

경운방법 및 비료종류가 이탈리아 라이그라스의 사초수량 및 품질에 미치는 영향

김종덕 · 셔윈 아부엘 · 전경협 · 권찬호

Effect of Tillage System and Fertilizer Type on the Forage Yield and Quality of Italian Ryegrass

Jong Duk Kim, Shwin J. Abuel, Gyeong Hyeop Jeon and Chan Ho Kwon

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of tillage system and fertilizer type on the forage yield and quality of Italian ryegrass. This experiment was a 2×2 factorial arrangement for two tillage systems (tillage and no-tillage) and two fertilizer type (chemical and manure compost). The plant height, dry matter (DM) content, DM yield, TDN (total digestible nutrients) yield, and CP (crude protein) yield have significant differences in tillage system of Italian ryegrass. Italian ryegrass cultivated with tillage (plow and rotary till) had lower plant height, DM yield, TDN yield and CP yield than no-tillage, while its DM content showed the opposite results. However, there were no significant differences in the results on fertilizer types. Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents were significantly higher in no-tillage compared to tillage. However, there was no significant difference in CP content on tillage system. TDN and relative feed value (RFV) were higher in tillage than no-tillage system ($p < 0.01$). The TDN content was lower when using manure as fertilizer. No significant effects were observed for NDF and RFV in fertilizer type of Italian ryegrass. Based on the results of this study, tillage system and fertilizer type affected forage quality as well as forage yield. Forage yield of no-tillage was higher compared to tillage.

(**Key words** : No-tillage, Tillage, Chemical fertilizer, Manure compost, Forage Production)

I. 서 론

우리나라 농업은 1960년대까지는 자급퇴비로 농사를 지었기 때문에 토양중 양분 축적으로 인한 문제는 관심의 대상이 되지 못하였다. 그러나 계속 늘어나는 인구에 비하여 농경지 면적이 협소하기 때문에 부족한 식량을 해소하기 위해서 매작기마다 최고의 수량을 생산하고자

고투입 농법에 의존해 온 결과 농업환경이 악화되고 있다. 그 예로 화학비료 사용증가로 토양의 산성화와 유기물 함량이 감소하는 등 지력저하 및 지표수의 부영양화가 초래되고 (Hussian 등, 1999; 김, 2002; 김 등, 2006a; 2006b; 2008), 농약의 과다 사용에 의한 토양미생물과 천적이 감소하여 생태계의 교란 및 농산물의 농약 잔류량이 증가하고 (김, 2002), 기

천안연암대학 (Cheonan Yonam College, Sunghwan-Eup, Cheonan-City, Chungnam 330-709, Korea)

Corresponding author : Chan Ho Kwon, Cheonan Yonam College, Sunghwan-Eup, Cheonan-City, Chungnam 330-709, Korea Tel: +82-41-580-1086, Fax: +82-41-580-1052, E-mail: chkwon@yonam.ac.kr

계에 의한 과도한 경운으로 토양유실과 토양의 물리·화학적 악화 등 많은 문제점이 야기되고 있다(김, 2002). 따라서 국민들은 환경보전과 식품 안전에 대한 관심이 더욱 높아지고 있어 이를 위해서는 농업환경의 보전, 농산물 생산의 지속성 유지 및 국민건강을 위한 안전농산물을 생산하여 공급하는 체계가 구축되어야 한다. 이를 위한 방법이 친환경 농업이며 장기적인 이익추구, 개발과 환경의 조화, 자연 순환적 농업체계, 생태계 메커니즘을 활용하는 기술이다.

사료작물의 대량생산을 위한 관행의 농업은 토양침식을 조장할 뿐만 아니라 생산성 증대를 위한 비료, 농약, 연료 등의 사용량 증가로 토양의 물리·화학적 악화와 환경오염을 증가시키므로 친환경적이지 못하며, 노동력과 생산비도 많이 소요되고 있는 실정이다. 그러므로 환경에 부정적인 영향을 최소화하고 경토의 유실을 경감시키며 토양의 비옥도를 향상시킬 수 있는 농법이 개발되어야 할 것이다. 더 구체적인 방법이 최소경운 및 무경운 기술의 개발, 축산분뇨의 자원화에 의한 유기질 비료의 사용이라 할 수 있다(Moschler, 1972; 최 등, 1998; 김, 2002).

줄뿌림을 이용한 무경운 재배는 경운 작업을 생략하는 재배법으로 야산 개간지에서 관행과 동일한 수량을 얻을 수 있으며, 무경운 무비재배는 관행 경운 파종에 비하여 콩의 수량이 10% 이상 감소하였다(김 등, 1997; 김 등, 2006a; 2006b; 2008). 또한 무경운 재배는 건조기에 토양수분 보존에 유리하고, 토양침식 방지에 효과가 있으며, 잡초의 발생량도 감소시키고, 노력, 유류 및 기계 등의 절감으로 생산비를 낮추는 효과가 있다(유 등, 1997; 김, 2002; 김 등, 2006a).

가축분뇨는 오랫동안 구비로서 지력증진에 공헌해 왔다. 그러나 1970년대 이후 축산업이

다두사육으로 전환됨에 따라 분뇨를 유용하게 이용하지 못하고 그대로 방류하여 환경문제로 대두되고 있다.

가축분뇨의 자원화 방법으로는 퇴비나 액상분뇨화 하여 이용하는 방법이 있다(김 등, 2006a; 2006b; 2008; 송 등, 2006). 가축분뇨의 퇴비화는 각종 영양분을 동시에 함유하고 있어 작물에 대한 종합영양적인 효과를 나타낼 수 있다(신, 1999; 송 등, 2006).

따라서 본 시험은 화본과 사료작물인 이탈리아 라이그라스를 관행경운과 무경운으로 경운 방법을 달리하고, 비료원으로 화학비료와 퇴비를 시비하여 재배하였을 때 사초생산량과 품질의 차이를 구명하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2004년 10월 4일부터 2005년 5월 3일까지 천안연암대학 실습농장의 사초시험포장에서 수행하였으며, 시험장소의 토양은 옥수수과 호밀을 재배해오던 포장으로 사료작물의 생육에는 지장이 없는 토양이었다.

충남 천안의 온도 및 강수량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 온도는 예년에 비하여 평균 1.0°C 높았으며, 강수량은 예년보다 106 mm가 적었다.

본 시험은 2×2=4 요인시험으로 경운방법은 관행 경운(경운+로터리)과 무경운으로, 비료종류는 화학비료와 퇴비를 두어 이탈리아 라이그라스의 사초 생산성과 품질을 비교하였다. 시험의 퇴비는 우분을 사용하였으며, 우분의 화학적 특성은 Table 2에서 보는 바와 같다.

이탈리안 라이그라스의 품종은 'Ribeye'를 공시하였으며, 파종은 2004년 10월 4일에 ha당 40 kg을 이랑너비 30 cm로 줄뿌림하였다.

시험구 크기는 7.2m² (1.8m×4m)로 하였다. 시비량은 화학비료구는 질소, 인산 및 가리를 각

Table 1. Mean temperature and precipitation at Cheonan, 2004 to 2005

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2004-2005	Normal	2004-2005	Normal
October	13.2	13.1	4.5	58.5
November	8.2	6.1	53.0	52.9
December	2.3	-0.1	33.0	29.1
January	-2.0	-3.0	3.0	24.0
February	-1.1	-0.8	29.8	27.7
March	4.5	4.4	37.0	48.4
April	12.8	11.3	53.7	78.9
Mean	6.0	5.0	Sum 214.0	320.0

Table 2. Chemical composition of cattle manure

Item	DM (%)	OM (%)	pH (1:5)	TN (%)	NO ₃ N (g/kg)	TP (%)
Cattle manure	69.4	7.46	7.61	2.21	0.51	0.31

DM=dry matter, OM=organic matter, TN=total nitrogen, TP=total phosphorous.

각 ha당 150 kg, 100 kg 및 100 kg을 시비하였으며, 퇴비구는 질소량으로 ha당 300 kg을 사용하였다.

이탈리안 라이그라스의 수확은 2005년 5월 3일에 실시하였다. 시험구의 수확은 6줄 중 중앙의 4줄 (4.8m²=1.2m×4m)을 수확하여 생초수량을 측정하였다. 각 구별로 500~800g의 시료를 채취한 다음 65°C의 순환식 열풍건조기에 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 무게를 측정하여 건물률과 건물수량을 계산하였다. 각 시험에서 채취한 건조시료는 Wiley Mill로 분쇄하여 20 mesh 표준체를 통과시킨 후 시료로 사용하였다.

NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF (acid detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest 방법 (1970)으로 분석하였다. 조단백질 분석은 Kjeldahl 법 (Tecator, Kjeltec Auto Sampler System 1035 Analyzer)을 사용하여 AOAC법(1990)으로 분석하였다.

TDN 수량은 $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 TDN을 산출한 후 건물수량을 곱하여 구하였으며, 조단백질 수량은 단백질 함량에 건물수량을 곱하여 구하였다. RFV (relative feed value)는 ADF와 NDF가 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF와 NDF 분석치에 의한 계산식으로 산출하였다 (Holland 등, 1990).

통계처리는 SAS (1999) package program (ver. 6.12)을 이용하여 분산분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이탈리안 라이그라스의 생육특성과 사초 수량

이탈리안 라이그라스의 유식물 활력은 비료 종류에서는 처리간에 차이가 없었으나, 경운방법에서는 무경운의 유식물 활력이 높은 경향을

보였다. 반면 녹색성은 경운이 무경운보다 높고, 화학비료가 퇴비보다 높은 경향을 보였다. 한편 내한성 및 내도복성은 경운방법과 비료종류에서 처리간에 차이가 없었다 (Table 3). 신 (1999)의 호밀의 액상분뇨 시험에서 호밀의 녹색성은 액상분뇨를 화학비료의 질소 대비 2배를 사용하였을 때도 화학비료와 액상분뇨간에 녹색성과 내도복성의 차이가 없었다고 하여 본 시험에서도 같은 경향을 보였다. 반면 유식물 활력에서 무경운이 경운보다 높은 것은 무경운에서 종자가 토양과 밀착되어 토양수분을 충분히 이용하여 발아와 초기생육에서 좋은 결과를 보인 것으로 판단된다.

이탈리안 라이그라스의 초장은 경운방법에서는 무경운 처리구가 관행경운 처리구보다 높은 경향을 보였다. 김 등 (2008)의 옥수수 경운방법 비교 시험에서 관행경운 (경운+로터리)이 로터리와 무경운보다 초장과 착수고가 높았다. Raimbault 등 (1991)은 경운 옥수수가 무경운보다 초장이 컸으나 건조기에는 일반적으로 경운

이 작았다고 하여 본 시험의 결과를 뒷받침하였다. 그리고 실험연도의 강수량이 적어서 무경운이 토양수분을 보다 효과적으로 이용할 수 있어 정착이 빨라 초장이 높은 것으로 여겨진다. 또한 이탈리아인 라이그라스는 선행연구의 사료작물 종자보다 크기가 작기 때문에 경운과 로터리처리보다 무경운이 발아율과 출현율을 향상시켜 생육이 잘 된 것으로 여겨진다. 김 등 (2007)의 이탈리아인 라이그라스의 파종방법시험에서도 종자 파종후 복토를 위하여 처리한 로터리가 파종후 진압만 처리한 시험구보다 오히려 발아율과 초기생육을 낮춘다고 하였으며, 종자크기가 작은 이탈리아인 라이그라스는 파종후 진압이 작물의 생육과 생산량 증가에 효과가 있다고 보고하였다.

한편 비료종류의 경우는 화학비료구가 퇴비구보다 초장이 높았으나 통계적인 유의성은 없었다.

이탈리안 라이그라스의 수확시 건물률은 경운방법에서 무경운과 경운이 각각 12.8% 및

Table 3. Effect of tillage system and fertilizer type on the agronomic characteristics and forage yield of Italian ryegrass

Item	Tillage system (T)		Fertilizer type (F)		P-value		
	No-tillage	Tillage	Chemical	Manure	T	F	T×F
Seedling vigor	1	2	1	1			
Cold hardness	3	3	3	3			
Stay green	2	1	1	2			
Lodging resistance	1	1	1	1			
Plant height (cm)	46	32	40	38	0.0071	0.5984	0.0081
Dry matter (%)	12.8	15.0	14.4	13.5	0.0023	0.1026	0.0362
DM yield (kg ha ⁻¹)	2,969	2,039	2,416	2,592	0.0009	0.3486	0.0182
TDN yield (kg ha ⁻¹)	1,889	1,406	1,591	1,704	0.0060	0.4036	0.0130
CP yield (kg ha ⁻¹)	639	462	517	584	0.0064	0.2010	0.9179

Rating : 1=good, 9=poor.

DM=dry matter, TDN=total digestible nutrients, CP=crude protein.

15.0%로 경운이 높았다 ($p < 0.01$). 김 등 (2006a)의 관행 (경운+로터리)과 무경운의 호밀 건물물 비교에서 처리간에 차이가 없었고, 김 등 (2008)의 옥수수 시험에서는 관행이 무경운보다 초장이 높아 본 시험과 상반된 결과를 보였다.

한편 비료의 종류에서는 화학비료와 퇴비의 처리구의 건물물이 각각 14.4% 및 13.5%로 화학비료가 퇴비보다 높았으나 통계적인 유의성은 없었다. 김 등 (2006b)의 귀리시험에서는 화학비료가 퇴비보다 건물물이 낮았으나 호밀시험 (2006a)에서는 비료의 종류에 따라 건물물의 차이가 없어 본 시험과 같은 경향이였다. 이것으로 호밀과 이탈리아 라이그라스보다 단경기 작물인 귀리에서는 속효성인 화학비료의 효과가 있었으나 6~7개월 생육하는 작물에서는 화학비료와 퇴비가 차이가 없다고 할 수 있다.

이탈리안 라이그라스의 건물수량은 경운방법에서 무경운과 경운이 각각 ha당 2,967 kg 및 2,039 kg으로 무경운이 경운보다 930 kg 많았다 ($p < 0.001$). 한편 비료의 종류에서는 처리간에 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

이탈리안 라이그라스의 TDN 및 조단백질 수량도 건물수량과 마찬가지로 무경운이 경운보다 많았으며 ($p < 0.01$), 비료의 종류에서는 처리간에 유의적인 차이가 없었다.

김 등 (2006a)의 관행과 무경운의 비교에서 경운이 무경운보다 호밀의 건물수량이 높았으나, TDN 및 CP 수량은 처리간에 차이가 없다고 하였다.

그러나 Jones 등 (1968)과 Elkin 등 (1979)에 따르면 무경운 재배는 경운재배보다 옥수수의 수량이 적었다고 하였으며, Triplett 등 (1968)도 옥수수의 수량이 많거나 비슷하다고 하였으며, 건조기일수록 경운과 무경운의 차이는 많았다고 하였다. 따라서 가을에 파종하여 이듬해 봄에 수확하는 월년생 사료작물은 우리나라에서

강수량이 가장 적은 시기이므로 무경운에 의하여 수분부족을 해결함으로써 사초수량을 향상시킬 수 있는 기술로 판단되었다.

화학비료와 퇴비의 비교에서 처리간에 수량의 차이가 없었다 ($p > 0.05$). Thompson 등 (1987)의 보고가 액상분뇨이긴 하지만 암모니아의 휘산에 의한 질소 손실이 겨울에는 ha당 53 kg, 봄에는 77 kg 이었다고 하였다. 육 등 (1997)의 시험에서 액상분뇨의 사용시기를 가을, 봄, 가을과 봄 분시의 비교에서 분시가 다른 처리구보다 이탈리아 라이그라스의 수량이 많았다. 그러나 본 시험은 퇴비를 이용하는 방법이며, 퇴비를 전량기비로 이용하여 다른 시험과 다른 결과를 도출한 것으로 판단된다. 즉 액비는 수분과 분시의 효과가 있는 반면 퇴비는 액비와 같은 효과가 없을 수 있다.

2. 이탈리아 라이그라스의 사초품질

이탈리안 라이그라스의 조단백질 함량은 경운방법과 비료의 종류 모두에서 처리간에 유의적인 차이가 없었다 (Table 4). 한편 ADF 및 NDF 함량은 관행경운이 무경운보다 높았으며 통계적인 유의성도 있었다. 이탈리아 라이그라스의 TDN 및 상대사료가치는 관행 경운이 무경운보다 많았다 ($p < 0.01$).

비료의 종류에서는 ADF 및 TDN 함량에서만 처리간에 차이가 있었으며, 화학비료가 퇴비보다 TDN 함량이 많았다. 김 등 (2006a; 2006b)의 호밀과 귀리 시험에서는 경운방법에서는 다른 성분은 차이가 없었으나 CP 함량에서는 차이가 있었으며 무경운이 경운보다 CP 함량이 많았다. 한편 비료의 종류에서는 사초품질에서 차이가 없었다. 그러나 본 시험에서는 ADF 및 TDN 함량에서 차이가 있었다.

이상의 이탈리아 라이그라스 결과를 볼 때 이탈리아 라이그라스의 사초수량은 무경운이

Table 4. Effect of tillage system and fertilizer type on the forage quality of Italian ryegrass

Item	Tillage system (T)		Fertilizer type (F)		P-value		
	No-tillage	Tillage	Chemical	Manure	T	F	T×F
Crude protein (%)	21.5	22.6	21.7	22.5	0.0914	0.1904	0.3445
ADF (%)	32.5	26.7	29.0	30.2	0.0001	0.0027	0.0001
NDF (%)	49.1	46.7	48.5	47.3	0.0140	0.1800	0.6667
TDN (%)	63.6	68.1	66.3	65.4	0.0001	0.0020	0.0001
RFV	120	136	128	129	0.0002	0.6357	0.3345

ADF=acid detergent fiber, NDF=neutral detergent fiber, TDN=total digestible nutrients, RFV=relative feed value.

관행경운보다 많았으나, 비료종류에서는 처리간에 차이가 없었다. 한편 사초품질은 관행경운이 무경운보다 우수하였으나, 비료의 종류에서는 처리간에 차이가 적었다. 따라서 이탈리아 라이그라스의 사초수량을 증가시키기 위한 재배방법으로 무경운 재배를 추천할 수 있다. 따라서 농가에서 이탈리아 라이그라스를 생산할 경우에는 사초수량 뿐만 아니라 사초품질도 고려하여야 한다. 그리고 친환경 및 유기축산을 위하여 이탈리아 라이그라스를 생산하기 위한 재배기술의 한 방법으로 무경운을 추천할 수 있다.

IV. 요약

경운방법과 비료종류를 달리하였을 때 이탈리아 라이그라스의 사료수량과 품질을 비교하기 위하여 수행하였다. 본 시험은 2×2=4 요인시험으로 경운방법은 관행(경운과 로터리)과 무경을 두었으며, 비료종류는 화학비료와 퇴비를 두었다. 이탈리아 라이그라스의 초장, 건물률, 건물수량, TDN 수량 및 CP 수량은 경운방법에서 처리간에 유의적인 차이가 있었다. 특히 무경운이 관행경운(경운+로터리)보다 건물수량, TDN 수량 및 CP 수량이 많았다. 그러나 비료

의 종류에서는 처리간의 사초 생산성의 차이가 없었다. 이탈리아 라이그라스의 조단백질 함량은 처리간에 차이가 없었다. 한편 ADF 및 NDF 함량에서는 무경운이 경운보다 많았으나 TDN 및 RFV 함량은 경운이 무경운보다 높았다. 비료의 종류에서 ADF 함량은 퇴비가 높았으나 TDN 함량은 화학비료가 높았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 이탈리아 라이그라스에서 경운방법은 무경운이 관행경운보다 수량은 많으나 품질은 낮았다. 한편 비료의 종류에서는 사초수량의 차이는 없고 품질 차이도 적었다.

V. 사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림기술관리센터의 연구비 지원의 일부에 의해 수행된 것으로, 이에 감사를 드립니다.

VI. 인용 문헌

1. 김석동, 유용환, 이석하, 김옥한. 1997. 콩 무경운 재배기술 확립시험. 농촌진흥청 작물시험장. 시험연구보고서 pp. 42-44.
2. 김맹중, 최기준, 육완방, 임영철, 윤세형, 김종근,

- 박형수, 서성. 2007. 논에서 이탈리아 라이그라스의 파종방법이 월동, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. *한초지* 27(4):269-274.
3. 김은석. 2002. 친환경 풋찰옥수수 생산을 위한 경운방법 및 두과 피복작물재배에 관한 연구. 경상대학교 박사학위 논문.
 4. 김종덕, 권찬호, 구양희, 신명수. 2008. 경운방법이 사일리지용 옥수수의 사초생산성 및 토양특성에 미치는 영향. *초지조사료지*. 28(4):307-314.
 5. 김종덕, 김수근, 권찬호. 2006a. 경운방법 및 비료종류가 호밀의 사초수량, 품질 및 생산비에 미치는 영향. *동물자원지*. 48(1):115-122.
 6. 김종덕, 김수근, 채상현, 권찬호. 2006b. 퇴비 및 화학비료가 무경운 귀리의 사초수량과 품질에 미치는 영향. *한초지*. 26(3):127-132.
 7. 박홍규, 김상수, 백남현, 석순중, 박건호, 이선룡. 1996. 벼 무경운 재배시 재배양식에 따른 생육 및 수량. *한작지*. 41(4):420-428.
 8. 송상택, 김문철, 황경준. 2006. 제주지역에서 건물 함량이 다른 돈분 액비 시용이 이탈리아 라이그라스, 호밀 및 귀리의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. *한초지*. 26(3):159-170.
 9. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소(N) 시용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
 10. 유철현, 신복우, 정지호, 한상수, 김성조, 한성수. 1997. 경운방법에 따른 논토양의 이화학성 변화. *한국토양비료학회지* 30(2):140-145.
 11. 육완방, 차용복, 금종성, 이종민, 한영근. 1997. 액상구비의 시용시기와 시용수준이 호밀의 생산성에 미치는 영향. *한초지* 10(2):84-88.
 12. 최진룡, 김정부, 조영순. 1998. 한반도에서 지속농업의 실천방안. 지속적 벼 생산체계 개발을 중심으로. 경상대학교 개교50주년 심포지움: 228-312.
 13. Adams, W.E., H.D. Morris, Joel Giddens, R.N. Dawson, and G.W. Landale. 1973. Tillage and fertilization of corn grown on lespedeza sod. *Agron. J.* 65:653-655.
 14. AOAC. 1990. Official Method of Analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
 15. Elkins, D.M., J.W. Vandeveter, G. Kapusta, and M.R. Anderson. 1979. No-tillage maize production in chemically suppressed grass sod. *Agron. J.* 71(1):101-105.
 16. Goering, H.L. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. *Agr. Handbook No. 379*. USDA.
 17. Hargrove, W.L., J.T. Reid, J.T. Youghton, and R. N. Gallaher. 1982. Influence of tillage practices on the fertility status of an acid soil double cropped to wheat and soybean. *Agron. J.* 74: 684-687.
 18. 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.
 19. Hussain, I., K.R. Olson and S.A. Ebelhar. 1999. Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fraction. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1335-1341.
 20. Jones, J.N., J.E. Moody, G.M. Shear, W.W. Moschler and J.H. Lillard. 1968. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 60(1): 17-20.
 21. Moschler, W.W., G.M. Shear, D.C. Martens, G.D. Jones, and R.R. Wilmouth. 1972. Comparative yield and fertilizer efficiency of no-tillage and onventionally tiller corn. *Agron. J.* 64(2):229-231.
 22. Man, N.V. and Wiktorsson, H. 2001. The effect of replacing grass with urea treated fresh rice straw in dairy cow diet. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14(8):1090-1097.
 23. Naser, H.G. 1977. Multiple cropping in some countries of the middle east: In multiple cropping. *Am. Soc. of Agron. Spec. Pub. No. 27*. Am. Soc. of Agron. Madison, pp. 117-128.
 24. Rahman, S.M. A., J. Begum, and J. Alam. 1996. Fodder production at savar dairy farm: An economic analysis. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 9(4):

- 411-420.
25. Raimbault, B.A., T.J. Vyn, and M. Tollenaar. 1991. Corn response to rye cover crop, tillage methods, and planter options. *Agron. J.* 83:287-290.
26. SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guide : Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
27. Thompson, R.B., J.C. Ryde, and D.R. Lockyer. 1987. Fate of nitrogen in cattle slurry following surface application or injection to grassland. *J. Soil Sci.* 38:689-700.
28. Triplett, G.B., Jr., D.M. Van Doren, Jr., and B.L. Schmidt. 1968. Effect of corn (*Zea mays* L.) stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. *Agron. J.* 60(2):236-239.
- (접수일: 2009년 9월 21일, 수정일 1차: 2009년 10월 1일, 수정일 2차: 2009년 10월 12일, 게재확정일: 2009년 10월 16일)