원호, 김기용, 이상훈, 윤세형, 임영철. 2009. 논에서 배수조건에 따른 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질비교. 초지조사료 29(4):329-336.
11. 지희정, 이상훈, 윤세형, 김원호, 임영철. 2010. 중부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질비교. 초지조사료. 30(1): -14.
12. AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th

- ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
13. Gangstad, E.O. 1964. Physical and chemical composition of grass sorghum as related to palatability. *Crop Sci.* 4:269-270.
14. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Ag. Handbook. No. 379.* ARS. USDA. Washington DC.
15. 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.
16. Tilly, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. *J. Birt. Grassl. Sci.* 18:104-111.
- (접수일: 2011년 3월 15일, 수정일 1차: 2011년 3월 31일, 수정일 2차: 2011년 4월 7일, 게재확정일: 2011년 4월 15일)