

새만금간척지 사료작물 재배시 질소증비 효과

양창휴* · 김 선 · 이장희 · 백남현 · 김택겸¹ · 최원영 · 정재혁 · 이상복 · 이경보

농촌진흥청 국립식량과학원 벼맥류부, ¹국립농업과학원

Effects of Nitrogen Fertilization Increment on Forage Crops Cultivation in Saemangum Reclaimed Land

Chang-Hyu Yang*, Sun Kim, Jang-Hee Lee, Nam-Hyun Baek, Taek-Kyum Kim¹,
Weon-Young Choi, Jae-Hyuk Jeong, Sang-Bok Lee, and Gyeong-Bo Lee

Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

¹National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

This study was conducted to find out the optimum cropping system for the stable production of forage crops in the newly reclaimed land located at Gwanghwal region of Saemangum reclaimed land in which the soil is sandy loam (Munpo series). There were two treatments of nitrogen fertilization 20% increment based on the standard fertilization of 150, 200 kg ha⁻¹. Whole crop barley as the winter crop sowed on 27 October. After the whole crop barley was harvested at the end of May. Corn and sorghum×sudangrass as the summer crop sowed at the early of June successively on the same field. Emergence rate the whole crop barley was high while the summer crops were low. Soil salinity was increased during cultivation of summer crops. However, corn and sorghum×sudangrass were not damaged by salt. Increase of nitrogen fertilization made the growth of cultivation crops good, stem and leaf tended to have a lot of the mineral nutrients at heading stage and silking stage. After experiment, among soil chemical properties pH, content of exchangeable sodium were decreased and content of organic matter, available phosphate were increased. Dry matter yield were showed whole crop barley 13,170 kg ha⁻¹ and sorghum×sudangrass 19,440 kg ha⁻¹ by increment of nitrogen fertilization. Therefore, to improve the product and nutrient balance of reclaimed saline land comprehensive soil management should be considered.

Key words: Forage crop, Nitrogen fertilization increment, Reclaimed land

서 언

간척지는 일정기간 동안 논으로 이용되고 난 뒤에 제염이 어느 정도 진척된 것이 확인된 연후에 발작물재배로 전용되는 것이 바람직하지만 쌀의 잉여가 사회문제화 되면서 수도작 중심이었던 간척지 이용도 전작 중심으로 전용이 요구되고 있으며, 농림부와 농어촌 공사는 이러한 추세에 맞추어 간척지의 범용화를 추구하고 있다 (RRI, 1998; RRI, 2006; RRI, 2007; Yoo and Park, 2004).

최근 조사료 자급을 위한 정부의 정책과 생산농가나 경영체의 의지에 힘입어 사료작물 재배면적은 크게 증가하고 있으며 특히 논을 이용한 사료작물 생산 중심으로 양질의 조사료 자급은 점차 정착이 되고 있다. 답리작 사료작물 재

배면적은 1990년 43천ha에서 2000년 48천ha, 2005년 70천ha, 2008년 110천ha, 2009년 155천ha로 크게 증가하여 (MIFAFF, 2010) 이탈리아인 라이그라스, 청보리, 호밀 등 월동 사료작물 생산기반 구축은 조사료 자급과 친환경 양축의 청신호로 받아들여지고 있다.

Yoo (2004)는 토성이 세사양토이고 염류도가 0.4% 내외로 높은 계화간척지 논에서 답리작으로 재배한 사료작물 중에 이탈리아인 라이그라스가 가장 양호하였고, Kim과 Han (1990)은 tall wheatgrass, tall fescue, reed canarygrass 및 alfalfa 재배가 가능하였으며 청예용 사료작물 중에 sorghum sudangrass hybrid, pearl millet 등이 금후 간척지 재배용 사료작물로서 기대된다고 하였다.

Shin et al. (2004; 2005)은 간척지 토양조건에 적합한 사료작물 생산성 제고를 위해서는 간척지 토양의 이화학적 특성을 고려한 시비가 이루어져야 한다고 보고하였고 간척지 토양조건에서 사료작물에 대한 질소질비료 시용효과를

보고(Shin et al., 2005; Shin et al., 2006)한 바 있다.

Lee (2006)는 간척지에 발작물을 도입할 경우 토성, 토양 염류, 토양의 투수력과 배수력, 관개수 확보 및 용수공급 등 5가지 요인을 고려해야 한다고 하였는데 사료작물은 3가지 조건 (토성, 토양 염류도, 토양의 투수력과 배수력)만 갖추면 간척지에서 재배가 타작물에 비하여 유리하다고 보고하였다. 우리나라와 같이 6~8월에 집중적인 장마가 있는 기후조건에서는 다른 초종에 비해 비교적 습해에 강한 수수류 파종을 권장하고 있는 실정이다 (Ji et al., 2010).

본 연구는 신간척지인 새만금간척지에서 사료작물의 재배 가능성 및 동·하계 사료작물 연계 재배시 질소 증비효과와 생산성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

본시험은 2006년에 물막이 공사가 완공된 새만금간척지 광활지구 (문포동)에서 2008년 10월부터 2009년 9월까지 2년간 수행하였다. 시험 전 토양의 물리화학적 특성은 Table 1과 같다.

토성은 사양토로 토양산도는 강알칼리성을 나타냈고 유기물, 유효인산 및 치환성칼슘 함량이 매우 적었으며 치환성 마그네슘 및 나트륨 함량이 많은 배수불량 염류토양이었다.

시험작물은 겨울작물로 청보리 (영양), 여름작물로 옥수수 (광평옥)와 수수×수단그라스 (G7, 비출수형)를 재배하였다. 청보리는 파종량 200 kg ha⁻¹를 10월 27일 산파하고, 옥수수와 수수×수단그라스는 파종량 30 kg ha⁻¹를 6월 10일 파종기를 이용 점파하였으며, 청보리는 5월 25일, 옥수수와 수수×수단그라스는 9월 29일 각각 수확하였다. 시험구 면적은 60 m²로 질소 시비수준을 표준시비, 20% 증비하여 난괴법 3반복으로 배치하였다.

시비량 (N-P₂O₅-K₂O-B)은 청보리 150 - 130 - 130 - 25 kg ha⁻¹, 옥수수와 수수×수단그라스 200 - 150 - 150 - 25 kg ha⁻¹로 질소는 밀거름 40%, 덧거름 60% 인산과 가

리는 전량기비로 사용하였고 비종은 유안, 용성인비 및 황산칼륨을 사용하였다.

토양 화학성 분석은 작토층을 채취하여 건조·조제한 후 농촌진흥청 토양 및 식물체분석법 (NIAST, 2000)에 준하여 pH는 토양과 증류수를 1:5로 하여 pH meter로 측정하였고, 토양유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 1N-NH₄OAc (pH7.0)으로 침출하여 ICP (Liberty 110, Germany)로 측정하였다.

식물체 분석은 채취한 시료를 세척하여 70°C에서 건조한 후 분쇄한 시료를 H₂O₂-H₂SO₄로 습식분해하여 무기성분 분석에 활용하였다. 총질소는 원소분석기 (Vario MAX, Germany)를 이용 정량하였고 인산은 Ammonium vanadate법으로 비색정량 하였으며 양이온 함량은 ICP로 측정하였다. 토양염농도는 토양시료를 채취하여 EC meter로 토양과 증류수를 1:5로 하여 EC를 측정하고 (NIAST, 2000) 이 측정값을 5배 수하여 토양의 EC로 환산하였다. 생초수량은 4 m²이상을 예취하여 ha당 수량으로 환산하였으며 건물수량은 각 처리구별로 1 kg의 생초를 취하여 65°C 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다. 생육 및 수량조사 등은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준 (2003)에 준하여 실시하였다.

통계분석은 SAS 9.2 버전을 이용하였다. 작물별 수량 및 수량구성요소 등은 5% 유의수준에서 Duncan's multiple test를 수행하였다.

결과 및 고찰

기상개요 동·하계 사료작물 재배기간 동안 평균기온과 강수 (우)량은 Table 2와 같다. 동작물의 월동과 관계되는 겨울철 (12월~2월) 평균기온은 2.1°C로 작물생육에 양호하였고, 하작물의 생육과 관계되는 여름철 (6월~8월) 평균기온은 23.3°C 이었으며 집중호우로 해충 발생이 심하여 생육이 저조하였다. 동작물인 청보리 파종 후 월동율은 88%로

Table 1. Physico-chemical properties of soil before experiment.

pH	EC	OM [†]	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cation				CEC [‡]	Soil texture
				K	Ca	Mg	Na		
(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹	SL	
8.6	0.15	2.1	30	0.37	0.6	2.2	1.01	6.5	

[†]Organic matter, [‡]Cation exchange capacity.

Table 2. Average temperature and precipitation during period of fodder crops cultivation.

Division	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
Temperature (°C)	16.4	8.8	3.0	-0.1	3.5	6.4	11.2	17.4	21.7	23.8	25.0	21.1
Precipitation (mm)	27.1	17.5	28.5	20.7	25.0	49.6	43.0	126.4	156.6	335.7	116.0	49.7

높았으나 하작물인 옥수수와 수수×수단그라스의 출현율이 63~65%로 낮은 것은 파종전·후 잦은 강우 등 기상에 의한 영향으로 생각된다.

염농도 변화 동·하계 사료작물 재배기간 동안 토양 염농도 변화는 Fig. 1과 같이 물막이 공사 완공 후 3년 동안 관개수 및 자연강우에 의한 담수제염으로 염농도는 매우 낮아 (0.1%이하) 발작물 재배에는 큰 지장을 초래하지 않는 수준을 나타냈다. 5월 이후 재염화 현상이 있었으나 토양염농도의 큰 변화가 나타나지 않은 것은 토성이 사양토로 모래 함량이 많아 수직배수가 양호하고 지하수위가 1 m 이상으로 깊어 제염이 촉진될 수 있는 환경을 갖추었기 때문으로 판단된다.

Sohn et al. (2009)은 신간척조성지에서 동계 사료맥류 재배시 출현개체수 감소 및 건물수량 감수를 막기 위해서는 토양염농도가 6 dS m⁻¹로 관리되어야 할 것으로 보고하였다.

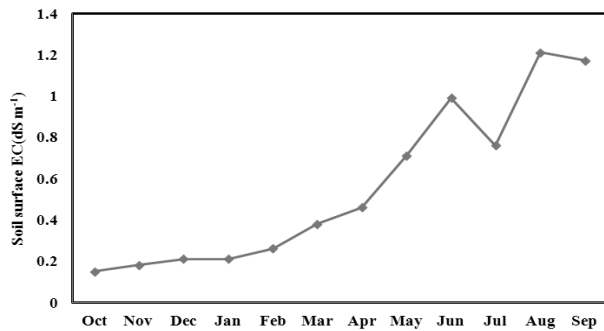


Fig. 1. Changes EC of surface soil salinity during forage crops cultivation.

식물체 중 무기양분 함량 동계 및 하계 사료작물의 식물체 중 무기양분 함량은 Table 3, 4와 같이 작목 공히 질소중비로 증가하였으며 하계작물은 옥수수에서 높은 경향을 나타냈다.

청보리의 무기양분 함량을 비교하기 위해 대조구로서 시험포장 주변 광활면 소재 일반농경지에서 재배된 청보리를 분석하였다. 황숙기 청보리 경엽 및 곡실 중 무기양분을 대조구와 비교하여 보면 T-N 함량은 일반밭에서 재배된 것이 약 2배정도 높았고 CaO, MgO 함량도 높은 경향을 나타낸 반면에 P₂O₅, Na₂O 함량은 저염도 간척지에서 재배된 것에서 2배정도 높았다 (Table 3). T-N 함량은 사료작물의 품질과 관련이 깊은 조단백질 함량과 직접적인 연관이 있음을 고려할 때 비록 저염도 간척지에서 재배된 것이라도 일반밭에서 생산된 것에 비하여 그 함량이 절반 수준에 미친다는 것은 간척지를 활용한 사료작물 생산을 위하여 토양비옥도 향상이 매우 중요함을 시사하고 있다. 또한 간척지 생산 사료작물의 Na₂O 함량이 비교적 높다는 것은 기능성 사료 개발의 가능성이 있는 것으로 더욱 면밀한 검토가 필요하다고 생각된다.

새만금간척지에서 재배된 여름작물들의 무기양분 함량을 비교하기 위해 대조구로서 옥수수는 지력이 낮은 신개간지에서 재배된 Hur et al. (1989)의 결과를 수수×수단그라스는 대호간척지에서 재배된 Shin et al. (2004)의 결과를 인용하여 비교하였다. 수확기 옥수수 경엽 중 무기양분은 대조구에 비해 T-N 함량은 1.3배, P₂O₅와 K₂O 함량은 1.2배정도 낮았으며 수수×수단그라스는 T-N, P₂O₅ 함량은 1.2배 Na₂O 함량은 6배정도 낮았다. 화분과 작물 수확기의 양분 흡수량은 작물의 종류에 따라 다르지만 대개 질소흡수량이

Table 3. The content of mineral nutrients in whole barley according to increasing of nitrogen fertilizer.

Division [†]	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
	----- % -----					
SFA	0.50	0.32	1.29	0.03	0.10	0.96
N20% increment	0.56	0.28	1.30	0.04	0.10	1.03
Control	1.21	0.15	1.20	0.19	0.16	0.51

[†]SFA : Standard fertilizer application, Control : Normal upland field.

Table 4. The content of mineral nutrients in summer crops according to increasing of nitrogen fertilizer.

Division [†]	Corn			Sorghum×sudangrass		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	Na ₂ O
	----- % -----					
SFA	1.91	0.46	3.05	1.36	0.33	0.03
N20% increment	2.01	0.47	3.14	1.56	0.39	0.02
Control	2.63	0.56	3.85	1.74	0.42	0.18

[†]SFA : Standard fertilizer application, Control : Newly-reclaimed sloped land, Daeho reclaimed land.

다른 작물보다 많고 또 수탈되는 양도 많다.

생육양상 동계·하계작물 생육은 Fig. 2와 같다. 청보리 생육은 파종 후 출현율이 높았고 월동기간 동안 기온과 강우량이 적절하여 양호한 반면에 옥수수, 수수×수단그라스 생육은 파종 후 고온 및 잦은 강우로 출현율이 낮았고 해충 발생이 빈번하여 불량하였다. 특히 옥수수는 출사시 이후 멸강나방, 조명나방 및 조수피해가 심하여 수량에 큰 영향을 미쳤다.

수량성 동계작물 수량성은 질소증비로 간장이 길고 경수 확보가 많았으며 ha당 생초수량은 35,830~43,890 kg, 건물수량은 10,740~13,170 kg을 나타냈다 (Table 5). Shin et al. (2006)은 청보리 재배시 (200-150-150 kg ha⁻¹) ha당 수량은 표준시비 (생초; 16,157/건물; 5,080), 50%증비(생초; 14,036/건물; 4,667), 100%증비 (생초; 12,320/건물; 4,040)를 나타내 유안 (200 kg N ha⁻¹)을 사용하는 것이 적절하다고 보고하였다.

하계작물 수량성은 질소증비로 초장이 길고 경직경이 굵었으



Whole crop barley



Com (left), Sorghum×Sudangrass (right)

Fig. 2. Growth status of winter-summer forage crops.

Table 5. Yield potential on whole crop barley according to increasing of nitrogen fertilizer.

Division	Culm length	Ear length	No. of tiller per m ²	Fresh matter yield	Dry matter yield
	----- cm -----	-----	ea	----- kg ha ⁻¹ -----	-----
SFA [†]	87.6a [‡]	9.8a	656b	35,830b	10,740b (100)
N20% increment	88.3a	9.9a	716a	43,890a	13,170a (123)

[†]SFA : Standard fertilizer application.

[‡]The same letters in the table indicate no difference at 0.05 significance level.

Table 6. Yield potential on com according to increasing of nitrogen fertilizer.

Division	Plant length	Stem diameter	Fresh matter yield	Dry matter yield
	cm	mm	----- kg ha ⁻¹ -----	-----
SFA [†]	189b [‡]	15.25b	43,750b	13,120b (100)
N20% increment	222a	13.70a	50,170a	15,050a (115)

[†]SFA : Standard fertilizer application.

[‡]The same letters in the table indicate no difference at 0.05 significance level.

Table 7. Yield potential on sorghum×sudangrass according to increasing of nitrogen fertilizer.

Division	Plant length	Stem diameter	Fresh matter yield	Dry matter yield
	cm	mm	----- kg ha ⁻¹ -----	-----
SFA [†]	193b [‡]	23.46a	48,000b	14,400b (100)
N20% increment	252a	23.62a	64,790a	19,440a (115)

[†]SFA : Standard fertilizer application.

[‡]The same letters in the table indicate no difference at 0.05 significance level.

Table 8. Change of soil chemical properties after experiment.

pH	EC	OM [†]	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation			
				K	Ca	Mg	Na
(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			
5.7	1.41	2.5	50	0.50	0.7	2.2	0.92

[†]Organic matter.

며 ha당 생초수량과 건물수량은 수수×수단그라스 (48,000~64,790 kg, 14,400~19,440 kg)가 옥수수 (43,750~50,170 kg, 13,120~15,050 kg)보다 높았다 (Table 6, Table 7).

Shin et al. (2005)은 수수×수단그라스 재배시 (200-150-150 kg ha⁻¹) ha당 수량은 표준시비 (생초; 24,544/건물; 6,243), 50%증비 (생초; 24,500/건물; 7,291), 100%증비 (생초; 21,900/건물; 6,099)를 나타내 유안 (200~300 kg N ha⁻¹)을 사용하는 것이 적절하다고 보고하였다.

Phillips (1991)은 목초 재배시 황의 사용에 의해 coastal bermudagrass 수량이 증가됨을 밝혔다. 간척지 토양에 사용한 유안은 NH₄⁺, SO₄⁻ 이온으로 유리되어 NH₄⁺ 이온은 식물체가 이용하고 SO₄⁻ 이온은 토양염농도의 저하 요인으로 작용한다 (Sameni and Kasraian, 2004). 간척지에서 사료작물 재배시 적정시용량은 생육기간 중 기상상태, 작물 재배지의 토양조건 및 초종 등에 따라 달라질 수 있을 것으로 생각된다.

토양화학성 변화 시험 후 토양화학성은 Table 8과 같이 pH가 낮아지고 유효인산 및 치환성칼륨 함량이 증가한 반면에 치환성나트륨 함량은 감소되는 경향을 나타냈다. 유기물 및 치환성칼슘·마그네슘 함량은 변화가 거의 없었으며 염농도가 약간 높아졌다.

간척지토양은 일반 토양에 비해 자연 비옥도가 낮고 염농도가 높아 작물에 대한 수분의 이용도를 감소시킬 뿐만 아니라 양분의 불균형을 초래하여 작물의 발아 및 생장에 악영향을 미쳐 생산량을 저하시킨다. 생산성을 향상 시키고 양분 균형을 이루기 위해서는 종합적인 토양관리가 선행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 새만금간척지 (광활지구) 신간척지에서 조사의료의 안정생산을 위하여 사료작물 재배시 질소 증비효과, 생육 및 수량성을 검토코자 2008년 10월부터 2009년 10월 까지 수행하였다.

동계 사료작물로 청보리 (영양), 하계 사료작물로 옥수수 (광평옥), 수수×수단그라스 (G7)를 재배하여 토양화학성, 양분흡수량, 생육 및 수량성을 검토하였다. 공시토양은 유

기물, 유효인산 및 치환성칼슘 함량이 매우 적었고 치환성 마그네슘·나트륨 함량이 많은 갈알칼리성 염류토양 이었다. 재배기간 동안 토양염농도 변화는 0.1%이하를 나타냈고 염피해는 없었다. 동·하계작물 경엽 및 곡실 중 무기양분 함량은 질소증비로 증가하는 경향을 나타냈으며 옥수수에서 높았다. 특히 청보리 무기성분 중 T-N, CaO, MgO 함량은 일반농경지에서 재배된 것에 비하여 2배정도 낮은 반면에 P₂O₅, Na₂O 함량은 2배정도 높았다. 청보리는 질소증비로 초장이 길고 경수 확보가 많았으며 10,740~13,170 kg ha⁻¹ 건물수량을 나타냈다. 또한 하계작물은 질소증비로 초장이 길고 경직경이 굵었으며 옥수수 13,120~15,050 kg ha⁻¹, 수수×수단그라스 14,400~19,440 kg ha⁻¹ 건물수량을 나타냈다. 결론적으로 간척지토양은 생산성을 향상시키고 양분균형을 이루기 위하여 종합적인 토양관리가 선행되어야 할 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

Hur, B.K., M.S. Kim, K.H. Han, and W.S. Kang. 1989. The soil improvement and plant growth on the newly-reclaimed sloped land. III. Effects of soil improvement on the soil chemical properties and silage corn growth. Korean J. Soil Sci. Fert. 22:197-204.

Ji, H.C., S.H. Lee, S.H. Yoon, W.H. Kim, and Y.C. Lim. 2010. Growth, forage production and quality of sorghum, sorghum×sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field in middle region of Korea. Korean J. Grassl. Forage Sci. 30:9-14.

Ji, H.C., S.H. Lee, S.H. Yoon, O.D. Kwon, G.J. Choi, W.H. Kim, K.Y. Kim, and Y.C. Lim. 2010. Growth, forage production and quality of sorghum, sorghum×sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field in southern region of Korea. Korean J. Grassl. Forage Sci. 30:109-114.

Kim, J.G. and M.S. Han. 1990. Effects of sand mulching on forage production in newly reclaimed tidal lands II. Studies on growth, dry matter accumulation and nutrient quality of selected forage crops grown on saline soils. Korean J. Grassl. Sci. 10:77-83.

Lee, S.H. 2006. Plant taxonomic approach and soil salinity class for evaluation of crop salt tolerance in reclaimed tidelands. Ph. D. Seoul National University. Seoul, Korea.

- MIFAFF. 2010. Outlook of agriculture. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
- NIAST. 2000. Analytical methods of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- 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. pp. 175-178.
- RDA. 2003. Standard of analysis and survey for agricultural research. Rural Development Administration. Suwon. Korea.
- RRI. 1998. Development of cultivation techniques for upland crops in the reclaimed land. Res. Rpt. Rural Research Institute. pp. 90-116, Korea Rural Community & Agriculture Corporation.
- RRI. 2006. Agricultural complex development for upland & horticultural crops in the Seamangeum reclaimed farmland. Res. Rpt. Rural Research Institute. pp 1-504, Korea Rural Community & Agriculture Corporation.
- RRI. 2007. Development method of the future agriculture complex in reclaimed land. Res. Rpt. Rural Research Institute. pp 1-400, Korea Rural Community & Agriculture Corporation.
- Sameni, A.M and A. Kasraian. 2004. Effect of agricultural sulfur on characteristics of different calcareous soils from dry regions of Iran. III. Reclaiming effects on structure and hydraulic conductivity of the soils under saline-sodic conditions. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 35:1235-1246.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Lee, S.H. Yoon, E.S. Chung, and Y.C. Lim. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tidal land. Korean J. Grassl. Sci. 24:335-340.
- Shin, J.S., S.H. Lee, W.H. Kim, S.H. Yoon, J.G. Kim, and J.W. Nam. 2005. Comparison of dry matter and feed value of major winter forage crops in the reclaimed tidal land. Korean J. Grassl. Sci. 25:113-118.
- Shin, J.S., S.H. Lee, W.H. Kim, J.G. Kim, S.H. Yoon, and K.B. Lim. 2005. Effects of ammonium sulfate and potassium sulfate fertilizer on dry matter yield and forage quality of sorghum×sudangrass hybrid in reclaimed tidal land. Korean J. Grassl. Sci. 25:245-250.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Lee, and Y.C. Lim. 2006. Effects of urea and ammonium sulfate application on yield and nutritive value of whole crop barley in reclaimed tideland. Korean J. Grassl. Sci. 26:25-30.
- Sohn, Y.M., G.Y. Jeon, J.D. Song, J.H. Lee, and M.E. Park. 2009. Effect of soil salinity variation on the growth of barley, rye and oat seeded at the newly reclaimed tidal lands in Korea. Korean J. Soil Sci. Fert. 42:415-422.
- Yoo, S.H. and M.E. Park. 2004. Proposal of land-use planing for agricultural use of the Saemangeum reclaimed land. J. Soc. Agr. Res. Reclaimed Lands 2:68-91.
- Yoo, C.H. 2004. The management of working-level on reclaimed saline soil. J. Soc. Agr. Res. Reclaimed Lands 2:16-31.