

간척지에서 수수 × 수단그라스에 대한 유안 및 황산칼리비료 시용효과

신재순 · 이승현* · 김원호 · 김종근 · 윤세형 · 임근발

Effects of Ammonium Sulfate and Potassium Sulfate Fertilizer on Dry Matter Yield and Forge Quality of Sorghum×Sudangrass Hybrid in Reclaimed Tidal Land

Jae Soon Shin, Seung Heon Lee*, Won Ho Kim, Jong Geun Kim,
Sei Hyung Yoon and Keun Bal Lim

ABSTRACT

This experiment was conducted to compare the fresh and dry matter yields and feed values of Sorghum × Sudangrass Hybrid in accordance with different nitrogen and potassium fertilizer sources at the Dae-Ho reclaimed tidal land, Korea from 2003 to 2004. Soil salt contents of ammonium sulfate plots(T3, T4, T5) were higher than that of the urea plot(T2), but that of potassium sulfate plot(T6) was the lowest. The fresh yields of ammonium sulfate plots(T3, T4, T5) and potassium sulfate plot(T6) were higher than that of the urea plot(T2) as 173%, 173%, 144% and 90%, respectively. The dry matter and total digestible nutrient(TDN) yields were similar tendency like the results of the fresh matter yields. The crude protein(CP), neutral detergent fiber(NDF) and acid detergent fiber(ADF) contents of ammonium sulfate plots(T3, T4, T5) were higher than those of urea plot(T2), but those of potassium sulfate plot(T6) were the lowest. On the other hand, TDN content in potassium sulfate plot(T6) was the highest. It was desirable to use ammonium sulfate(20~30 kg N/10a) and potassium sulfate fertilizer(15 kg K₂O/10a) than those of urea and potassium chloride fertilizer on reclaimed tidal land in view of forage production and its feed value.

(Key words : Reclaimed tidal land, Sorghum×Sudangrass Hybrid, Ammonium sulfate, Potassium sulfate fertilizer, Forge quality)

I. 서 론

최근 들어 쌀 개방 압력과 소비둔화에 의한 재고량 증가로 벼 재배면적을 축소조정 해야 하는 필요성이 대두되면서 농지 이용의 다변화와 고도 이용화의 필요성이 증가되고 있다(이와 안, 2003; 류와 박, 2004).

간척지에서 작물을 재배하는 경우 일반 경지와는 달리 토양 중 높은 염 문제로 인하여 일반적인 농법으로 정상적인 수확량을 올리기는 매우 어렵다. 특히 간척지에서 사료작물을 생산하고자 할 경우 내염성이 강한 작목을 선정하여야 하며, 간척지 토양이 가지고 있는 이화학적 특성을 고려한 시비가 이루어져야 한다

축산연구소(Grassland and Forage crops Division, National Livestock Research Institute, RDA, Seonghwan 330-801, Korea)

*농업기반공사 농어촌연구원(Korea Agricultural & Rural Infrastructure Corporation, Ansan, 426-170, Korea)

Corresponding author : Jae-Soon Shin, Grassland and Forage crops Division, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea. E-mail : sjs911@rda.go.kr

(신 등, 2005). 우리 나라의 간척지 토양은 이와 같은 이유로 그 동안 벼를 중심으로 한 주곡생산의 목적을 위해 논으로 조성되어 왔다. 즉 간척지를 논으로 이용하면, 낮은 염농도의 관개수를 이용한 담수를 통해 염을 효율적으로 제거할 수 있어 밭으로 이용하는 것보다 토양 관리가 상대적으로 쉽기 때문이다. 앞으로의 간척농지 이용은 목장을 위한 목초재배, 채소류와 화훼류의 재배, 또는 잔디의 재배까지 고려하여 논과 밭의 겸용체제로 바뀌어야 한다. 그러나 이러한 간척지의 이용 목적 변화에도 불구하고 전작물이나 초지로서 연구된 바가 극히 적으며 단기간 연구에 머물러 이에 관한 기술이 정립되어 있지 않은 실정이다(이 등, 2005).

간척지에서 벼 재배시 생리적 산성비료인 유안과 황산칼리를 사용하는 것이 양분 이용효율 증진으로 수량을 증수시키는 효과가 있다는 보고(김 등, 1989; 최 등, 1983)가 있지만 사료작물에 대한 시용효과는 아직 보고된 바 없다. 따라서 본 연구는 간척지에서 사료작물을 재배할 경우 생산성 향상을 위해 질소질 비료 중

유안과 칼리질 비료 중 황산칼리를 이용한 시비법에 대한 효과를 구명하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1984년에 방조제가 준공된 충남 당진군에 위치한 대호간척지(37° N, 126.4° E)의 농업기반공사 대호지구 시험연구 포장에서 수행하였다. 시험포장 토양의 토성은 미사질양토(SiL)였고, 표 1에서와 같이 시험전 토양의 pH는 7.7~7.8, 총질소 함량은 520.9~250.9 mg/kg, 유기물 함량은 0.12~0.05%, 유효인산 함량은 61.93~28.82 mg/kg, 그리고 치환성나트륨 함량은 7.40~14.99 cmol⁺/kg으로 나타났다.

공시작목은 수수 × 수단그라스 교잡종으로 비출수 품종인 Jumbo를 사용하였으며, 파종량은 40 kg/ha로 40 cm 간격으로 조파하였다. 시험구 면적은 15 m²으로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 처리내용은 표 2와 같다. 파종은 1년차에는 5월 5일, 2년차는 5월 19일에 하였으며, 수확일은 1, 2년차 공히 8월 9일이었다. 생육조사는

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment in Daeho reclaimed land

Soil depth (cm)	pH (1:5 H ₂ O)	T-N (mg/kg)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cations(cmol ⁺ / kg)				SAR	S.P. (%)
					Ca	Mg	K	Na		
0~10	7.7	520.9	0.12	61.93	1.93	2.46	0.36	7.40	15.80	36.2
10~20	7.8	250.9	0.05	28.82	4.02	6.20	0.55	14.99	20.97	35.2

* SAR : Sodium adsorption ratio, S.P.: Soil saturation percent.

Table 2. Nutrient and chemical fertilizer application rate(kg/10a)

Treatment	Nutrient			Chemical fertilizer*				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea (U)	Ammonium sulfate (AS)	Fused superphosphate (FSP)	Potassium chloride (PC)	Potassium sulfate (PS)
T1	0	0	0	—	—	—	—	—
T2	20	15	15	○	—	○	○	—
T3	20	15	15	—	○	○	○	—
T4	30	15	15	—	○	○	○	—
T5	40	15	15	—	○	○	○	—
T6	20	15	15	○	—	○	—	○

* N content : urea(46%), ammonium sulfate(21%).

P content : fused superphosphate(20%).

K content : potassium chloride(60%), potassium sulfate(50%).

농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하여 실시하였다. 파종 후 토양염류도를 조사하였고 수확하여 생초수량과 건물수량 등을 조사하였다. 사료가치를 평가하기 위해 일반성분으로 조단백질과 조섬유를, 세포막구성 물질로 NDF, ADF 등을 분석하였다.

토양 염류도는 Dual Purpose EC meter(PET 2000, Spectrum Technologies Inc.)를 이용하여 현장에서 측정하였다. 생초수량은 전체구를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 각 처리구별로 전량을 예취한 후 약 300~500g의 시료를 취하여 생초중량을 평량하고, 65℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다. 식물체중의 조단백질과 조섬유함량은 축산기술연구소(1996, 2002) 표준사료성분분석법으로 분석하였으며, NDF, ADF 등 세포벽 구성물질은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양염류도 변화

평균 토양 염류도는 요소를 이용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 사용한 T3, T4, T5구에서 낮게 나타났으며, 염화칼리 대신 황산칼리

를 사용한 T6구가 가장 낮게 나타났다(Fig. 1). 토양 염류도의 변화는 동일 기상 조건에서는 사용한 비료의 종류와 양에 의해 영향을 받으며 또한 재배작물의 생육에 의한 흡수로 인하여 차이가 나타날 수 있다. 따라서 Table 3의 수량 조사결과와 함께 검토하여 보면 T1구과 T2구간의 차이는 T2구에 처리된 화학비료가 작물 생육 불량으로 흡수되지 않고 잔류된 성분으로 인하여 나타난 것으로 사료되며, 유안을 사용한 T3구(20 kg N/10a), T4구(30 kg N/10a)

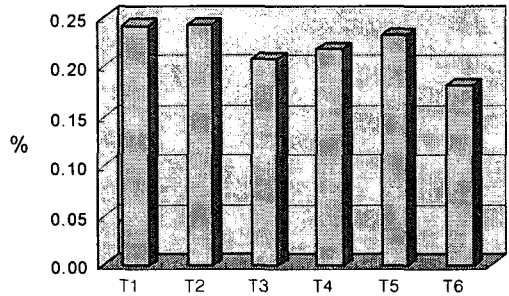


Fig. 1. Average soil salinity(%) during the growing time in accordance with different chemical fertilizer application ('03~'04)

- * T1(control), T2(U-FSP-PC), T3(AS-FSP-PC), T4(AS*1.5-FSP-PC), T5(AS*2-FSP-PC), T6(U-FSP-PS)
- ** U : urea, AS : ammonium sulfate, FSP : fused superphosphate, PC : potassium chloride, PS : potassium sulfate

Table 3. Fresh, Dry matter and TDN yield in accordance with different chemical fertilizer application

Treatment	Yield(kg/ha)*		
	Fresh	Dry matter	TDN
T1(control)	2,822 ^d	758 ^d	524(52)
T2(U-FSP-PC)	8,989 ^c	2,575 ^c	1,002(100)
T3(AS-FSP-PC)	24,544 ^a	6,243 ^{ab}	3,231(322)
T4(AS*1.5-FSP-PC)	24,500 ^a	7,291 ^a	3,185(318)
T5(AS*2-FSP-PC)	21,900 ^a	6,099 ^{ab}	3,385(338)
T6(U-FSP-PS)	17,067 ^b	5,031 ^b	2,794(279)
LSD(0.05)	3,784	1,548	

* Fresh and Dry matter yield('03~'04), TDN yield('03).
 ** U : urea, AS : ammonium sulfate, FSP : fused superphosphate, PC : potassium chloride, PS : potassium sulfate.
 a-d : Mean within a column with same superscripts are not significantly different(P>0.05).

는 수량이 증가하였으나, T5구(40 kg N/10a)의 경우는 오히려 수량이 감소하는 것으로 보아, 시비한 비료의 과잉으로 인한 토양염분 상승과 그로 인한 염해로 사료된다. 따라서 본 공시작물에 대해서는 수량과 토양염류를 동시에 고려할 때 질소질 비료의 종류와 양은 유안을 20~30 kg N/10a으로 처리하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 또한 칼리질 비중에 대한 효과 검토를 위하여 처리한 T6의 경우 건물수량성은 T3, T4, T5구에 비하여 떨어지지만 제염효과는 가장 낮게 나타났으며 대조구인 T2와 비교하여 95%가 증수되었다. 따라서 수량과 제염을 동시에 고려했을 때, 적당한 질소질 비중은 요소보다 유안이 적당하며, 칼리질 비료의 비중은 염화칼리보다 황산칼리가 적당한 것으로 판단된다.

2. 생초, 건물 및 TDN 수량

생초수량은 요소를 사용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 사용한 T3, T4, T5구에서 각각 173%, 173% 그리고 144% 증수되었다. 호남농시(2002)는 벼에 대해 요소와 유안을 사용한 결과, 간척지는 대부분 알칼리성 토양이기 때문에 토양염류도에 관계없이 생리적 산성비료인 유안시용시 요소보다 6~10% 증수하였다는 결과와 일치한다. 목초에 대한 Arkansas대학 연구결과, 황의 시용에 의해 coastal bermudagrass의 수량이 11%~13% 증가하였다는 보고도 있

다(Phillips, 1991; Francis와 Phillips, 1993). 염화칼리 대신 황산칼리를 사용한 T6구에서도 표준시비구(T2)에 비해 90%의 증수효과가 있었다. 황산칼리가 작토층의 염류도 상승을 막아 결과적으로 11%의 수량증가 효과가 있었다는 호남농시(2002)의 보고와 황(sulfur)은 간척지토양에서 문제가 되는 나트륨(Na)의 제거로 토양개량에 도움이 된다고 하였는데(Sameni 와 Kasraian, 2004), 이와같은 이유로 염류도가 저하되고(Fig. 1), 결과적으로 수량의 증수효과가 있었던 것으로 사료된다.

건물수량도 생초수량과 같은 경향으로 요소를 사용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 사용한 T3, T4, T5구들에서 각각 142%, 183% 그리고 137% 증수되었으며, 염화칼리 대신 황산칼리를 사용한 T6구에서도 요소시용 표준시비구(T2)에 비해 95% 증수되었다(Table 3). TDN 수량도 건물수량과 같은 경향으로 증수효과가 있었다.

3. 사료가치

식물체중 조단백질 함량은 Table 4에서의 결과와 같이 요소구(T2)의 7.24%에 비해 유안대체구(T3)가 8.44%로 약간 높았으며, 유안을 증량시용(T4와 T5)할수록 조단백질 함량은 증가하였다. 황시용은 수량증가 뿐만 아니라 사료가치의 증진효과도 있는데(Beaton 등 1971), Bahiagrass의 조단백질 함량이 10.5%에서 11.5% 증가되었

Table 4. Crude protein, fiber and TDN content in accordance with different chemical fertilizer application

Treatment	CP	CF	NDF	ADF	TDN
 %				
T1(control)	6.93	31.27	74.70	39.74	57.50
T2(U-FSP-PC)	7.24	32.44	69.19	39.86	57.41
T3(AS-FSP-PC)	8.44	32.90	71.47	40.61	56.82
T4(AS*1.5-FSP-PC)	9.14	32.84	71.08	39.79	57.47
T5(AS*2-FSP-PC)	9.81	31.60	72.26	40.12	57.21
T6(U-FSP-PS)	6.60	31.00	68.00	37.58	59.21

* U : urea, AS : ammonium sulfate, FSP : fused superphosphate, PC : potassium chloride, PS : potassium sulfate.

다는 Florida대학의 연구, Bermudagrass는 15.8%에서 20.5%(Louisiana대학), Bromegrass는 19.8%에서 23.3%(Kansas대학) 그리고 Ryegrass에 대해서는 9.8%에서 12.5%(Florida대학)로 높아졌다고 보고하고 있다(Mercedes와 Collamer, 2005). 염화칼리(T2) 대신 황산칼리를 사용한 구(T6)가 6.60%로 낮게 나타난 결과에 대해서는 추후 검토가 필요하다고 사료된다.

NDF 함량은 요소구(T2)의 69.19%에 비해 유안시용구(T3, T4, T5)에서 높게 나타났으며, 염화칼리대신 황산칼리를 사용한 구(T6)는 68.00%로 낮게 나타났다

ADF 함량은 요소구(T2)와 유안시용구(T3, T4, T5)들 사이에는 39.86%에서 40.61% 범위로 차이가 거의 나타나지 않았지만, 염화칼리 대신 황산칼리를 사용한 구(T6)는 37.58%로 가장 낮게 나타났다. TDN 함량은 염화칼리 대신 황산칼리를 사용한 구(T6)가 59.21%로 가장 높게 나타났다.

IV. 요약

간척지에서 유안과 황산칼리비료의 시용이 수수×수단그라스 교잡종의 수량성, 사료가치 그리고 토양 염류도에 미치는 영향을 구명하기 위해서 2003~2004년 동안 충남 당진에 위치한 대호간척지에서 시험한 결과, 평균 토양 염류도는 요소를 시용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 시용한 구(T3, T4, T5)에서 낮게 나타났으며, 염화칼리 대신 황산칼리를 사용한 T6구가 가장 낮게 나타났다. 생초수량은 요소를 시용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 시용한 T3, T4, T5구에서 각각 173%, 173% 그리고 144% 증수되었다. 염화칼리 대신 황산칼리를 사용한 T6구에서도 요소시용 표준시비구(T2)에 비해 90% 증수되었다. 건물수량과 TDN 수량도 생초수량과 같은 경향으로 나타났다. 조단백질 함량과 NDF 함량은 T2구에 비해 유안시용구(T3, T4, T5)들이 높았으며, T6구는 낮게 나타

났으며, ADF 함량은 T2구와 유안시용구(T3, T4, T5)들 사이에는 비슷하였으며, T6구가 가장 낮게 나타났다. 반면 TDN 함량은 T6구가 가장 높았다. 위의 결과로 볼 때 간척지에서 여름철 사료작물로 수수×수단그라스 교잡종을 재배할 경우, 질소질 비료는 요소대신 유안(20~30 kg N/10a)을 칼리질 비료는 염화칼리 대신 황산칼리(15 kg K₂O/10a)를 이용하는 것이 더 적절한 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. 김종구, 이종식, 유철현, 박건호. 1989. 간척지 토양에서 가리비종별 염해발현양상 차이 구명 시험. 호남작물시험장 시험연구보고서. pp518-521.
2. 농촌진흥청. 2003. 농사시험연구조사기준.
3. 류순호, 박무연. 2004. 새만금 간척지 농업적 토지활용 방안. 간척지 농업연구회지(2):68-91.
4. 신재순, 김원호, 이승현, 김종근 윤세형, 임영철, 임근발. 2005. 간척지에서 수수×수단그라스에 대한 유안 및 황산칼리비료 시용효과. 2005 한국초지학회 학술 심포지엄 자료집. pp156-157.
5. 이승현, 안열. 2003. 우리나라 간척 현황과 향후 과제. 간척지 농업연구회지(1):20-31.
6. 이승현, 홍병덕, 안열. 2005. 우리나라 간척농지의 전작물 재배에 관한 고찰. 간척지 농업연구회지(3):93-101.
7. 최송열, 이종영, 장효상, 하기용, 장영선. 1983. 염해담 시비방법에 관한 시험. 호남작물시험장 시험연구보고서. pp837-846.
8. 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. 축산기술연구소 발행.
9. 축산기술연구소. 2002. 한국표준사료성분표. 축산기술연구소 발행.
10. 호남농업시험장. 2002. 한국의 간척지 농업. pp239.
11. Beaton, J.D., S.L. Tisdale and J. Platou. 1971. Crop Responce to Sulphur in North America. Technical Bulletin No.18. Product of the Office of scientific and Technical Information(OSTI, ID : 6405919)

12. Francis, P.B. and J.M. Phillips. 1993. Influence of Sulfur Fertilization on a Hybrid Bermudagrass-Temporary Winter Annual Grass Forage system. Arkansas Soil Fert. Studies, 1993. Ark. Agric. Exp. Sta. res. Ser. 436. pp16-20.
13. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook. No. 379, ARS, USDA, Washington, D.C.
14. Mercedes, G. and D. Collamer. 2005. Changing Sulfur Trends in Southern Agriculture. www.sulfn.com/main/pdfs/articles/hon_sulfurtrends_0505.pdf. pp3.
15. Phillips, J.M. 1991. Coastal Bermudagrass Production as Influenced by Sulfur and Magnesium Rates and Timing at Three Soil Acidity Levels. America Forage and Grassland Council Proceedings, pp175-178.
16. Sameni, A.M and A. Kasraian. 2004. Effect of Agricultural Sulfur on Characteristics of Different Calcareous Soils from Dry Regions of Iran. II. Reclaiming Effects on Structure and Hydraulic Conductivity of the Soils Under Saline-Sodic Conditions. *Communications in Soil science and Plant analysis*, v.35 no.9/10, 2004, pp1235-1246.