

# 제주지역 초지에서 혼파조합 및 질소수준이 식생구성 및 사초생산성에 미치는 영향

박형수 · 황경준 · 박남건 · 김원호 · 이종경 · 김종근 · 이기원 · 임영철  
국립축산과학원

## Effects of Seed Mixture and Nitrogen Levels on Botanical Composition and Forage Productivity for Pasture in Jeju

Park, H. S., Hwang, K. J., Park, N. G., Kim, W. H., Lee, J. K., Kim, J. G.,  
Lee, K. W. and Lim, Y. C.

National Institute of Animal Science, Cheonan 331-801, Korea

### Summary

A study was conducted to determine the effects of seed mixture and nitrogen application levels on botanical composition and forage productivity in grazing pasture. Legume forage have the ability to take nitrogen from the atmosphere and convert it into a form usable by plants. Including legumes in mixtures with grass lowers the amount of nitrogen fertilizer required to produce forages. Dry matter (DM) yield of grass-legume mixtures was more than that of grass mono-cultivated and grass+white clover+red clover mixtures was the highest as 17,391 kg/ha in legume mixture (P<0.01). The highest DM yield was in N-200 kg/ha, but it was similar between N-100 kg/ha (15,128) and N-200 kg/ha (16,017). The large decline in the proportion of grass during April to June in 2004 probably was due to the drought and summer depression in grass-legume mixtures. Grass proportions decreased by 8.2% after 2 year, and white clover was dominated in grass-white clover mixture by May 2005. Crud protein (CP) content tends to increase with increased nitrogen application level.

(Key words : Legume, Mixture, Pasture, Nitrogen fertilization, Botanical composition)

### 서 론

최근까지 농업부문의 당면과제는 증산에 의한 소득증대를 목표로 농업의 근대화, 이른바 기계화·전문화·규모화 및 합성농약과 화학비료의 상용화로 농업생산성은 괄목할만한 수준으로 향상되었다. 비록 이러한 변화가 농업발전에 상당한 기여를 하였으나, 한

편으로는 농약과 화학비료 사용량 증가와 축산분뇨 등에 의한 농업환경의 오염과 지력저하로 지속 가능한 농업생산기반의 약화에 대한 우려를 초래하고 있다.

조사료 생산 분야에서 친환경농업 실천을 적극적이고 효율적으로 추진할 수 있는 방법은 방목초지에서는 두과목초와 혼파를 하여 이용하고 사료작물포에서는 두과작물을 이용

Corresponding author : Hyung Soo Park, National Institute of Animal Science, Cheonan 331-801, Korea, Tel:+82-41-580-6753, E-mail: anpark@rda.go.kr

2009년 10월 23일 투고, 2009년 12월 20일 심사완료, 2009년 12월 26일 게재확정

한 윤작 등을 통한 작부체계를 설정하여 이용하는 것이다(이 등, 2002). 두과작물의 질소고정균은 숙주인 두과작물로부터 생활에 필요한 에너지를 얻고 반대로 작물이 필요한 질소를 공급한다. 뿐만 아니라 혼생하는 화본과 작물에 질소를 공여 해주고 나아가서 토양에 환원시킨다(Virtanen 등, 1937). Postgate (1987)은 1971~72년 사이 미국에서 식물에 투입된 비료의 1/3만이 화학비료이며 나머지는 생물학적 고정에 의한 것이며 농업에서 질소고정식물을 잘 이용하고 있는 오스트레일리아에서는 작물에 시용된 비료의 1%만이 화학비료였다고 보고하였다.

두과목초를 이용한 혼파조합 선발시험은 오차드그라스와 레드클로버 혼파조합이 건물수량과 단백질수량에서 높다고 하였으며(이 등, 1993) 적응성 및 지속성이 우수한 콩과목초 선발 및 지역 적응성 시험이 수행되었다(김 등, 1999; 이 등, 2003; 이 등, 2004). 또한 이 등(2002)은 유기조사료 생산을 위해 두과작물을 이용한 작부체계 설정과 두과작물의 질소고정 능력에 대한 연구결과를 보고하였다.

화본과와 두과가 혼파된 초지에 대한 질소 시비효과에 관한 연구결과는 다양한데 질소를 시용함으로써 두과목초는 억압되었고, 화본과 목초는 우세하게 되었다고 하는 것이 지배적인 결과이다(Alexander 및 McIllood, 1962; Kennedy, 1958). 혼파초지에서 초종비율은 질소 시용뿐만 아니라 예취와 방목방법에 의하여 영향을 받는다는 연구결과도 보고

되고 있다(Wolf 및 Smith, 1964).

본 연구는 초지에서 혼파조합 및 질소시비 수준이 초지의 식생구성 및 사초생산성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행되었다.

### 재료 및 방법

본 시험은 2003년 8월부터 2005년 12월까지 농촌진흥청 난지농업연구소의 시험포장(해발 200m)에서 신규초지를 조성하여 실시하였다. 시험 처리는 주구로 화본과 목초 단파(T1), 화이트클로버+화본과 목초(T2), 화이트클로버+레드클로버+화본과 목초(T3)의 3 처리이었으며 세구로는 질소 시비수준으로 0, 100, 200 kg/ha였으며, 분할구배치법 3반복으로 수행하였다. 시험구 크기는 구당 15m<sup>2</sup> (2.5×6m)였다. 혼파초지 조합에 사용된 화본과 목초의 초종은 오차드그라스, 페러니얼라이그라스, 툴페스큐로 하였으며 파종은 2003년 9월 8일에 걸뿌림으로 산파하였다. 처리에 따른 파종량은 표 1에서 보는바와 같다. 파종 시 기비량은 ha당 질소-인산-칼리-석회를 각각 80-150-170-4,000 kg/ha를 시용하였다. 관리비료는 ha당 연간 질소를 100, 200 kg을 해빙직후와 매회 수확 후 분시하였으며 인산과 칼리는 ha당 연간 150 kg 및 120 kg을 해빙직후와 가을수확 후에 분시하였다.

시험기간 동안 수확은 초지의 생육상태를 고려하여 시험 1년차에는 5회 수확하였으며 시험 2년차에는 4회 수확하였다. 초지의 생초수량은 동력예취기를 이용하여 가장 자리

Table 1. Composition of seed mixture

Species	White clover	Red clover	Orchardgrass	Perennial ryegrass	Tall fescue	Total
	..... kg/ha .....					
T1	—	—	20	8	8	36
T2	4	—	20	8	8	40
T3	4	8	20	8	8	48

의 6.5m<sup>2</sup> (1.3×5 m) 면적에서 수확하였으며, 건물수량은 생초 500 g 내외를 취하여 70℃ 송풍건조기에서 48시간 건조 후 건물함량을 측정하여 환산 하였다. 식생구성물은 생초 500g 정도를 취하여 화본과 목초, 두과 목초 및 잡초를 분리하여 건조 후 백분율로 표시 하였다. 토양성분 분석은 농촌진흥청 분석법 (농촌진흥청, 1988)에 준하여 분석하였고 식물체의 조단백질 함량 분석은 AOAC법 (1990)에 의거하여 분석하였다.

시험전 토양의 이화학적 특성은 표 2에서 보는 바와 같이 화학적 특성은 pH 4.83, 유기물 함량은 6.53%, 유효인산 함량은 322.6 ppm이었다.

시험기간 동안 강수량(그림 1)은 매년 7월과 8월 사이에 집중되었으며 2004년에는 6월과 7월, 2005년에는 6월과 9월에 극심한 가뭄으로 목초의 생육상태가 매우 불량했다.

특히 여름철 가뭄은 하고현상과 겹쳐 목초의 생산수량 감소에 큰 원인이 되었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 건물수량

두과목초 혼파조합 및 질소시비 수준에 따른 연도별 건물수량은 표 3에서 보는 바와 같다. 2004년의 혼파조합에 따른 건물수량은 화본과+white clover+red clover 처리구 (T3)가 평균 20,299 kg/ha로 화본과 단파구 (T1)에 비해서 43% 정도 높게 나타났다(P<0.01). 본 결과는 강원도 지역의 방목초지 혼파조합 선발 시험에서 오차드그라스와 레드클로버 혼파조합이 화이트클로버 혼파조합보다 수량이 높았다는 결과와 비슷하였다(이 등, 1993).

질소시용 수준에 따른 건물수량은 모든 혼

Table 2. The chemical composition of experimental soil

pH (1:5)	OM (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )
				K	Ca	Mg	
4.83	6.53	0.292	322.6	0.82	1.82	1.48	11.8

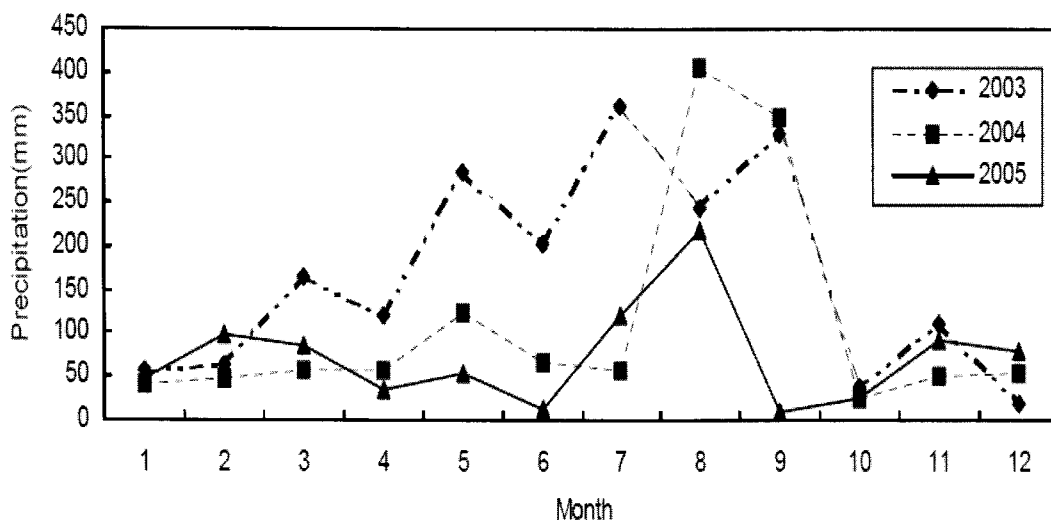


Fig. 1. Total amount of precipitation(mm) during the experimental period from 2003~2005 in Jeju.

Table 3. Effects of seed mixture and N application levels on dry matter yield in grazing pasture

Mixtures	Nitrogen levels (kg/ha)	Dry matter yield (kg/ha)		Mean
		2004	2005	
T1 (Grasses)	N-0	11,495	10,722	11,109
	N-100	14,345	11,856	13,101
	N-200	16,804	13,133	14,969
	Mean	14,215	11,904	13,060
T2 (Grasses+white clover)	N-0	16,607	10,679	13,643
	N-100	17,957	11,622	14,790
	N-200	18,201	12,649	15,425
	Mean	17,588	11,650	14,619
T3 (Grasses+white clover+red clover)	N-0	19,502	14,005	16,754
	N-100	20,619	14,909	17,764
	N-200	20,777	14,535	17,656
	Mean	20,299	14,483	17,391
LSD	Mixtures (M)	**	*	*
	Nitrogen level (N)	NS	NS	NS
	M×N	NS	NS	NS

\*\*, \*\* Significant at 5% and 1% probability levels, respectively ; NS=Not significant.

파조합에서 질소수준 ha당 200 kg 시용구에서 평균 18,594 kg/ha로 높게 나타났으나 무비구에 비해서 19% 증수되어 질소 투입량에 비해 건물수량이 상대적으로 증가하지는 않았다. 한편 혼파초지에 대한 질소비료 시비에 대한 경제성에 대한 연구결과는 다양한 편으로, Preston (1966)은 혼파초지에 클로버의 비율이 50% 이상이면 질소를 시용하지 않아도 되고, 50% 이하면 질소 추비가 필요하다고 하였다. Kennedy (1955)은 두과목초의 비율이 20~25% 이하로 떨어지게 되면 화분과 목초 단파초지와 같은 정도의 추비가 필요하다 하였다.

시험 2년차 2005년의 건물수량은 화분과 +Wc+Rc처리구 (T3)가 14,483 kg/ha로 가장 높

게 나타났으며 ( $P < 0.05$ ) 모든 처리구에서 시험 1년차의 결과보다 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 파종 후 1년차의 건물수량이 가장 낮다는 다른 연구보고 (윤, 2002)와는 상이한 결과를 보였다. 2년차의 건물수량이 낮은 이유는 2005년 기상조건이 목초의 주생육기인 봄철과 가을철에 극심한 가뭄으로 목초의 생육상태가 불량한 것이 주요 원인인 것으로 판단된다.

시험기간 동안 화이트 클로버와 레드클로버 혼파조합에서 질소 시비수준에 따른 건물수량은 큰 차이를 나타내지 않았는데, Murphy 및 Ball (1985)은 혼파초지에서 질소시비량을 증가시킴에 따라 두과의 질소고정능력은 저하되었고 특히 질소 시비수준이 가장 높았던

처리구에서는 거의 질소고정이 이루어지지 않았다고 보고하였다. 하지만 Jensen (1987)과 Jo 등 (1980)은 두과작물 재배시 산성토양조건 하에서는 소량의 질소를 시비하는 것이 초기생육 촉진에 유리하다고 보고하였다.

## 2. 식생구성률

질소시비 수준에 따른 화이트 클로버와 레드클로버 혼파조합간의 연도별 식생구성률은 그림 2와 3에서 보는바와 같다. 시험이 진행됨에 따라 두과목초의 식생구성이 빠르게 증가함을 나타내고 있는데 특히 여름철을 기점으로 화이트 클로버와 레드클로버의 우점현상이 뚜렷이 나타나고 있다.

화이트 클로버와 화분과 목초 혼파조합의 질소시비 수준별 식생구성률 변화는 2005년 8월의 경우 질소시비수준이 100 kg/ha 보다

200 kg/ha구에서 두과비율이 낮은 경향을 보였다. 또한 화이트 클로버와 레드클로버의 혼파조합도 화이트클로버의 혼파조합과 같이 질소시비수준이 증가함에 따라 두과 비율이 감소하는 경향을 보였다. 이는 Alexander 등 (1962)이 보고한 연구결과와 비슷한 결과로 두과의 구성률이 높은 초지에서 질소 시비수준의 증가는 오히려 두과목초의 질소 고정능력을 감소시킴으로서 상대적으로 화분과의 비율이 높아진 것으로 생각된다.

2004년 가을에는 두과목초 우점으로 화분과 목초를 보파를 실시하였으나 2005년도 봄철에 화분과의 비율이 조금 상승하였으나 여름과 가을철에 다시 두과 비율이 두 처리구 모두에서 평균 83% 이상으로 두과 목초가 다시 우점화되는 경향이 뚜렷이 나타났다. 김 등 (1996)도 이와 유사한 결과를 보고하였는데 화이트 클로버와 화분과 목초가 혼파된

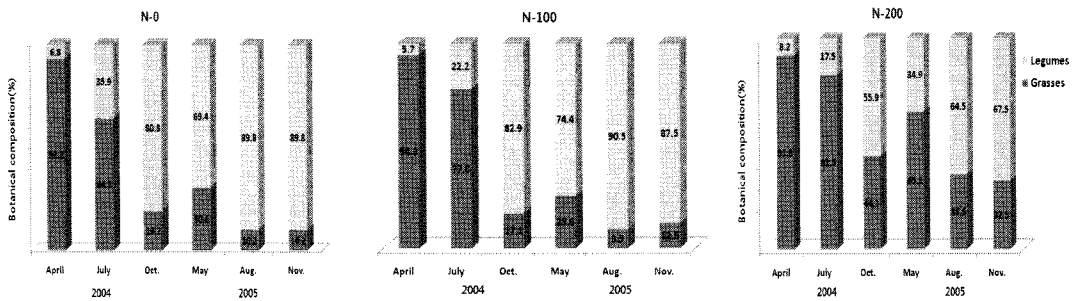


Fig. 2. Effect of N application levels on botanical composition in white clover + grass mixture pasture.

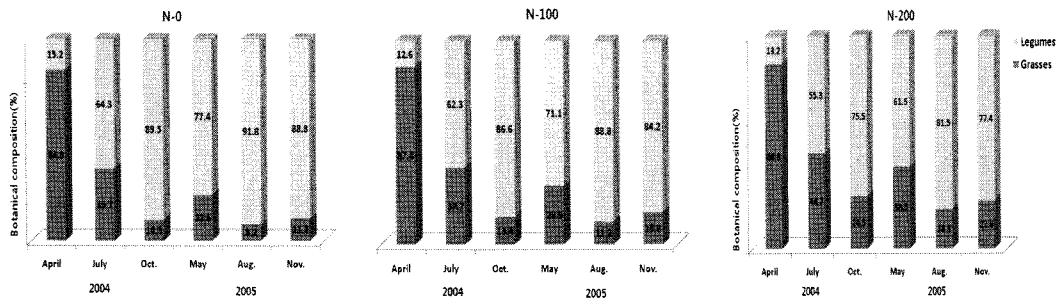


Fig. 3. Effect of N application levels on botanical composition in white clover + red clover + grass mixture pasture.

Table 4. Effects of seed mixture and N application levels on crude protein (CP) contents in grazing pasture

Mixtures	N application levels (kg/ha)			Mean
	0	100	200	
	..... % .....			
T1	13.8	14.9	16.0	14.9
T2	17.9	18.1	18.3	18.1
T3	18.0	17.8	18.3	18.0
Mean	15.85	16.50	17.15	16.50

\* T1 : Grasses, T2 : Grasses+white clover, T3 : Grasses+white clover+red clover.

초지에서 시간이 경과함에 따라 화이트클로버의 비율이 증가하였다고 보고하였다. 혼파초지에서 화이트클로버가 우점되는 주요원인으로 방목 및 예취빈도(Sackville Hamilton, 1990), 초장(Barthram 등, 1992), 광조건(Thompson 및 Harper, 1988)이라고 하였다.

본 시험에서 두과목초가 우점되는 현상은 늦은 봄철 극심한 가뭄으로 목초의 생육이 매우 불량한 상태에서 여름철 더위로 인해 화분과 목초가 고사됨으로서 두과목초의 광조건을 유리하게 만들었고 또한 빈번한 예취로 화분과 목초의 재생양분 축적에 문제가 발생한 반면 생장점이 지상부에 밀착되어 있는 화이트클로버의 재생에 유리하게 작용한 것으로 생각된다. 특히 해발이 낮은 지역에 조성된 혼파초지에서 화이트클로버의 우점방지와 초지의 균형 있는 식생구성 유지에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

### 3. 조단백질 함량

두과목초 혼파조합 및 질소시비 수준에 따른 식물체의 조단백질 함량은 표 4에서 보는 바와 같다. 혼파조합에 따른 조단백질 함량은 화분과 단파구(T1) 보다 두과목초 혼파구가 평균 3.1% 높게 나타났으며 질소시비 수준에 따라서는 16.5~17.5%로 뚜렷한 차이를

보이지 않았다. 질소 시비수준이 혼파초지의 식물체 내 단백질 함량에 미치는 영향은 연구자 마다 다른 결과를 보고하였는데 이 등(2004)은 질소 시비량이 증가함에 따라 조단백질함량도 증가한다고 하였으나 반면 오차드그라스와 레드클로버 혼파구에서는 감소한다는 연구결과도 보고되고 있다(이 등 2004).

본 연구결과를 종합해보면 두과목초의 식생구성이 높은 초지에서 질소시용은 사초생산성에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났으며 과다한 질소시비는 오히려 두과의 질소고정에 악영향을 미칠 수 있어 두과목초의 식생구성이 높은 초지에서는 질소시용을 최대한 줄여주거나 질소비료를 사용하지 않는 것이 유리한 것으로 판단된다. 또한 두과목초와 화분과 목초를 혼파 했을 경우 여름철에 두과목초가 쉽게 우점되어 혼파초지에서 식생불균형을 초래하는 것으로 나타났다. 따라서 두과 혼파초지에서 적정 식생유지와 여름철 두과목초의 우점화를 감소시킬 수 있는 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

### 요 약

본 연구는 친환경축산의 실천 및 유기조사료 생산을 위해 방목초지에서 혼파조합 및 질소시비 수준이 식생구성과 사초생산성에

미치는 영향을 평가하기 위하여 수행되었다. 본 시험은 2003년 8월부터 2005년 12월까지 난지농업연구소 시험포장에서 실시하였다. 시험처리는 혼파조합을 주구로 질소 시비수준을 세구로 하는 9처리 3반복 분할구배치법으로 배치하여 사초생산성과 식생구성변화를 조사하였다. 목초의 총 건물생산량은 두과혼파에 의해 높은 증가( $P<0.01$ )를 보였으며, 질소시용 수준간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며 식생구성비율은 1년차 봄에 화본과의 비율은 80% 정도의 비율을 차지하였으나 여름과 가을에는 두과 비율이 94% 이상의 높은 비율을 나타냈다. 혼파조합에 따른 조단백질 함량은 화본과 단파구(T1) 보다 두과목초 혼파구가 14.9%에서 18.0%로 평균 3.1% 높게 나타났으며 질소시비 수준에 따라서는 16.6~17.5%로 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

## 인 용 문 헌

1. Alexander, C. W. and D. F. McCloud. 1962. Influence of time and rate of nitrogen application on production and botanical composition of forage. *Agron. J.* 54:521-522.
2. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
3. Barthram, G. T., S. A. Grant and D. A. Elston. 1992. The effects of sward height and nitrogen fertilizer application on changes in sward composition, white clover growth and the stock carrying capacity of an upland perennial ryegrass/white clover sward grazed by sheep for four years. *Grass and Forage Science*, 47:326-341.
4. Jensen, E. S. 1987. Seasonal patterns of growth and nitrogen fixation in field-grown pea. *Plant and Soil* 101:29-37.
5. Jo, J. K., Shigekata, Yoshida and Ryosei, Kayama. 1980. Acidity tolerance and symbiotic nitrogen fixation capacity of some varieties of alfalfa. *J. Japan Grassl. Sci.* 26(2):174-178.
6. Kennedy, W. K. 1955. Pasture improvement and management. *Cornell Ext. Bull.* 979.
7. Kennedy, W. K. 1958. Nitrogen fertilization of meadows and pastures. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 935.
8. Marriott C. A., G. R. Bolton and E. I. Duff. 1997. Factors affecting the stolon growth of white clover in ryegrass/clover patches. *Grass and Forage Sci.* 52:147-155.
9. Murphy, P. M. and P. Roger Ball. 1985. Effect of early season nitrogen on nitrogen fixation in a ryegrass/white clover pasture. *Proc. the XV Int. Grassl. Congr.* 460-461.
10. Postgate, JR. 1987. Nitrogen fixation. Second Edition 'Me Institute of Biology's studies in biology. London, (UK): Edward Arnold LTD, 73 pp.
11. Preston, A. 1966. Soil treatments for top dressing pastures and meadows. *Sci. and Tech. Guide 9001.* Univ. of Missouri.
12. Sackville, hamilton, N. R., D. Jones, A. Cresswell, and M. Fothergill. 1996. Genetic diversity and sustainability of clover-based pastures. 2. Size hierarchies and sampling bias. In: Younie D(ed.) *Legumes in sustainable farming systems*, Occasional Symposium No. 30, British Grassland Society. pp. 179-180.
13. Thompson, L. and J. L. Harper. 1988. The effect of grasses on the quality of transmitted light and its influence on the growth of white clover. *Oecologia*, 75: 343-347.

14. Virtanen, A. I., von Hausen, S. and T. Laine. 1937. Investigations on the root nodule bacteria of leguminous plant. XX. Excretion of nitrogen in associated cultures of legumes and non-legumes. *J. Agri. Sci.* 27:584-611.
15. Wolf, D. D. and D. Smith. 1964. Yield and persistence of several legume-grass mixtures as affected by cutting frequency and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 56:130-133.
16. 김문철, 고서봉, 최동윤, 이종언, 김동암. 1999. 화이트 클로버 품종 및 예취시 초장이 혼파 초지의 생산성에 미치는 영향. *한국초지학회지.* 19(1):1-10.
17. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 농업기술연구소.
18. 농업과학기술원. 2004. 가축분뇨(액비) 이용기술 개발. 농촌진흥청.
19. 윤세형, 이종경, 박근제. 2002. 집약방목 지에서의 목초 및 가축생산성에 관한 연구. *한국초지학회지.* 10(1):36-41.
20. 이효원, 박형수. 2002. 두과 작물의 질소 고정과 유기조사료생산을 위한 작부체계. *한국유기농업학회지.* 10(1):49-63.
21. 이효원, 박형수, 김수곤, 김문철, 길동용. 2004. 클로버품종이 식생구성과 사초생산성에 미치는 연구. *한국초지학회지.* 24(1):202-203.
22. 이종경, 정종원, 김종근, 윤세형, 백봉현, 나기준, 이성철, 이주삼. 2003. 고랭지에서 화이트 클로버의 품종별 수량성과 생육특성. *한국초지학회지.* 23(2):115-120.
23. 이중해, 이인덕, 이형석. 2004. 한번초형 혼파초지의 N 시비수준이 건물수량과 사료가치에 미치는 영향. *한국초지학회지.* 24(2):137-144.
24. 이인덕, 이형석. 혼파유형이 목초의 수량과 품질에 미치는 영향. 1993. *한국초지학회지.* 13(2):38-42.