

초종구성을 달리한 혼파 초지의 건물수량 및 품질 비교 연구

이인덕*·이형석**

충남대학교 농업생명자원학부*, 우송정보대학**

A Comparative Study of Dry Matter Yield and Quality of Pasture Sown Different Species Seed Combination

I. D. Lee* and H. S. Lee**

Division of Animal Science and Resources, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University*, Woosong Information College**

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of mixture types which consist of different species on the dry matter(DM) yield, botanical composition and forage quality. The experimental design includes three mixture types: Conventional mixtures(orchardgrass 50% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + white clover 10%), complex mixtures(orchardgrass 40% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + redtop 10% + alfalfa 5% + red clover 5%) and simple mixtures(orchardgrass 80% + red clover 20%).

The DM yield was higher in conventional mixtures(13,070 kg/ha) than in other mixtures(p<0.05). In the chemical composition and dry matter digestibility, there was significant difference among mixtures. Crude protein content and dry matter digestibility were higher in complex mixtures than in other mixtures(p<0.05). But, the content of fibrous constituents was higher in conventional mixtures than in other mixtures. The yield of crude protein dry matter(CPDM) and digestible dry matter(DDM) were higher in complex mixtures than in other mixtures.

In this experiment, DM yields and quality of mixture types were observed significant difference. therefore, the complex mixtures which combined various species were more effective in enhancing the dry matter digestibility(DMD) and digestible dry matter(DDM) yield.

(Key words : Conventional mixtures, Simple mixtures, Complex mixtures, Chemical composition)

I. 서 론

집약적인 이용을 목적으로 하고 있는 경운초지의 경우, 지금까지 단위면적 당 목초의 수량과 품질을 높이기 위한 여러 혼파유형이 제시된 바 있다. 그러나 혼파유형에 따라 초지의 건물수량과 품질이 달라지고 있을 뿐 아니라 (Frame과 Harkess, 1987; Peel과 Green, 1984; 김 등, 1989; 이와 이, 1993), 혼파유형별로 수확한

목초를 가축에 급여하였을 때에도 건물섭취량과 건물소화율은 물론이고 질소 및 에너지의 이용성이 달라지고 있음이 보고되고 있다(김 등 1989; 이와 이, 1995; 이 등 2004). 따라서 어떤 혼파유형으로 경운초지를 조성하여 관리해 나가는 것이 초지의 단위면적 당 건물수량과 품질을 높일 수 있을 것인 가는 중요하다고 하겠다. 본 시험에서는 최근 빈번히 일어나는 고온 및 건조와 다습과 같은 기상변화로 초지

Corresponding author : Hyung Suk Lee, Woosong Information College, Daejeon. 300-715, Korea. Tel.(042)629-6175, Fax.(042)629-6177, E-mail: hs1207@hanmail.net

환경이 많이 달라지고 있어 이러한 변화에 맞추어 혼파유형을 달리한 관행 혼파초지, 다초종 혼파초지 및 단순 혼파초지를 공시하여 시험하였다. 시험은 이들 혼파유형별 초지의 건물수량과 품질 등을 비교 검토하여 기상변화에 따른 집약적인 경운초지의 이용체계를 확립하는데 필요한 기초 자료를 제시하는 데 목적을 두고 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1999년 9월부터 2002년 12월까지 충남대학교 생명과학대학내 부속 초지시험포장에서 수행하였다. 공시된 혼파유형은 관행 혼파초지(orchardgrass 50% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + white clover 10%), 다초종 혼파초지(orchardgrass 40% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + redtop 10% + alfalfa 5% + red clover 5%) 및 단순 혼파초지(orchardgrass 80% + red clover 20%)의 3 처리를 두어 시험하였다. 파종시기와 방법은 1999년 9월 7일 경운초지조성 방법에 의해 조성하였다. 파종량은 각각 ha당 30 kg이었으며, 시비기준은 파종당시의 기비로 N 60 kg + P₂O₅ 200 kg + K₂O 70 kg/ha를 사용하였다. 조성 다음해부터의 매년 관리비료는 N 200 kg + P₂O₅ 180 kg + K₂O 150 kg/ha를 사용하였다. 시험구 배치는 난괴법 3처리 3반복으로 하였다. 건물수량

은 예취 시 마다 조사한 생초수량에 건물률을 곱하여 산출하였다. Crude protein(CP)은 AOAC (1990) 방법으로, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber(ADF) 및 lignin은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, cellulose는 Crampton과 Maynard(1938) 방법으로 분석하였다. Hemicellulose는 NDF와 ADF의 차이로 구하였다. *In vitro* dry matter digestibility (DMD)는 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로 분석하였다. 조단백질 수량과 가소화건물수량은 각 예취 시 건물수량에 각 예취 시 시료의 CP 함량 및 *in vitro* 건물소화율을 곱하여 산출하였다. 파종전의 개략적인 시험포장의 토양상태는 pH 6.1(1:5 H₂O), 유기물 함량 12 g/kg, 총질소 함량 1.1 g/kg, 유효인산 함량 36 mg/kg이었고 치환성 Ca, Mg, K, Na는 각각 6.5, 1.95, 0.41 및 0.19(cmol⁺/kg)이었으며, CEC는 12.4 cmol⁺/kg이었다. 우리나라의 평균 경작지의 토양과 비교할 때 총 질소 함량, 유기물 함량, 유효인산태함량은 대체적으로 낮은 편이었다. 시험의 통계처리는 5% 수준 범위 내에서 유의성을 검정하였다(김 등, 1995). 2000년부터 2002년까지의 월별 기온과 강우량은 표 1과 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 건물수량

년도별로 건물수량을 조사한 결과는 표 2에서 보는 바와 같다. 조성 1년차인 2000년에는

Table 1. Monthly temperature and precipitation at Daejeon, 2000-2002

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 2000 | | | | | | | | | | | | |
| Mean Temp. (°C) | -1.2 | -1.1 | 6.1 | 11.9 | 17.2 | 22.2 | 25.6 | 25.8 | 19.9 | 14.5 | 6.6 | 1.4 |
| Precipitation (mm) | 1.8 | 4.1 | 79.4 | 67.8 | 54.3 | 238.3 | 470.1 | 473.6 | 263.2 | 24.6 | 44.6 | 21.6 |
| 2001 | | | | | | | | | | | | |
| Mean Temp. (°C) | -2.2 | 0.9 | 5.9 | 13.7 | 19.5 | 23.0 | 26.1 | 25.8 | 21.8 | 15.7 | 6.4 | 0.0 |
| Precipitation (mm) | 61.2 | 70.0 | 16.0 | 20.4 | 30.2 | 234.2 | 171.0 | 78.1 | 25.9 | 93.0 | 8.3 | 20.9 |
| 2002 | | | | | | | | | | | | |
| Mean Temp. (°C) | 1.7 | 2.4 | 8.6 | 14.8 | 18.1 | 22.6 | 25.8 | 24.6 | 21.0 | 12.9 | 4.9 | 2.4 |
| Precipitation (mm) | 92.1 | 12.0 | 33.5 | 155.5 | 130.5 | 55.4 | 149.1 | 538.8 | 77.0 | 67.8 | 24.0 | 43.0 |

Table 2. A comparison of dry matter yield of herbage from the different mixture types

| Mixture type ^c | 2000 | | | | | 2001 | | | | | 2002* | | | | Mean |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | Total | 1st | 2nd | 3rd | 4th | Total | 1st | 2nd | 3rd | Total | |
| | kg/ha | | | | | | | | | | | | | | |
| Convention | 3,713 ^a | 2,493 ^b | 3,380 ^a | 1,623 ^b | 11,209 ^a | 4,304 ^c | 3,263 ^c | 2,566 ^b | 3,244 ^b | 13,377 ^c | 4,269 ^c | 2,765 ^b | 1,999 ^c | 9,033 ^c | 11,206 ^b |
| Complex | 3,400 ^b | 2,513 ^b | 3,013 ^b | 1,933 ^a | 10,859 ^a | 5,929 ^a | 4,423 ^a | 2,761 ^a | 3,109 ^b | 16,222 ^a | 4,940 ^a | 4,022 ^a | 3,168 ^a | 12,130 ^a | 13,070 ^a |
| Simple | 3,153 ^b | 3,130 ^a | 1,823 ^c | 1,703 ^b | 9,809 ^b | 4,446 ^b | 3,513 ^b | 2,470 ^b | 3,508 ^a | 13,937 ^b | 4,739 ^b | 2,541 ^c | 2,847 ^b | 10,127 ^b | 11,291 ^b |

* Three times harvested in 2002

^{a, b, c} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

관행 혼파초지의 1회와 3회 예취시의 건물수량이 다른 혼파유형에 비하여 유의적으로 높은 결과를 보여, 연간 건물수량(11,209 kg/ha)이 가장 높은 결과를 가져왔으나, 다초종 혼파초지(10,859 kg/ha)와는 유의적인 차이가 없었고, 단순 혼파초지(9,809 kg/ha)의 건물수량에 비하여서는 높은 결과를 보였다($p < 0.05$). 2001년에는 1회, 2회 및 3회 예취시의 건물수량이 다른 혼파초지에 비하여 현저히 높았던 다초종 혼파초지의 연간 건물수량이 다른 혼파유형에 비하여 높은 결과를 가져왔다($p < 0.05$). 2002년에는 역시 모든 예취시기에서 다른 혼파유형에 비하여 건물수량이 높았던 다초종 혼파초지의 연간 건물수량이 가장 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 따라서, 3년 평균 건물수량은 다초종 혼파초지가 13,070 kg/ha으로 관행(11,206 kg/ha)이나 단순 혼파초지(11,291 kg/ha)에 비하여 높은 결과를 보여($p < 0.05$), 혼파유형에 따른 건물수량의 차이를 확인할 수 있었다. 이러한 혼파유형에 따른 건물수량의 차이는 표 1에서와 같이 2000년도에 비하여 2001년도에는 총 강우량이 951 mm가 적었던 반면에 연 평균기온은 0.7°C 높았으며, 목초생육기인 4월부터 10월까지의 강우량과 평균기온도 상대적으로 2001년도에 높았기 때문에 이러한 기상조건하에서는 초종구성이 다양하였던 다초종 혼파초지의 연간 건물수량이 관행이나 단순 혼파초지에 비하여 높게 나타난 것이 아닌가 생각된다. 이러한 양상은 2002년도에도 그대로 나타나, 2000연도에 비하여 연 평균기온이 0.9°C 높았고, 총 강우량은 401.6 mm가 적었던데 기인된 것으로

판단된다. 결과적으로 이러한 기상변화를 고려할 때, 본 시험에서 얻어진 결과로 보아 몇 가지 초종에 의한 단순 혼파나 관행 혼파에 의한 방법도 중요하지만 생육특성이 다른 초종을 다양화한 혼파로 조성하여 관리해나가는 것도 높은 건물생산량을 얻는데 효과적인 방법이 아닌가 생각된다. 그러나, 이와 이(1993)는 오히려 단순 혼파초지의 건물수량이 관행 혼파초지에 비하여 높았다고 보고하였으나, 이는 1989, 1990 및 1991년의 연 평균기온이 각각 13.0, 13.4 및 12.6°C 이었고, 연간 강우량은 각각 1219.8, 1193.3 및 1182.1 mm로 시험 시작년도와 종료년도의 기상조건이 큰 차이가 없었기 때문에 얻어진 결과라 하겠다. 따라서 최근과 같이 고온, 건조한 기상변화가 빈번하게 나타나는 기상조건하에서는 혼파유형이 건물수량의 증감에 미치는 영향이 클 것으로 예상되어 혼파유형에 대한 재검토가 이루어져야 할 것으로 보는 데, 이미 김(1983)도 지역특성, 조성 및 관리방법과 이용목적에 따라 혼파를 달리할 필요성이 크다고 강조한 바 있다. 김 등(1989)은 5 초종을 혼파한 평지, 경사 및 임간초지에서 조사한 건물수량이 초지유형간에 차이가 있음을 보고한 바 있으며, 이와 이(2003)는 상번초와 상·하번초형 혼파초지의 건물수량이 초지유형간에 큰 차이는 없었으나 상·하번초형 혼파초지가 연중 고른 식생을 유지하는 데 효과적이라 하였다. 따라서 고온 건조한 기상조건하에서 높은 건물수량을 유지하기 위한 혼파유형에 대한 연구가 심도있게 이루어져야 할 것으로 본다.

2. 화학적 성분 및 건물소화율

화학적 성분과 건물소화율을 조사한 결과는 표 3에서 보는 바와 같다. CP 함량은 조사연도와 혼파유형에 따라 차이를 보여, 3년 평균 CP 함량은 단순 혼파초지(18.9%)와 다초종 혼파초지(18.8%)가 관행 혼파초지(17.1%)에 비하여 높은 결과를 나타내었다(p<0.05). 그러나 공시한 혼파초종의 구성을 같거나 비슷하게 시험하였던 김 등(1989)이나 이와 이(2003)의 시험결과에서는 초지유형간에 CP 함량의 차이가 없었다고 보고한 바 있어 혼파유형의 초종구성에 따라 CP 함량이 달라지고 있음을 시사한다고 하겠다. 한편, NDF와 ADF 함량은 조사연도와 혼파유형에 따라 차이를 나타내, 관행 혼파초지가 다초종이나 단순 혼파초지에 비하여 높은 결과를 보였다(p<0.05). Hemicellulose는 조사연도에 따라 차이를 나타내었으나, 혼파유형에 따라서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Cellulose와 lignin 함량은 조사연도와 혼파유형에 따라 차이를 보여, 관행 혼파초지가 다초종이나 단순 혼파초지에 비하여 다소 높은 결과

를 얻었다(p<0.05). 섬유소 물질의 함량은 역시 공시한 혼파초종의 구성을 같게 하거나 비슷하게 시험하였던 김 등(1989)이나 이와 이(2003)의 시험결과에서는 초지유형간에 섬유소물질의 함량이 차이가 없었다고 보고한 바 있어 본 시험의 결과와는 다른 양상을 보였다. Dry matter digestibility(DMD)는 조사연도와 초지유형에 따라 차이를 보여서, 3년 평균 DMD는 혼파유형간에 뚜렷한 차이를 나타내 다초종 혼파초지(78.7%)와 단순 혼파초지(78.2%)가 관행 혼파초지(76.9%)에 비하여 높은 결과를 보였다(p<0.05). DMD는 공시한 혼파초종의 구성을 같게 하거나 비슷하게 시험하였던 김 등(1989)이나 이와 이(2003)의 시험결과에서는 초지유형간에 차이가 없었다고 보고한 반면에, 식생구성을 다르게 하여 시험하였던 이와 이(1993)의 연구결과에서는 처리간에 DMD의 차이를 보이고 있어 본 시험결과와 부합되었다. 따라서 본 시험결과로 보아 혼파유형의 초종 구성에 따라 초지의 화학적 성분과 건물소화율이 달라질 수 있음을 시사하고 있다고 하겠다.

Table 3. A comparison of chemical composition of herbage from the different mixture types

| Mixture type | Year | CP | NDF | ADF | Hemi-cellulose | Cellulose | Lignin | DMD |
|--------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | DM, % | | | |
| Convention | 2000 | 18.7 | 65.3 | 30.2 | 35.0 | 25.6 | 5.0 | 80.6 |
| | 2001 | 19.9 | 72.9 | 34.1 | 38.8 | 28.7 | 4.8 | 75.9 |
| | 2002 | 12.8 | 70.1 | 35.3 | 34.8 | 28.9 | 3.7 | 74.0 |
| | Mean | 17.1 ^b | 69.4 ^a | 33.2 ^a | 36.2 ^a | 27.7 ^a | 4.5 ^a | 76.9 ^c |
| Complex | 2000 | 20.0 | 65.7 | 29.9 | 34.9 | 25.2 | 4.1 | 81.1 |
| | 2001 | 20.0 | 71.2 | 32.5 | 38.6 | 27.3 | 4.4 | 77.5 |
| | 2002 | 16.3 | 70.1 | 35.2 | 34.9 | 27.7 | 3.6 | 77.4 |
| | Mean | 18.8 ^a | 69.0 ^b | 32.5 ^b | 36.1 ^a | 26.8 ^b | 4.0 ^c | 78.7 ^a |
| Simple | 2000 | 19.8 | 65.0 | 29.8 | 35.2 | 26.8 | 4.5 | 81.1 |
| | 2001 | 21.2 | 71.9 | 32.7 | 39.0 | 27.2 | 4.5 | 77.5 |
| | 2002 | 15.6 | 70.6 | 34.3 | 36.3 | 27.4 | 3.7 | 76.0 |
| | Mean | 18.9 ^a | 69.1 ^b | 32.3 ^c | 36.8 ^a | 27.1 ^{ab} | 4.2 ^b | 78.2 ^b |

CP; Crude protein, NDF; Neutral detergent fiber, ADF; Acid detergent fiber, DMD; Dry matter digestibility.
^{a, b, c} Means in the same column with different letters were significantly different (p<0.05).

Table 4. A comparison of crude protein dry matter(CPDM) and digestible dry matter(DDM) yields of herbage from the different mixture types

| Mixture type | CPDM | | | | DDM | | | |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | Mean | 2000 | 2001 | 2002 | Mean |
| | kg/ha | | | | | | | |
| Convention | 2,075 ^a | 2,714 ^c | 1,160 ^c | 1,983 ^c | 9,015 ^a | 10,249 ^b | 6,756 ^c | 8,673 ^b |
| Complex | 2,162 ^a | 3,309 ^a | 1,993 ^a | 2,488 ^a | 8,800 ^a | 12,719 ^a | 9,386 ^a | 10,302 ^a |
| Simple | 1,900 ^b | 2,960 ^b | 1,633 ^b | 2,164 ^b | 7,933 ^b | 10,880 ^b | 7,717 ^b | 8,843 ^b |

^{a, b, c} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

3. 조단백질수량 및 가소화건물수량

조단백질(crude protein dry matter, CPDM) 수량과 가소화건물(digestible dry matter, DDM) 수량을 조사한 결과는 표 4와 같다. ha당 CPDM 수량은 2000년에는 다초종 혼파초지가 2,162 kg으로 가장 높았으나 관행 혼파초지(2,075 kg)와는 차이가 없었고, 두 혼파초지 모두 단순 혼파초지(1,900 kg)에 비하여서는 높은 결과를 보였다($p < 0.05$). 2001년에는 다초종 혼파초지가 3,309 kg으로 가장 높았고, 다음이 단순 혼파초지(2,960 kg)이었으며, 관행 혼파초지(2,714 kg)가 가장 낮은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 2002년도에도 역시 CPDM 수량이 다초종 혼파초지가 1,993 kg으로 다른 혼파초지에 비하여 높은 결과를 가져왔다($p < 0.05$). 이러한 결과로 인해, 3년 평균 ha당 CPDM 수량은 혼파유형간에 뚜렷한 차이를 보였는데, 다초종 혼파초지가 2,488 kg으로 단순 혼파초지(2,164 kg)나 관행 혼파초지(1,983 kg)에 비하여 월등히 높은 결과를 얻었다($p < 0.05$). 이러한 결과가 얻어진 것은 표 2에서 보는 바와 같이 초지유형에 따른 건물수량과 표 3에서의 CP 함량이 근본적으로 차이를 가져왔기 때문에 얻어진 결과라 하겠다(이와 이 1993). 한편, ha당 DDM 수량은 2000년은 관행 혼파초지가 9,015 kg으로 가장 높았으나 다초종 혼파초지(8,800 kg)와는 차이가 없었으나, 단순 혼파초지(7,933 kg)에 비하여 두 혼파초지에서 DDM 수량이 높은 결과를 보였다($p < 0.05$). 2001년에는 다초종 혼파초지가 12,719 kg으로 가장 높아서 단순 혼파초지(10,880 kg)나 관행 혼파초

지(10,249 kg)에 비하여 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 2002년도에는 역시 다초종 혼파초지가 9,386 kg으로 가장 높았으며, 다음이 단순 혼파초지(7,717 kg)이었고, 관행 혼파초지(6,756 kg)가 가장 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$). 3년 평균 ha당 DDM수량은 혼파유형간에 뚜렷한 차이를 보여, 다초종 혼파초지가 10,302 kg으로 단순 혼파초지(8,843 kg)나 관행혼파초지(8,673 kg)에 비하여 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과 역시 표 2와 3에서와 같이 초지유형별 건물수량과 건물소화율의 차이에서 기인된 것으로 판단되는 데, Frame과 Harkess(1987), 이와 이(1993) 및 이와 이(2004)도 부합되는 결과를 밝힌 바 있다.

IV. 요 약

본 시험은 혼파유형별로 초지의 건물수량과 품질을 비교 검토하여 집약적인 경운초지에 적합한 혼파유형을 제시하고자 1999년 9월부터 2002년 12월까지 충남대학교 생명과학대학내 부속 초지시험포장에서 수행하였다. 공시된 혼파유형은 관행 혼파초지(orchardgrass 50% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + white clover 10%), 다초종 혼파초지(orchardgrass 40% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + redbtop 10% + alfalfa 5% + red clover 5%) 및 단순 혼파초지(orchardgrass 80% + red clover 20%)의 3유형을 두어 시험하였다. 얻어진 시험 결과는 다음과 같다.

3년 평균 ha당 건물수량은 혼파유형에 따라 차이를 보여, 다초종 혼파초지가 13,070 kg/ha로 다른 관행(11,206 kg)이나 단순 혼파초지(11,291 kg)에 비하여 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 화학적성분 및 건물소화율(DMD)은 혼파유형에 따라 차이를 보였는데, CP 함량은 다초종과 단순 혼파초지가 관행 혼파초지에 비하여 높았으며($p < 0.05$), 섬유소 물질의 함량은 대체적으로 관행 혼파초지에서 높은 결과를 나타내었다. 그러나 DMD는 다초종 혼파초지가 다른 혼파초지에 비하여 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 3년 평균 조단백질(CPDM) 수량과 가소화건물(DDM) 수량은 다초종 혼파초지가 관행이나 다른 혼파초지에 비하여 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 혼파유형에 따라 건물수량과 품질이 달라지고 있음을 확인할 수 있었으며, 다초종 혼파초지가 관행이나 단순 혼파초지에 비하여 건물수량과 품질을 높이는 데 효과적이라 하겠다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
 2. Crampton, F. W. and Maynard, L. A. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nut. 15:383-395.
 3. Frame, J. and Harkess, R. D. 1987. The productivity of farm forage legumes sown alone and with each of five companion grasses. Grass and Forage Sci. 42:213-223.
 4. Goring, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington, D, C.
 5. Peel, S. and Green, J. O. 1984. Sward composition and output on grassland farms. Grass and Forage Sci. 39:107-110.
 6. Tilley, J. A. M. and Terry, R. A. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.
 7. 김내수, 김정우, 박홍양, 상병찬, 여정수, 전광주, 최광수, 홍기창. 1995. 응용통계학. 유한문화사. 서울.
 8. 김동암. 1983. 산지초지개발의 기술적 과제. 한국농촌경제연구원. 서울. 140-196.
 9. 김충수, 이인덕, 박종수, 임동찬. 1989. 초지유형별 목초의 생산성 및 이용성분석에 관한 연구. 한축지. 31(11):730-750.
 10. 이인덕, 이형석. 1993. 혼파유형이 목초의 수량과 품질에 미치는 영향. 한초지. 13(1):38-42.
 11. 이인덕, 이형석. 2003. 상번초 및 상·하번초형 혼파초지의 건물수량 및 사료가치 비교연구. 한초지. 23(2):121-128.
 12. 이중해, 이인덕, 이형석. 2004. 하번초형 혼파조합간의 건물수량, 사료가치 및 식생비율 비교연구. 동물자원지. 46(3): 443-450.
 13. 이형석, 이인덕. 1995. Orchardgrass단파, red clover, 단파 및 orchardgrass - red clover 단순혼파 목초의 경쟁구조 해석. 한초지. 15(4):279-284
- (접수일자 : 2005. 8. 8. / 채택일자 : 2005. 11. 4.)