

博士學位論文

조아재비의 飼料價値에 관한 研究：生産性,
營養素含量 및 消化率에 있어서
존슨그라스, 在來피와의 比較

濟州大學校 大學院

畜産學科



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

秦 信 欽

1992年 12月

조아재비의 飼料價値에 관한 研究：生産性,
營養素含量 및 消化率에 있어서
존슨그라스, 在來피와의 比較

指導教授 鄭 昌 朝

秦 信 欽

이 論文을 農學博士 學位論文으로 提出함.

1992年 12月

秦信欽의 農學博士 學位論文을 認准함.

審査委員長

金 春 洙

委 員

장 래 흥

委 員

김 圭 일

委 員

金 文 植

委 員

鄭 昌 朝

濟州大學校 大學院

1992年 12月

**Productivity, Nutrient Contents and Digestibility
of Jo - a - jae - bee in Comparison with
Johnson grass and Millet**

Shin-Heum Jin

(Supervised by Professor Chang - Cho Choung)

 제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1992. 12.

目 次

	Page
SUMMARY -----	1
I . 緒 論 -----	5
II . 研 究 史 -----	7
1. 粗飼料 利用과 營養素 -----	7
가. 粗飼料의 生産과 需給 -----	7
나. 牧草 및 飼料作物의 季節에 따른 生産性 -----	8
다. 牧草 및 飼料作物의 乾草와 silage 製造時 營養素含量 -----	10
라. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育特性 -----	13
마. 牧草 및 飼料作物의 營養素含量 -----	14
2. 反芻胃內 pH, VFA 生成과 利用 -----	16
가. 飼料의 種類 및 攝取量에 따른 pH의 胃內 變化 -----	16
나. 飼料의 種類 및 攝取量에 따른 VFA 生成量 -----	18
다. VFA 生成에 影響을 주는 要因 -----	19
라. 反芻家畜에 있어서 VFA의 利用 -----	21
III . 試 驗 材 料 및 方 法 -----	23
【 試 驗 1 】 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生産性 比較試驗 -----	23
1. 年次別 조아재비의 生産性 -----	23
2. 標高別 조아재비의 生産性 -----	23
3. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育 -----	23
【 試 驗 2 】 조아재비, 존슨그라스, 在來피건초, silage 의 營養成分比較試驗 -----	24
1. 試驗設計 -----	24
2. 乾草, silage 製造 -----	25
3. 組成分分析 -----	26

【試驗 3】 乾草 및 silage의 代謝 試驗	-----	26
1. 試驗期間 및 試驗材料	-----	26
2. 試驗動物 및 飼養管理	-----	27
3. 試料採取	-----	27
IV. 結 果 및 考 察	-----	28
【試驗 1】 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生産性 比較試驗	-----	28
1. 年次別 조아재비의 生産性	-----	28
2. 標高別 조아재비의 生産性	-----	29
3. 標高別 조아재비의 組成分	-----	30
4. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育	-----	31
5. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 收量	-----	32
6. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 部位別 構成比率	-----	33
【試驗 2】 조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草, silage의 營養成分 比較試驗	-----	34
1. 組成分含量	-----	34
2. 無機物含量	-----	44
3. 아미노酸含量	-----	48
4. Silage의 有機酸 및 pH	-----	52
【試驗 3】 乾草 및 silage의 代謝 試驗	-----	54
1. 攝取量 및 排泄量	-----	54
2. 營養素의 消化率	-----	58
3. 窒素蓄積率	-----	66
4. 反芻胃內 pH, VFA 濃度	-----	70
5. 營養素 含量과 DM攝取量, 消化率, 反芻胃內 VFA 濃度와의 相互關係	-----	78
V. 摘 要	-----	94
引 用 文 獻	-----	98

summary

Experiments were conducted to determine the effect of pasture altitude, fertilizer levels and maturity stage on jo-a-jae-bee (Setaria chandrachne, HONDA) production. Trials on digestion and ruminal VFA concentration were also done with sheep fed either hay or silage of jo-a-jae-bee, in comparison with the hay or silage of Japanese millet (Echinochloa crusgalli var. frumentacea) and Johnson grass (Sorghum helepense (L.) pers), respectively. Proximate analysis and assays for minerals and amino acids of the hay and silage were determined.

Results are the following :

1. DM yield and proximate analysis. DM yields were significantly ($P < 0.01$) different between the forage species : 2099, 1588 and 944 kg/10a for jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet, respectively. When jo-a-jae-bee was grown on pastures at 200, 400 and 600m above the sea level, DM yields were 1843, 1434 and 1116 kg/10a, respectively, showing a decrease ($P < 0.05$) with altitude. Fertilizer did not significantly ($P < 0.05$) increase DM yields of jo-a-jae-bee. As expected, crude protein content of the forages decreased but crude fiber increased with maturity

($P < 0.05$). Ether extract content was higher ($P < 0.05$) in hay than in silage.

2. Minerals and amino acids. Ca contents in hays and silages of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet 0.23, 0.39 and 0.39%, and 0.24, 0.39 and 0.42%, respectively. Ca content in jo-a-jae-bee was much lower than in millet and Johnson grass.

P contents in hays and silages of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet were 0.19, 0.22 and 0.33, and 0.19, 0.27 and 0.33%, respectively. Fe was the only mineral that was higher in Jo-a-jae-bee than in others. Among the indispensable amino acids, lysine content was higher in hay of Johnson grass (0.70%) than in that of millet (0.61%) and jo-a-jae-bee (0.60%). Interestingly when the forages were ensiled, lysine was much higher in Jo-a-jae-bee (0.75%) than in Johnson grass (0.62%) and in millet (0.37%). Levels of all the indispensable amino acids decreased with maturity.

3. Feed intake. DM intake was highest ($P < 0.05$) in sheep fed millet hay (781 g/sheep per day), followed by sheep fed Johnson grass (774g) and jo-a-jae-bee (629g). However, when their silages were offered, Johnson grass (787g) was consumed most, followed by jo-a-jae-bee (642g) and millet (550g). DM intake decreased with maturity and was higher ($P < 0.01$) with hay than with silage.

4. Digestibility. DM digestibilities of hays and silages of Johnson grass, millet and Jo-a-jae-bee were 63, 60 and 57%, and 45, 51 and 57%, respectively. The digestibility of Johnson grass and millet decreased with maturity were ensiled. DM digestibility decreased when maturity ($P < 0.05$). Digestibility of crude protein were not different among the forage species but decreased with maturity ($P < 0.05$), average values being 60 and 50% when harvested before and after early bloom, respectively. Digestibilities of NFE, ADF and cellulose of hays of millet, Johnson grass and jo-a-jae-bee were 60, 58 and 54%; 58, 55 and 52%; and 62, 59 and 57%, respectively. Those of silages were 63, 59 and 57%; 62, 55 and 54%; and 65, 61 and 59%, respectively. In general, digestibility of jo-a-jae-bee seemed to be lower than that of the other species.



5. VFA concentrations in the rumen. Total VFA concentrations in the rumen fluid were 86.8, 69.7 and 48.9, and 104.9, 70.3 and 49.3 mmol/l in sheep fed hays and silages of millet, Johnson grass and jo-a-jae-bee, respectively. A significant difference was detected in VFA concentration between sheep fed different forages, being highest with millet followed by Johnson grass and jo-a-jae-bee. Interestingly, percentage of propionate in rumen of sheep fed jo-a-jae-bee hay (19 vs 15% for others) or much higher than in that found with the other forages.

Results of these studies indicated that jo-a-jae-bee is best in GM and DM yield but lowest in crude protein content and DM digestibility among the three species. Nevertheless, jo-a-jae-bee may be an alternative to the conventional forages in Cheju pasture because of its high yield with perennation and resistance to the summer dry season. For a similar reason, Johnson grass is also considered a relatively good forage in Cheju. Drawback of millet is that it produces only seasonally, although it has higher content of crude protein, as compared with Johnson grass and jo-a-jae-bee.



I. 緒 論

우리나라는 飼料生産基盤이 貧弱하여 穀類飼料의 大部分을 輸入에 依存하고 있을 뿐만 아니라 近間에 이르러서는 粗飼料마저 輸入하고 있는 實情에 있다. 1990年末 現在 우리나라의 粗飼料 生産面積은 252,000 ha (草地 91,000 ha와 飼料作物 161,000 ha)로서 年間 3,451,000 M/T의 粗飼料를 生産 利用하고 있으나 良質粗飼料의 供給은 部分的으로 이루어질 뿐 低質粗飼料가 草食家畜의 主飼料源이 되고 있다. 이에 따라 草食家畜의 營養供給을 위해서는 濃厚飼料 多給의 經營形態가 導入되었으며, 1960年代 이래 海外로 부터 飼料 穀類의 導入이 始作되어 1991年度에는 1,653,400 M/T의 配合飼料 原料를 輸入했으며, 1986년에는 粗飼料인 알팔파가 導入되기 시작하여, 1991年度에 4,200 M/T의 alfalfa cube가 導入되었다. 이밖에도 良質粗飼料의 生産을 위해 牧草와 飼料作物 種子が 輸入되어 왔으며, 種子の 導入量도 1991년에 2,200 M/T에 달하여 그 量이 每年 增加할 趨勢이다.

우리나라에서 栽培 利用되고 있는 牧草의 大部分은 寒地型牧草로써 暖地型牧草에 比하여 低溫環境을 要하기 때문에 7-8月 高溫下에서는 夏枯現象(summer depression)이 일어나 牧草의 生育이 低下되며 生産收量이 떨어진다. 牧草의 生育環境 中에서 가장 큰 要因은 氣候條件이며 그중에서도 氣溫은 牧草生育에 直接的인 影響을 주어 우리나라의 境遇 年中 牧草生産量의 68%는 7月上旬 以前에 이루어진다. 이에 따라 夏季節의 良質粗飼料 供給은 많은 制限을 받게되어 家畜 生産性에도 막대한

影響을 준다. 또한 種子生産도 이려워 每年 牧草 및 飼料作物의 種子導
入은 不可缺의 條件으로 되어있다.

이러한 濟州道의 여름철 粗飼料生産에 問題點을 勘案 夏枯期에 生育이
旺盛하고 種子生産이 容易한 조아재비(Setaria chandrachne. HONDA)의
飼料作物로서 利用 可能性을 究明하기 爲하여 존슨그라스(Sorghum hele-
pense(L.) pers.), 在來피(Japanese Millet, Echinochloa crusgalli var.
frumentacea) 등과 比較하여 濟州地域 適應성과 生産性を 研究하고, 夏
枯期間中 濟州地域의 良質粗飼料 供給方案을 模索하기 위하여 本 研究를
遂行하였다.



II. 研究史

1. 粗飼料 利用과 營養素

가. 粗飼料의 生産과 需給

家畜 飼育頭數의 增加와 國內自給飼料의 生産基盤의 脆弱 (制限된 面積, 機械化 問題)으로 우리나라의 飼料穀類는 물론 粗飼料도 輸入依存度가 점차 높아지고 있다. 1990年度 末 現在 韓牛와 젓소의 飼育頭數는 2,088,000頭에 이르며, 이를 飼育하는데 必要한 粗飼料는 年間 5,432,000M/T으로 推定되고 있다. 粗飼料의 供給을 爲하여 牧草地와 飼料作物圃 252,000ha에서 3,451,000M/T의 粗飼料를 生産, 總需要量의 64%를 供給하고 나머지를 山野草와 볏짚 등으로 充當하고 있는 실정이다.

또한 2001年 韓牛와 젓소飼育 計劃頭數는 2,946,000頭로 粗飼料의 總需要量은 7,527,000M/T에 이를 것으로 豫想되어 이에對한 粗飼料 需給對策으로 草地및 飼料作物圃 565,000ha에서 良質粗飼料를 生産하고, 나머지는 山野草및 볏짚 등으로 充當할 計劃으로 되어있다(農林水産部, 1990).

우리나라에서 栽培 利用되고 있는 牧草와 飼料作物은 麥類, Italian ryegrass, 옥수수, 수수류, 진주조와 在來피 등으로(韓等, 1992) 種類가 극히 限定되어 있다. 젓소의 粗飼料 利用形態報告(畜協, 1984)에 依하면 靑刈利用이 59.1%, 볏짚利用은 21.1%로 粗飼料源으로 靑刈와 볏짚이 主宗을 이루고 있다. 또한 silage(14.2%)와 乾草(0.8%)利用은 극히 낮아 粗飼料의 75%를 乾草로 利用하고 있는 美國 酪農의 粗飼料 利用形態와는 正反對의 現狀을 나타내고있다(農林水産部, 1990). 우리나라 養畜農家の

粗飼料 利用形態調查에서 韓(1992)은 牧草와 飼料作物 利用比率은 全體 粗飼料 供給量의 25%에 불과하고, 73%가 芻藎이나 野草로 充當하고 있다고 報告하였다.

芻藎은 1970年代 까지 大部分 家畜飼育農家에서 飼料로 利用되어 왔으나 農機械의 普及에 따라 芻藎의 利用도 制限되고 있는 實情이다.

1982年度 末 우리나라의 農業機械化率은 3% 였으며 生産된 芻藎은 7,872,000 M/T으로 이중 약 20%가 粗飼料資源으로 利用되었으나 1986年에 農業機械化率이 27%로 急激하게 伸張되면서 芻藎의 回收率은 점차 낮아지고 있다(畜産年鑑, 1989). 1991年 末 現在 芻藎의 年間 生産量은 8백만 M/T에 달하였으나 粗飼料로 利用되는 比率은 15%에 不過한 實情이다. 한편 芻藎 1 kg當 價格이 1989年에 49원인데 比하여 1991年에는 160원으로 3.3倍가 높아진 反面 芻藎의 回收率은 低調한 實情이다. 또한 農村 勞動力 減少 等 原因으로 農産副産物인 콩각지, 고구마 寧쿨, 조깅 等의 粗飼料 資源도 減少하고있어 粗飼料資源 確保에 어려움이 加重되고 있다(農林水産部, 1990).

나. 牧草 및 飼料作物의 季節에 따른 生産性

海洋性 및 大陸性氣候의 交叉圈에 位置한 우리나라에서 여름철 效率的인 飼草生産을 爲한 第一次的인 方案은 이 環境에 適切한 飼料作物 品種의 選定에 있다. 國內에서 栽培되고 있는 永年生牧草의 大部分은 導入된 北方型 牧草로서 orchard grass(Dactylis glomerata), perennial ryegrass (Lolium perenne), tall fescue (Festuca arundinacea), alfalfa

(*Medicago sativa*), clover(*Trifolium repens*) 등이 주로栽培되고 있다. 이들 牧草의 生育適溫은 13-21℃ (Sprague, 1944)로 이 條件에서 收量이 增加되나, 26℃ 以上の 高溫에서 orchard grass와 ladino clover등은 夏枯現象(Summer depression)이 顯著하게 일어난다고 報告하였다(Glenday, 1955; 川鍋, 1956; Hilder, 1956; Brougham, 1959; Anslow, 1964).

Miaki等(1965)과 金等(1967)은 草種에 따른 季節別 收量を 研究하여 rye grass類는 Ky31 fescue에 比하여 溫度差에 依한 影響이 크다고 報告하였다. Smith(1973)는 高溫에서 자란 大部分의 飼料作物은 低溫作物에 比하여 營養素의 消化率과 炭水化物含量이 낮은 反面, 無機物과 蛋白質含量은 增加한다고 報告하였으며, 南方型牧草는 北方型牧草에 比하여 質적으로 떨어진다고 하였다.

北方型 牧草에 對한 夏枯現狀을 調査한 川鍋(1957)와 金等(1966)은 25℃ 以上 高溫 日數가 30日 以上 繼續될때 orchard grass, rye grass, timothy, red clover 等に 夏枯現狀이 일어난다고 報告하였다. 夏枯現狀을 일으키는 主原因으로는 植物體內 代謝機能障害로 因한 貯藏物質生産이 낮아짐으로 酵素의 不活性化를 일으켜, 牧草가 약해지게 되면 25-27℃ 高溫下에 病原菌의 侵入을 받기 쉬운 狀態를 夏枯現狀이라 한다.

金等(1966)은 우리나라에서 牧草의 夏枯現象이 가장 甚한 地方은 濟州地域이며, 濟州道를 포함한 南部地方의 夏枯對策의 일환으로 多年生 牧草 以外 1年生 및 短年生 靑刈用牧草의 栽培가 考慮되어야 한다고 指摘한 바 있다.

우리나라에서 栽培되고 있는 代表的인 夏季 飼料作物로는 1年生인 옥

수수와 수수류, 그리고 在來피 등이 이에 속한다. 이들 飼料作物의 ha 當 生産量은 옥수수 65 M/T, 수수류 75 M/T, 在來피 55 M/T으로 北方型牧草 30 M/T (韓, 1992)에 比하여 越等히 높고, 존슨그라스는 56 M/T (Miles 等, 1952; Ward 等, 1964)이 生産된다고 하였다.

暖地型作物은 日平均 氣溫이 18-40℃ (適溫 25-35℃) 範圍內에서 正常的인 生育이 이루어지나 寒地型作物은 25℃ 以上되면 高溫 障害를 받아 正常的인 生育이 어려워지게 된다 (Laude, 1964). Cooper 等 (1968); Hanson과 Barnes, (1973)은 熱帶型 飼料作物 生育의 最適溫度는 29-32℃ 이며 最低 生長溫度는 16 ℃라고 報告했으며, Smith(1973)는 大部分의 植物은 0-50 ℃ 範圍에서 生育이 可能하나 植物에 따라 固有의 生育適溫을 갖는다고 報告하였다.

다. 牧草 및 飼料作物의 乾草와 silage 製造時 營養素含量的 變化

同一한 乾草나 飼料作物일지라도 이를 利用하는 家畜의 種類나 利用하는 方法에 따라 飼料價値는 달라지게 된다. Demarquilly와 Jarrige (1970)는 乾草에 比하여 silage給與가 飼料粒子의 腸內 停滯時間이 길어진다고 하였으며, 이는 採食率과 反芻率(乾物 kg當 所要된 反芻時間)이 silage가 乾草보다 떨어졌기 때문이라 하였다.

營養素의 消化率은 攝取하는 飼料의 種類나 攝取量에 따라서도 달라지게 되며, 飼料攝取量이 增加함에 따라 消化率이 낮아지는 原因은 飼料의 反芻胃內 滯留時間이 짧아지기 때문이라고 하였다(Tyrrell과 Moe,

1975; Galyean 等, 1977; Colucci 等, 1982; Staples 等, 1984). 한편 飼料의 消化率이 增加함에 따라 攝取量도 增加한다는 것이 여러 研究者에 의해 報告되었다 (Greenhalgh와 Heid, 1967; Minson과 Laredo, 1972).

Papendick(1973)은 粗飼料의 利用形態에 따른 DM攝取량은 乾草가 가장 많았고 silage, 靑草의 順이라고 하였다. 飼料의 營養價가 增加하면 乾物攝取量도 增加하였으며 (Montgomery와 Baumgardt, 1965), 乾草든 silage든 DM攝取량의 增加는 消化率을 低下시키는 것으로 알려져 있다 (Allison과 Osbourn, 1970; 成慶 等, 1985). 粗飼料의 攝取량은 消化物質의 消化管内 停滯時間과 通過速度에 主로 影響을 받게되며, 飼料中의 energy濃度, 物理的形態, 蛋白質 및 組織維含量等에 의해 影響을 받는다고 알려져 있다 (Ingalls 等, 1966; Weston, 1968; Bull 等, 1972; Thornton, 1973; Lusby等, 1976; Bae 等, 1979;).

Mitsure 等(1985)은 反芻家畜에 粗飼料만 給與했을때 粗飼料의 質에 따라 消化率의 差異가 크며, 또한 Tyrrell과 Moe(1975), Colucci 等(1982)이 粗飼料에 대한 濃厚飼料 供給比率이 增加할수록 消化率은 低下된다고 報告하였다 (Minson and Laredo, 1972).

成慶 等(1985)은 混播牧草를 26日間隔으로 刈取하여 乾草와 silage를 製造 給與한 試驗에서 乾物攝取量이 增加함에 따라 消化率은 낮아지고, 營養成長期에 刈取한 乾草나 silage는 乳熟期에 刈取한 乾草나 silage에 比하여 消化率이 顯著히 높았다고 報告하였다. 또한 營養成長期에 刈取한 乾草는 silage에 比하여 消化率이 높은反面, 乳熟期에 刈取한 silage는 乾草에 比하여 DM, OM, NDF, ADF 消化率이 모두 높았으나 CP 消化率

은 多少 떨어졌으며 이는 silage 醱酵에 의한 影響일 것이라고 그는 推定하였다.

橋本 等(1981)은 靑刈 피를 熟期別로 乾草와 silage를 製造하여 飼料 價値를 比較한 結果, 乾草와 silage 모두 熟期가 經過하면서 DCP나 TDN 含量은 漸次 낮아졌고, silage 製造時 밀기울 10%를 添加하였을때 DCP 含量은 增加를 보였으며, TDN 含量은 穗孕期를 除外한 出穗期와 乳熟期에 높았다고 報告하였다.

Lu and Jorgensen(1980)은 alfalfa를 乾草와 silage로 製造 給與時 山羊의 1일 silage DM 攝取量은 914g 었으나, 乾草는 990g으로 silage에 比하여 乾草를 많이 攝取하였으며, DM 消化率은 silage와 乾草間에 差異가 없었고, CP 消化率은 silage 70.1%, 乾草 70.9%로 역시 乾草와 silage間에 差異가 없었다고 報告한 바 있다.

成牝牛의 silage DM 攝取量은 高水分 silage에 比하여 低水分 silage에 서 增加했으며(Hibbs 等, 1968), 高水分 silage에 formic acid를 處理했을 때 DM 消化率은 低水分 silage와 差異가 없었다 (Russell 等, 1978; Lu 等, 1979).

Papendick(1973)은 刈取時期와 乾物含量이 다른 牧草를 利用, 乾草와 silage를 製造하여 育成牛와 成牝牛에 給與한 結果 育成牛의 1日 乾物 攝取量은 silage가 9.3 kg인데 比하여 乾草는 10.2 kg, 成牝牛의 境遇는 乾草와 silage를 同一하게(11.0 kg) 攝取하였으며, 이때 有機物 消化率은 育成牛인 境遇 乾草나 silage 모두 64%였으나 成牝牛에서는 乾草 71%, silage 69%였다고 報告하였다. Crabtree and Williams(1971)는 飼料 中

에 N함량을 증가시키면 乾草의 攝取量이 增加된다고 하였으며, 低質粗飼料의 攝取量의 減少原因은 N함량이 낮고 lignin과 CWC함량이 높기 때문이라고 하였다 (Thornton과 Minson, 1972; Thornton, 1973).

라. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育特性

조아재비 (*Setaria chandrasekhariana*, HONDA)는 永年生 野草로 草長이 1m 이상 자라며 7月경 開花한다. 濟試 (1985)의 試驗結果에 依하면 平均 氣溫이 17℃인 5月까지는 草長이 25cm로 北方型牧草에 比하여 生育이 遲延되나 6-9月사이에 生育은 대단히 旺盛하여 草長은 2m 程度였다고 報告하였다. 조아재비의 種子 生産量은 10a당 150kg 程度이며, 種子 또는 根莖에 依해 繁殖되는 永年生으로 年中 2-3回 程度 青刈로 利用할 수 있으며, 가을 1回 利用인 境遇에는 乾草나 silage로 利用된다.

Johnson grass (*Sorghum halepense*(L) pers)는 Alabama, Mississippi, Texas에서 많이 栽培되고있는 永年生 飼料作物로 根莖(rhizome)이 19.7m나 되며 草長은 90-275cm 程度이다. 種子生産量은 10a당 188-502kg이며 種子나 根莖에 依해 繁殖된다. Johnson grass는 여름철에 生育이 旺盛하여 이른 봄에 種子를 播種하면 9年 程度 收量을 維持하며 刈取後 再生力이 強하여 年中 3-4回 (Bennett, 1973) 程度 青刈나 放牧으로 利用함이 좋고, 또한 가을철 利用시는 boot stage에 silage나 乾草로 利用한다 (Henderson과 Robinson, 1982).

在來피 (Japanese millet)는 氣候나 地域條件에 매우 잘 適應하고 耐濕性이 強하며, 濕地 등에서 잘 자라 栽培가 容易한 作物로 알려져 있다

(熊井 等, 1981 ; 橋本 等, 1981). 1940年代 우리나라의 피 栽培面積은 74,000 ha에 이르러 現在 栽培되고 있는 地域은 濟州, 全羅, 慶尙, 江原道의 一部地方이며, 栽培面積은 3,000 ha 정도로 推算된다. 피의 發芽適溫은 13-25 ℃로 (橋本 等, 1981) 種子生産이 容易하며, sorghum 속과는 달라 放牧 利用時 靑酸(HCN) 中毒危險이 없으며, 播種後 2-3個月에 靑刈나 乾草로 利用될 수 있는 1年生 飼料作物이다.

마. 牧草 및 飼料作物의 營養素含量

飼料作物의 營養素吸收는 高水分 條件下에서 沮害되고, 高溫條件은 作物의 生理的 成熟은 빠르나 lignin含量이 높아지는것으로(French, 1957) 報告 되어 있다. D'Hoore와 Coulfer(1972)는 飼料作物의 再生收量을 높이기爲해서는 營養素供給이 必要하며, Mohamed Saleem(1972)과 Vicente-chandler(1974)는 施肥量의 增加는 牧草의 生産性과 化學的 組成에 影響을 준다고 하였으며, P을 供給해주면 牧草의 收量과 P成分을 增加시킨다고 報告하였다 (Little 等, 1977).

牧草는 生育이 進行됨에 따라 細胞壁物質(CWC)과 乾物含量이 增加되며 DM, ADF, Lignin이 增加되는 反面 CP含量은 減少한다 (Wilkinson, 1970; Miller and Cowlshaw, 1976). Reid 等 (1973)은 牧草의 CWC는 앞에 比하여 줄기에서 急速하게 增加하며, 牧草의 種類에 따라 營養素의 成分含量이나 消化率은 상당한 差異가 있다고 報告하였다 (Chheda, 1974; Aken'ova, 1975; Crowder and Chheda, 1977). Strickland(1974)는 牧草를

매달 섭취할境遇 無機物 相互間에 變異를 보였으며, 牧草內 無機物 含量이 動物의 要求量 以下일때 DM攝取量이나 消化率은 減少했다고 報告하였다 (Thornton and Minson, 1973). 高溫에서 試料를 乾燥할때 lignin 等 纖維素物質含量은 顯著하게 增加하며 (Van Soest, 1965), 冷凍乾燥는 熱乾燥에 比하여 組成分含量의 破壞를 最少化하는 것으로 알려져 있다 (Minson 等, 1976). 牧草나 飼料作物의 消化率에 影響을 주는 要因은 많으나 一般적으로 熱帶地域에서 자란 牧草는 溫帶地域牧草에 比하여 消化率이 낮을 뿐만 아니라 消化率의 減少速度가 훨씬 빠르다 (Milford and Minson, 1966; Bula 等, 1979).

Deinum and Dirven(1975)에 의하면 牧草의 消化率은 溫度가 1℃ 上昇함에 따라 有機物消化率은 0.79-1.02%가 減少되며, Minson and Mcleod (1970)는 溫度가 1℃ 增加하면 消化率은 1.14 % 減少한다고 報告하였다. Mohamed Saleem(1972)과 Reid 等(1973)은 어린牧草에 比하여 成熟한 牧草의 消化率은 減少하며, 植物體의 잎과 줄기는 어릴때 消化가 잘되나 成熟함에 따라 줄기의 消化率은 急減하며, 牧草內 CP含量이 낮으면 消化率과 攝取量은 減少된다 (Raymond, 1976). P含量이 많은 牧草를 攝取한 緬羊은 增體率이 增加하며, 增體量은 P와 Ca含量에 直接的인 關係가 있고 (Ozanne 等, 1976 ; Eng 等, 1978), 牧草內 Ca含量이 增加하면 增體率과 飼料攝取量도 增加 (Rees and Minson, 1979)되며, silica를 물과 함께 攝取하였을때 消化率은 減少 (Van Soert and Jones, 1968) 한다고 報告하였다.

2. 反芻胃內 pH, VFA 生成과 利用

反芻家畜이 牧草를 攝取한 後 微生物의 醱酵에 의해 胃內에서 生成되는 揮發性 脂肪酸은 acetic acid, propionic acid, butyric acid, iso-butyric acid, valeric acid, iso-valeric acid 等이다. 이러한 VFA는 反芻家畜의 主 energy 供給源으로서 第一胃와 第二胃에서 生成된後 吸收되어 energy 源으로 利用되고, 一部는 代謝物質 合成에 利用되며 VFA의 生成과 吸收은 飼料의 種類와 密接한 關係가 있다 (Simkins 等., 1965; Baile and Mayer, 1970).

가. 飼料의 種類 및 攝取量에 따른 pH의 胃內 變化

反芻家畜의 1胃內 pH는 飼料의 種類나 飼料給與回數 等 여러가지 條件에 依해 달라지게 되며, Slyter 等(1970)은 胃內 pH가 5.5 以下가 되면 cellulose 分解菌은 激減되는 反面 乳酸菌은 增加된다고 報告하였다. Wheeler 等 (1980)은 反芻胃內 pH는 5.5-7.0 範圍內에서 變化하나 그 以上 또는 그 以下가되는 境遇도 있다고 報告하였다. 또한 pH는 唾液分泌나 細胞壁에서 HCO_3^- 의 交換等에 따라 調節되는데 飼料攝取 後 胃內醱酵가 旺盛해지면 pH는 低下되며, pH가 5.5 以下가 되면 反芻는 停止되고 低下된 pH가 恢復되는데는 상당한 時間이 걸린다고 하였다. 한편 Mould 等(1983)은 pH가 6.0 以下가 되면 微生物에 依한 粗纖維의 分解率이 떨어져 飼料의 消化率이 낮아질 憂慮가 있다고 報告했다.

Firkins 等 (1985)은 corn silage를 緬羊에 給與한 結果 6 時間 後 pH는 가장 낮았으나 점차 增加하였으며, corn gluten feed 含量 (35%,

70%)이나 水分含量에 關係없이 給與後時間의 經過함에 따라 pH도 增加했음을 報告했다. Linberg 等(1981)은 1胃内 pH는 飼料給與 後 4時間에 낮았다가 8時間後에 높아졌고 乾草만 給與했을때 가장 높은 反面, 乾草 給與比率을 30%로 調節한 境遇 pH는 낮았었다고 報告하였다. 飼料給與 時間에 따른 pH變化에 關係 高와 崔(1985)는 飼料給與 後 時間이 經過하면 pH는 높아지나 total VFA는 낮아진다고 하였으며, 金과 孟(1985)은 乾草와 옥수수 比率이 달라도 胃内 pH는 一定하였다고 報告하였다.

Hungate(1966), Fulton과 Klopfenstein(1979) 等に 依하면 濃厚飼料의 給與比率을 높이면 胃内 pH는 낮아지고 變化幅도 커진다고 報告했으며, Merchen과 Firkins(1986)는 粗飼料 給與量이 增加하면 pH는 높고, 給與 後 時間이 經過함에 따라 變化幅도 적었다고 報告하였다. Ololade와 Mowat(1975)은 飼料給與後 2-6시간에 反芻胃内 pH가 가장 낮은 것은 攝取한 飼料가 反芻胃内 微生物에 依해 急速히 醱酵됨으로서 生成된 酸에 의한 일시적 低下라고 했으며, 또한 total VFA 生成量은 飼料給與後 4時間에 가장 높았다고 報告한 바 있다.

100% 粗飼料와 粗飼料에 50% 以上の 澱粉을 添加한 飼料를 緬羊에 給與한 試驗에서 Briggs(1957)는 反芻胃内 VFA生成量이 많아지면 pH가 낮아진다고 報告하였다. Reid 等(1957)도 反芻胃内 pH와 total VFA 生成比率의 關係에 對한 試驗에서, 各種 飼料를 給與한 結果 propionic acid의 最高水準과 total VFA의 最高水準의 時期가 一致하고, 이때 反芻胃内 pH는 最低水準 이었다고 報告하였다.

또한 butyric acid의 比率은 一定하지 않았으나, acetic acid (molar

ratio)는 飼料給與 後 減少하는 傾向이었으며, lactic acid의 蓄積으로 pH가 5.5 以下로 떨어지면 propionic acid와 butyric acid가 各各 8%와 5%까지 낮아졌다고 하였다. 孟(1979)은 反芻胃內 微生物의 成長과 glucose 및 cellulose의 消化率의 最適 pH는 6.4-6.6 範圍에 있었고 이 範圍를 벗어나면 消化率은 急激히 減少된다고 하였다.

나. 飼料의 種類 및 攝取量에 따른 VFA 生成量

Gray 等(1967)에 依하면 total VFA의 濃度는 飼料給與 前에는 낮지만, 알팔파 乾草給與 4時間 後에 最高 2.74배 (255 mM), 그리고 밀乾草 給與 6時間 後에는 最高 2.36배(205 mM)나 增加되었다고 報告하는 한편, 알팔파를 給與한 緬羊의 境遇에는 individual VFA의 比率는 거의 변하지 않았지만, 밀乾草를 給與한 境遇에는 그比率이 상당히 變化되었으며, 特히 acetic acid보다 propionic acid의 變化가 더욱 심하였다고 報告하였다. Church(1975)에 依하면 反芻動物에서 total VFA 生成量과 individual VFA比率는 給與한 飼料나 動物이 다르더라도 比較的 一定하여 rye grass 草地에 放牧時 總VFA生成量은 면양 114 mM, 牛 128 mM 이었다고 報告하였다. 배(1989)는 飼料의 種類에 關係없이 飼料給與 後 時間이 經過함에 따라 total VFA 生成量은 增加하여 反芻胃內 15.8-99.5 mM 이었다고 하였다. Peter 等(1990)은 high-forage(54% hay; 46% concentrate; HF)와 high-concentrate (28 % hay : 72 % concentrate ; HC)를 育成牛에 給與했을때 total VFA 生産量은 62-148 mM였으며, 飼料給與後 3-5時間에 最高値를 보였다.

反芻胃에서 生成되는 酸에는 formic acid, acetic acid, butyric acid, propionic acid, valeric acid 等이며 其中에 mol 濃度는 acetic acid가 가장 많다 (Jamieson, 1959).

Total VFA의 濃度는 飼料給與 回數에 따라서도 크게 變化되며 飼料를 1時間 間隔 또는 자주 給與하면 total VFA의 濃度는 比較的 一定하지만, 給與回數가 적으면 Total VFA의 濃度變化가 심하였다고 報告하였다(Gray 等, 1967; Thomas와 Clapperton, 1972).

Brown과 Johnson(1985)은 밀짚을 山羊과 綿羊에 給與한 試驗에서 total VFA生成量은 山羊이 81 mM인데 比하여 綿羊은 74 mM이었다고 報告하였으며, individual VFA 生成比率는 acetate 66%, propionate 19%, butyrate 2% 이었다고 報告하였다. Males와 Gaskins(1982)는 細節한 乾草, 귀리짚과 암모니아處理 귀리짚 給與時 total VFA生成量은 細節한 乾草 87 mM, 細節한 귀리짚 73 mM, 암모니아處理 귀리짚 76 mM 이었으며, Harrnon 等(1985)은 70% 濃厚飼料와 Glucose를 反芻胃內 注入時 VFA濃度는 acetate 66 mM, propionate 22 mM, butyrate 17 mM 이었다고 報告하였다.

Firkins 等(1985)은 알콜을 推出한 穀類와 corn gluten을 綿羊에 給與한 結果 total VFA 生成量은 時間이 經過함에 따라 減少하는 傾向을 보였으며, wet corn gluten feed와 dried corn gluten feed 給與에 依한 VFA生成量은 一定한 傾向이 없었다고 하였다.

다. VFA 生成에 影響을 주는 要因

Minson과 Schultz (1963)는 pellet化한 濃厚飼料를 給與했을때

total VFA의 生成量은 增加한다고 하였으며, Bath와 Rook(1965)는 알팔과 silage 給與는 total VFA 中 acetate의 比率을 높였다고 報告하였고, Thomas와 Clapperton (1972)은 反芻胃內의 酸酵는 飼料의 物理的形態, 飼料給與水準과 給與回收 等에 依하여 左右된다고 하였다.

Sutton 等(1979)은 採食量이 많고 濃厚飼料가 60%일때, 飼料의 給與回數가 많으면 acetic acid 含量이 높아 젖소의 乳脂率 向上에 有利하나, 粗飼料와 濃厚飼料 給與比率이 VFA生成에 影響을 주는 것 보다는, 採食量이나 飼料給與 回數가 더 많은 影響을 주어 粗飼料와 濃厚飼料 給與比率과 VFA生成量의 比率과의 關係를 一般化하는것은 困難하다고 報告했다.

和泉 (1979)은 젖소에 濃厚飼料를 基礎로 牧乾草와 牧草silage를 給與한 結果 乾草給與比率을 增加시키면 acetic acid, propionic acid, butyric acid 濃度는 增加했으나, total VFA 生成量은 silage가 乾草에 比해 높았다고 하였다. McCullough 等(1968)은 緬羊에 옥수수 silage 給與時 total VFA 生成量이 높았고, 濃厚飼料 給與比率이 增加하면 propionic acid含量도 增加했으며 butyric acid는 濃厚飼料 60% 給與區에서 높다고 報告했다.

Feenner 等(1969)은 乾草와 silage 給與比率이 70:30에서 total VFA와 propionic acid가 가장 높았고, 給與後 3-5 時間은 다른 時間에 比해 높았다고 報告했다. Ololade와 Mowat(1975)는 反芻胃內 acetic acid含量이 減少하면 butyric acid와 propionic acid 含量이 增加하는 이유는 反芻胃內 acetic acid가 減少한 만큼 propionic acid와 butyric acid가 合成되기 때문이라고 했다.

VFA生成은 飼料中の CP水準과 密接한 關係가있어(Erfle과 Boila, 1982) CP含量이 높을수록 total VFA와 acetic acid는 增加하는 反面, CP含量이 낮으면 propionic acid가 높아진다고 했다(Wheeler 等 1981; 安과 文, 1988). 大森과 小林(1976)은 仔牛에 이탈리아 라이그라스와 오차드 乾草를 給與한 試驗에서 給與後 5週에 total VFA 生成量도 높았고 이때 acetic acid, propionic acid, butyric acid 生成比率는 各各 71%, 21%, 7%였으며, 또한 乾草 1 kg당 VFA 生成量은 4.6 mole 이라고 報告하였다. Anderson 等(1982)은 Holstein 송아지에 乾草와 濃厚飼料를 給與했을때 total VFA 生成量은 58-91 mM 이였음을 報告한 바 있다.

尹 等(1983)은 緬羊에 苜蓿과 암모니아處理 苜蓿을 給與한 結果 total VFA生成量은 增加했으나, VFA 組成中 acetate는 增加한 反面 propionate는 減少했다고 報告했으며, 옥수수대와 보리짚의 NaOH處理는 VFA生成量을 增加시켰다고 報告하였다(Ololado와 Mowart, 1975).

라. 反芻家畜에 있어서 VFA의 利用

Blaxter(1962)는 VFA의 利用效率은 酸의 種類 및 生成比率과 密接한 關係가 있으며, propionic acid는 acetic acid보다 利用效率이 높기 때문에 propionic acid의 生成比率를 높이는 것이 飼料의 利用效率을 增加시키는 結果가 된다고 하였다.

Stevens(1970)는 反芻胃內에서 生成된 揮發性 脂肪酸의 吸收速度는 butyric acid, propionic acid, acetic acid의 順이며 VFA의 吸收는 反芻胃內 pH에 依하여 크게 影響을 받아, pH가 낮아지면 이들 酸의 吸收速

도가 크게 向上된다고 하였다.

神立 等(1985)의 報告에 依하면 反芻家畜에 必要한 에너지中 量的으로 가장 重要한 VFA의 利用效率 問題는 動物體내 生命活動이나 生産活動에 있어서 대단히 複雜하여 明確한 結論을 내기는 어려우니, VFA의 代謝上 特徵으로서는 propionate가 糖原性이고, acetate와 butyrate는 非糖原性이며, 搾乳牛에 乳脂肪合成의 全驅體로서 acetate 供給이 重要함은 물론 propionate 生成比率도 重要함을 示唆한 바 있다.



Ⅲ. 試驗材料 및 方法

【試驗 1】 조아재비, 존슨그라스, 在來미의 生産性 比較試驗

1. 年次別 조아재비의 生産性

조아재비와 버뮤다 그라스의 生産性 比較試驗은 1981-1984年 까지 난괴법 3反復으로 圃場試驗을 遂行하였다. 조아재비는 種子(3kg/10a)를 畦幅 40cm 間隔으로 條播하였으며, 버뮤다 그라스는 根莖을 10cm 길이로 切斷하여 畦幅 40cm 間隔으로 條播하였으며, 年間 施肥量은 N-P-K 各各 20kg/10a였다.

2. 標高別 조아재비의 生産性

標高別, 施肥水準別 조아재비의 收量比較試驗은 1984-1985年 10月 까지 分割區配置 4反復으로 海拔 200m, 400m, 600m에서 施肥水準을 달리하여 遂行하였다. 播種 1年次(1984)의 收量은 9月 1回 調査했으며, 2年次에는 2回(6月과 9月) 調査하였다.

3. 조아재비, 존슨그라스, 在來미의 生育

作物別, 生育時期別 收量調査를 爲해 1986년부터 1987년까지 圃場試驗을 遂行하였다. 飼料作物의 播種은 조아재비와 존슨그라스는 1986年 5월에, 在來미는 1987年 4월에 播種하였다.

植物體의 잎, 줄기, 이삭比率을 調査하기 爲하여 作物別로 乳熟期에 刈取하여 各各 1 kg을 部位別로 分離하여 秤量한後 比率로 換算하였다.

【試驗 2】 조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草 silage의 營養成分
比較試驗

1. 試驗設計

試驗飼料는 조아재비 (Setaria chandrachne), 존슨그라스 (sorghum halepense), 在來피 (Echinochloa crusgalli var. frumentacea)에 對하여 Table 1과 같이 試驗設計를 하였으며, 生育時期別로 刈取하여 乾草와 silage를 製造한後 組成分分析및 緬羊을 利用 代謝試驗을 遂行하였다.

Table 1. Experimental design

Treatment	crops	Cutting stage	Cutting date	Diets
S - 1	Jo-a-jae	Before heading	12 Jun	Hay(3) and Silage(3)
S - 2	-bee	Heading	28 Jul	Hay(3) and Silage(3)
S - 3		Milk stage	20 Aug	Hay(3) and Silage(3)
J - 1	Johnson	Before heading	12 Jun	Hay(3) and Silage(3)
J - 2	grass	Heading	26 Jun	Hay(3) and Silage(3)
J - 3		Milk stage	8 Jul	Hay(3) and Silage(3)
M - 1	Millet	Before heading	26 Jun	Hay(3) and Silage(3)
M - 2		Heading	28 Jul	Hay(3) and Silage(3)
M - 3		Milk stage	20 Aug	Hay(3) and Silage(3)

() Number of animals used for feeding trial

2. 乾草, silage의 製造

조아재비, 존슨그라스, 在來피를 生育時期別(出穗前, 出穗期, 乳熟期)로 刈取하여 乾草와 silage를 製造하였다. 乾草의 製造는 圃場에서 自然 乾燥하였으며, silage는 刈取直後 3cm 길이로 切斷하여 1,000 ㄷ 容量의 플라스틱 容器에 충전한後 地下 2m에 貯藏하여 地上部를 흙으로 덮어 45 日間 醱酵시킨後 試驗에 利用하였다.

3. 組成分 分析

分析試料는 一定한 길이로 切斷한 後 70℃ 乾燥器에서 24時間 乾燥 後 1 mm screen을 부착한 Wiley mill에서 粉碎하여 利用하였다.

一般成分인 dry matter(DM), crude protein(CP), crude fiber(CF), crude ash(CA), nitrogen-free extract(NFE)는 A. O. A. C (1984) 方法에 依하여 分析하였으며 Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF)는 Goering과 Van Soest(1970)의 方法에 依하여, 그리고 lignin, cellulose, silica는 Crampton과 Maynard(1938) 方法에 依하여 分析하였다.

Mineral은 乾式分解法 (600℃ 電氣爐에서 3時間 ashing)으로 試料를 燃燒한 것을 蒸溜水에 稀釋하여 Perkin Elmer(Model 12830)의 atomic absorption spectrophotometer(Herman, 1973)를 利用 分析하였다. 아미노산含量은 試料 中 蛋白質을 6N HCl로 24 時間 加水分解한後 automatic amino acid analyzer (Hitachi Model 835)를 利用하여 分析 하였다. Cysteine과 methionine 以外의 아미노酸은 加水分解管에 一定量의 試料

(粗蛋白質 含量으로 30 mg 상당)를 採取하여 6N HCl을 添加한 後 흔들어서 液體窒素에 1分間 담구어 凍結시킨後 vacuum pump를 利用 眞空狀態로 하여 上部를 完全히 密封시켜 110 ℃ 乾燥器에서 24時間 分解시킨 後 加水分解管 上部를 開封하여 蒸發 flask rotary evaporator에서 50 ℃로 HCl을 蒸發시키고 (蒸溜水 4回 添加하여 蒸發시킴) No. 5B 濾過紙로 濾過하여 50ml mens flask에 붓고 H₂O 로 表線까지 채운 後 自動 아미노酸 分析器(Hitachi, 835)로 分析하였다. Cystine과 methionine은 HCl 加水 分解時 不安定하여 破壞되므로 saturated formic acid로 處理한後, 다른 아미노酸과 同一한 方法으로 分析하였다.

反芻胃液의 揮發性 脂肪酸(VFA) 濃度는 Erwin 等(1961)의 方法에 依하여 25% metaphosphoric acid 溶液을 添加한 後 gas chromatography (SP 4270 Carlo Erba Co. Italy)에 依하여 分析하였다. 供試飼料의 에 너지含量(DE, ME)은 NRC. (1983)의 回歸式을 利用하여 計算하였다.

試驗資料의 統計分析은 農村振興廳의 VAX V 6420 機種을 利用하여 Duncan의 多重比較方法에 依해 有意性을 檢定하였다 (Steel과 Torrie, 1960).

Fig. 3, 4, 5, 6의 數値는 3個 乾草와 3個 silage의 平均값이다.

【試驗 3】 乾草 및 silage의 代謝試驗

1. 試驗期間 및 試驗材料

生育時期別로 製造된 조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草 및 silage 의 攝取量, 營養素의 消化率 및 反芻胃內 VFA 濃度를 測定하기 爲하여

代謝試驗을 遂行하였으며, 이를爲해 各 處理別로 3頭의 緬羊을 供試하여 1986년부터 1987년까지 濟州試驗場 代謝實驗室에서 試驗을 遂行하였다.

2. 試驗動物 및 飼養管理

平均體重 45 kg인 Corridale 숫緬羊 9頭 (3頭는 rumen fistula 裝着)를 利用하여 消化試驗을 遂行하였으며, 試驗期間은 豫備試驗 7日, 本試驗 7日로 하였다. 各 處理別로 緬羊 3頭씩을 配置하여 3×3 Latin square 方法으로 遂行하였다. 緬羊은 個體別로 代謝케이지에 收容하였으며, 飼料는 1日 2回 (09:00와 17:00)로 나누어 무게를 測定한後 給與하였으며 물은 1日 1回 充分한 量을 供給하였다.

3. 試料 採取

飼料攝取量은 前日 給與한 乾草와 silage에서 다음날 아침 殘量을 測定하여 乾物基準으로 計算하였으며, 排糞量과 飼料殘量을 測定하고 그中 10%를 取하여 70℃ 乾燥器에서 24 時間 乾燥시킨後 分析에 利用하였다. 尿 試料는 全排泄量을 測定한 後5%를 採尿병에 蒐集, 암모니아의 蒸發을 防止하기 爲하여 5N H₂ SO₄ 2-3적을 加하여 0-4 ℃에 保管 後 分析에 利用되었다.

反芻胃液의 pH, VFA 測定을 爲한 胃液採取는 本 試驗 5日부터 7日까지 3日間 飼料給與 直前과 給與後 2時間 間隔으로 1日 5回 fistula를 通하여 200 ml를 採取하였다. 採取된 胃液은 4점의 가제에 濾過 即時 pH를 測定하고 濾過液 100ml에 2ml의 saturated HgCl₂ 를 넣고 - 20℃에 保管 後 total 및 individual VFA 分析에 使用하였다.

IV. 試驗結果 및 考察

【試驗 1】 조아재비, 존슨그라스, 在來미의 生産性 比較試驗

1. 年次別 조아재비의 生産性

조아재비의 年次別 生草 및 乾物收量을 버뮤다그라스와 比較한 試驗成績은 Table 2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Fresh and dry matter yield of jo-a-jae-bee and bermuda grass during a 4-year period (kg/10a)

Species	Year				mean
	1st	2nd	3th	4th	
Jo-a-jae-bee	1,150 (309)	5,067 (1,233)	6,200 (1,407)	7,333 (1,601)	4,938 (1,137)
Bermuda grass	3,079 (831)	4,100 (996)	5,650 (1,277)	6,837 (1,538)	4,916 (1,161)

(): Dry matter yield

4年 平均 乾物收量(10a當)은 조아재비가 1,137 kg였고 버뮤다그라스는 1,161 kg로 作物間에 差異가 없었다 ($P>0.05$).

조아재비의 1年次 乾物收量은 309kg로 낮았으나 2年次 以後 繼續 增加하여 4年次에는 1,601kg로 1年次에 比하여 무려 5倍 以上の 收量을 얻었다. 버뮤다그라스는 1年次에 831kg으로 조아재비(309kg)에 比하여 增水하였으나 2年次 以後는 조아재비에 比하여 多少 낮은 收量을 보였다.

Burton (1954)이나 Hogg와 James (1965) 등은 버뮤다 그라스 草地에 N-20kg(10a) 施用時 1,500 kg 内外의 乾物收量을 얻었다는 報告는 本 試驗 4年次의 收量과 類似하며, 조아재비는 初年度를 除外하고 버뮤다 그라스 收量보다 높아 濟州地域 夏枯期 對應 飼料作物로서의 可能性을 보여주었다.

2. 標高別 조아재비의 生産性

海拔高에 따른 조아재비 生産性 究明을 爲하여 施肥水準을 달리한 年次別 草長 및 乾物收量은 Table 3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Plant height and dry matter yield of jo-a-jae-bee grown on pastures at different altitudes

Altitude	Fertilizer level			Plant height (cm)		DM yield (kg/10a)	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	'84	'85	'84	'85
200m	28	20	24	113	225	883	1,927
	21	15	18	110	219	867	1,817
	14	10	12	108	215	839	1,784
Mean				110	221	863d	1,843d
400m	28	20	24	64	200	249a	1,530
	21	15	18	64	199	147b	1,417
	41	10	12	48	194	121b	1,354
Mean				56	198	172e	1,434e
600m	28	20	24	63	180	223a	1,221
	21	15	18	67	180	131b	1,087
	14	10	12	59	177	107b	1,041
Mean				63	179	154f	1,116f

a, b: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.01).
d, e, f: Means of each altitude with different superscripts differ (P<0.05).

南方型 牧草는 30 - 35℃에서 生育이 가장 旺盛하며 15℃ 以下가 되면 生育이 低下된다(Cooper와 Tainton, 1968).

乾物收量 (2年次 10a當 平均)은 200, 400, 600m에서 各各 1,843kg, 1,433kg, 1,116kg으로 200m의 收量이 400, 600m에 比하여 有意性(P<0.05) 있는 增加를 보였다. 1年次에도 標高別 乾物收量은 2年次와 같이 標高가 높아질수록 收量도 減少하였다(P<0.01). 이 結果는 北方型 混播牧草의 收量比較試驗에서 海拔高에 따른 10a當 乾物收量이 200m (1,480kg)에서는 600m (1,099kg)에 比하여 有意性(P<0.05) 있는 增加를 보인 結果와 類似하였다 (濟試, 1988).

施肥水準에 따른 收量은 1次年度에 海拔 400, 600m에서 施肥水準이 增加할수록 乾物收量도 增加하여 Burton(1954, 1978)의 버뮤다그라스 試驗에서와 같은 結果였다. 1年次와 2年次 200m의 施肥水準에 따른 收量增收에 統計的인 有意差를 얻지 못하고 있는 것은 조아재비가 一般 野草의 特性인 낮은 肥料 利用能力(金等, 1987)에 原因이 있는 것으로 思料된다.

3. 標高別 조아재비의 組成分

標高別에 따른 조아재비의 組成分含量은 Table 4에서 보는바와 같다.

Table 4. Chemical composition of jo-a-jae-bee grown on pastures at different altitude (% on a DM basis).

Altitude	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	N F E
200 m	12.12±0.3b	3.47±0.1	33.11±0.9	11.21±0.3	40.04±1.6
400 m	13.00±0.6b	3.62±0.1	32.92±1.1	10.76±0.4	39.64±1.3
600 m	16.15±1.0a	4.03±0.3	31.79±1.2	11.62±0.2	36.37±1.6

Mean±SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b: Means in the same column with different superscripts differ (F<0.05).

粗蛋白質含量은 標高가 높아질수록 증가하여 600m (16.1%)에서는 400m (13.0%), 200m(12.1%)에 比하여 有意性($P < 0.05$) 있게 높았다. 粗纖維와 NFE含量은 標高가 높아질수록 減少하는傾向을 보였으나 粗脂肪과 粗灰分含量은 標高間에는 큰 差異가 없었다. 이結果는 混播牧草에서 標高가 높을수록 粗蛋白質含量(200m; 15.8%, 400m; 16.9%, 600m; 17.7%)이 높았다는 報告(濟試, 1988)와 一致하고 있으며, 조아재비의 CP含量이 標高에 따라 差異가 있었던 것은 높은 地帶가 低地帶에 比하여 生育이 늦어져 어린 牧草의 粗蛋白質含量이 높았던 것에 原因이 있는 것으로 思料된다.

4. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育

3個 飼料作物을 15日 間隔으로 刈取한 乾物收量에 對한 生育曲線은 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

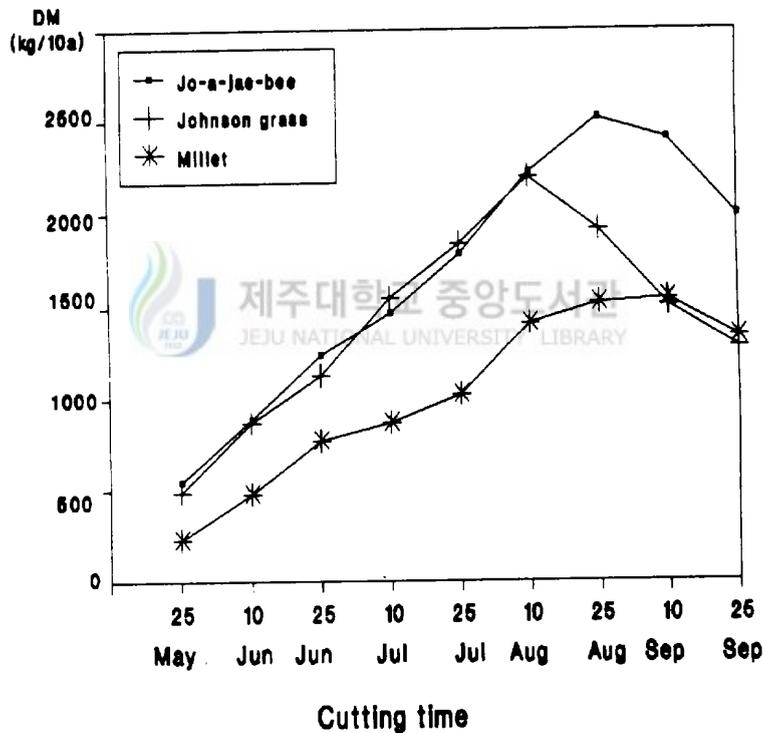


Fig. 1. Changes of dry matter yield of Jo-a-jae-bee . Johnson grass and millet in each cutting time.

乾物收量(10a當)이 가장 높은 時期는 조아재비가 8月 25日(2,500kg), 존슨그라스 8月 10日(2,200kg), 在來피는 9月 10日(1,500kg)이었으며, 또한 乾物收量이 1,000kg 以上을 維持하는 期間은 조아재비와 존슨그라스는 100日 以上인 反面 在來피는 60日 程度였다.

3個作物은 生育期間과 時期別 收量이 서로 달라 夏枯期에 對備한 靑刈 利用適期는 조아재비가 6月 中旬에서 8月 下旬, 존슨그라스는 6月 中旬에서 7月 下旬이며, 在來피는 7月 下旬에서 8月 上旬 사이로 推定되며, 乾草나 silage를 1回 利用할 境遇에는 各作物의 木質化 以前인 出穗初期가 適當하다고 생각된다.

生育曲線에서 볼때 조아재비는 존슨그라스나 在來피에 比하여 乾物收量이 높을뿐만 아니라 生育期間이 길어 夏枯期對應 靑刈飼料作物로 利用될 수 있는 可能性을 提示하고 있다.

5. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 收量

乳熟期에 調査한 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 草長, 生草 및 乾物收量은 Table 5에서 보는 바와 같다.

Table 5. Plant height, fresh and dry matter yield of jo-a-jae-bee, Johnson grass, millet (kg/10a)

Species	Plant height (cm)	Fresh forage yield (kg)	Dry matter yield (kg)
Jo-a-jae-bee	132	8,200a	2,099a
Johnson grass	204	6,300b	1,588b
Millet	139	4,800c	944c

Values means of nine samples cut at milk stage.

a, b: Means in the same column with different superscripts differ (P < 0.01).

生草收量(10a當)은 조아재비(8,200kg)가 존슨그라스(6,300 kg)나 在來피(4,800 kg)에 比하여 有意性(P<0.01) 있게 높았으며, 乾物收量에서도 조아재비(2,099 kg)는 존슨그라스(1,588 kg)나 在來피(944 kg)에 比하여 높았다(P<0.01).

수수交雜種 6 品種에 對한 濟州地域 適應性 試驗 結果(農振廳, 1991) 10a當 乾物收量은 2,045-2,358 kg으로 本試驗에서의 조아재비(2,099 kg) 收量과 큰 差異가 없었을 뿐만아니라 조아재비는 永年生인 利点과 飼料 作物 利用側面에서 乾草나 silage 以外 靑刈 및 放牧利用도 可能한 것으 思料된다.

6. 조아재비, 존슨그라스, 在來피의 部位別 構成比率

잎, 줄기, 이삭의 比率을 알아보기爲하여 作物別로 乳熟期에 刈取하여 分離 調査한 結果 잎의 比率은 조아재비, 존슨그라스, 在來피에서 各各 35.6, 44.8, 34.7%로 존슨그라스가 높았으며, 줄기의 比率은 各各 57.5, 45.7, 60.3%로 在來피가 높았고, 이삭의 比率은 존슨그라스가 9.55% 로 가장 높았다(Table 6).

Table 6. Respective ratio of leaf, stem and ear in jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet cut at milk stage (% on a DM basis).

Species	Leaf	Stem	Ear
Jo-a-jae-bee	35.6 ± 0.5b	57.5 ± 0.2a	6.9 ± 0.4ab
Johnson grass	44.8 ± 3.8a	45.7 ± 0.1b	9.5 ± 0.2a
Millet	34.7 ± 4.2b	60.3 ± 0.1a	5.0 ± 0.3b

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

麥類 3品種을 乳熟期에 部位別로 調査한 結果(Tamotu等, 1981)에 依하면 잎의 比率은 乳熟期에 最高에 달한 후 점차 적어지는 反面 줄기의 比率은 增加하므로 靑刈 利用은 乳熟期 以前에 收穫함이 바람직하며, 金等(1988)도 大麥의 靑刈 利用은 早期收穫이 좋으나 whole crop silage로 利用하고자 할때는 乾物 및 養分의 最大 蓄積期인 黃熟期 前後라고 報告하였다. 家畜의 利用面에서 가장 우수한 部位인 잎의 比率이 존슨그라스가 다른 作物에 比하여 많으나 乾物收量 (Table 5 參照)에 依해 換算한 10a當 잎의 生産量은 조아재비(744 kg)가 존슨그라스(711 kg)나 在來피(328 kg)에 比해 越等히 높다.

【試驗 2】 조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草, silage의 營養成分 比較試驗

1. 組成分 含量

가. 乾草의 組成分

조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草의 刈取 時期別(出穗前, 出穗期, 乳熟期) 一般 組成分含量은 Table 7에 나타나 있다. 粗蛋白質含量은 조아재비 14.1-10.9%, 존슨그라스 15.3-9.8%, 在來피 15.4-10.6% 로 作物間에 有意差가 없었다.

生育時期別 粗蛋白質含量은 差異 ($P < 0.05$)가 있어 3 作物 모두 出穗前에 比하여 出穗期나 乳熟期에 낮았고, 존슨그라스는 生育이 進行될수록 粗蛋白質含量은 有意性 ($P < 0.05$)있게 減少하였다.

Table 7. Chemical composition of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay (% on a DM basis)

Treat.	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude Ash	NFE
SH-1	14.1 ± 1.6a	4.2 ± 0.5	33.8 ± 2.1	10.0 ± 1.6	37.8 ± 5.6b
SH-2	11.3 ± 1.2b	3.6 ± 0.7	34.9 ± 1.4	6.8 ± 0.6	43.3 ± 2.8a
SH-3	10.9 ± 1.0b	3.4 ± 0.4	36.5 ± 1.0	8.3 ± 1.3	40.7 ± 3.5ab
Mean	12.1 ± 1.4	3.7 ± 0.6e	35.1 ± 1.4de	8.4 ± 1.5	40.6 ± 4.0d
JH-1	15.3 ± 0.8a	5.2 ± 0.4	34.8 ± 1.7b	7.7 ± 0.6	37.1 ± 2.4
JH-2	11.9 ± 0.9b	4.4 ± 0.5	39.1 ± 1.5ab	7.9 ± 1.1	37.2 ± 2.8
JH-3	9.8 ± 0.9c	4.2 ± 0.6	40.6 ± 2.2a	9.1 ± 1.2	36.1 ± 2.9
Mean	12.4 ± 0.9	4.6 ± 0.5d	38.1 ± 1.8d	8.3 ± 1.0	36.8 ± 2.7e
MH-1	15.1 ± 1.1a	4.6 ± 0.6	33.8 ± 2.3	7.2 ± 0.3	39.3 ± 1.4
MH-2	12.1 ± 0.9b	4.3 ± 0.5	33.1 ± 1.6	7.4 ± 1.0	39.6 ± 0.3
MH-3	10.6 ± 0.8b	4.2 ± 0.5	38.1 ± 2.0	8.6 ± 1.0	38.3 ± 1.2
Mean	12.6 ± 0.9	4.4 ± 0.1d	35.0 ± 2.0e	7.7 ± 0.7	39.1 ± 0.8de

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e: Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay
 1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

福見等(1982)은 在來피의 熟期別 粗蛋白質含量은 穗孕期, 出穗期, 乳熟期에 各各 15.0, 11.8, 9.1%로 穗孕期가 지나면서 漸次 떨어졌다고 報告하여 本 試驗의 結果와 一致하였다. 그러나, 靑刈피 乾草의 粗蛋白質含量은 穗孕期에만 높았고 出穗期와 乳熟期 間에는 差異가 없다고 報告한(三秋等, 1986) 結果와 本 試驗의 結果와는 差異가 있었다.

在來피의 粗蛋白質含量變化를 研究한 金과 柳(1989)는 播種後 45日에 粗蛋白質含量은 20.5%로 높았으나, 66日에는 10.2%, 그리고 80日에는 7.73%로 急激히 떨어졌다고 報告하였다. 조아재비의 粗蛋白質含量을 調査한 濟試(1986)는 出穗期, 乳熟期, 黃熟期에 各各 13.0, 10.5, 10.1%로 減少하였다고 報告하여 夏季 飼料作物의 粗蛋白質含量은 生育이 進行되면서 急速히 減少함을 보여주었다.

粗脂肪含量은 재래피 4.6-4.3%, 존슨그라스 5.2-4.2%인데 比하여 조아재비는 4.2-3.4%로 他作物에 比해 有意性($P < 0.05$)있게 낮았다.

生育 時期別 粗脂肪含量은 3作物 모두 出穗期와 乳熟期에 比하여 出穗前이 가장 높았고, 또한 生育時期가 進行됨에 따라 粗脂肪含量도 減少하는 傾向을 보였다. 이 結果는 韓國在來피의 生育時期別 粗脂肪含量을 調査한 金과 柳(1982)의 報告와, 조아재비의 粗脂肪含量은 生育時期가 進行되면서 漸次 減少했다는 濟試(1986) 結果와 一致했다.

粗纖維含量은 조아재비는 33.83-36.5%, 존슨그라스는 34.7-40.6%,

在來피는 33.8-38.2%로 3個作物 모두 生育時期가 進行 되면서 增加하였으며, 平均 粗纖維含量은 존슨그라스가 다른 作物에 比해 有意性 ($P < 0.05$) 있게 높았다. 이 結果는 福見 等 (1982)이 在來피의 生育 時期別 粗纖維含量 調査에서 白피:23.8-32.3%, 靑皮:25.5-30.1%, 西谷白피: 26.7-31.8%로 靑피나 西谷白피의 境遇 生育이 進行되면서 粗纖維含量이 增加했다는 報告와 一致 하였다. 白피의 境遇 乳熟期에 粗纖維含量이 23.8%로 急激히 떨어진 原因은 熟期가 進行되면서 子實比率이 높아졌기 때문이라고 指摘하였다. 橋本 等 (1981)도 靑세피의 粗纖維含量이 乳熟期에 낮았다고 報告한 바 있으며, Tamotu 等 (1974)은 粗纖維含量이 가장 높은 時期는 出穗期에서 乳熟期 사이라고 報告하였다. 可溶無氮素物 含量은 조아재비나 在來피에 比하여 존슨그라스가 낮았으며 ($P < 0.05$), 刈取時期 間에는 조아재비의 出穗期나 乳熟期에 比하여 出穗前이 낮았고 ($P < 0.05$), 在來피나 존슨그라스의 刈取時期別 NFE含量은 비슷하였다.

이상의 結果를 綜合해 보면 粗蛋白質含量은 3個 飼料作物 모두에서 出穗前은 出穗期나 乳熟期에 比하여 顯著하게 높은 反面, 粗纖維含量은 生育時期가 進行될수록 增加되어 出穗期 以前 靑세로 利用함이 바람직한 것으로 思料된다.

나. 乾草의 纖維素物質含量

乾草의 纖維素物質含量은 조아재비, 존슨그라스, 在來피 모두 熟期가 經過할수록 有意性 ($P < 0.01$) 있게 增加했으며, 作物間에서는 在來피나 존슨그라스에 比하여 조아재비가 有意性 ($P < 0.05$) 있게 높았다 (Table 8).

Table 8. Chemical composition of jo-a-jae-bee, Johnson grass, millet hay (% on a DM basis)

Treat.	NDF	ADF	Lignin	Cellulose	Silica
SH - 1	70.9±1.4c	39.3±2.2b	5.1±0.5b	31.6±2.4b	1.2±0.3
SH - 2	76.3±1.5b	48.5±2.0a	7.5±0.7a	37.6±1.2a	1.8±0.6
SH - 3	84.5±1.5a	49.6±1.1a	7.1±1.1a	37.7±1.3a	2.2±0.3
Mean	77.2±1.5d	45.8±1.8d	6.5±0.8	35.6±1.6	1.7±0.5
JH - 1	66.1±2.1c	38.9±0.8b	4.1±0.9b	31.5±1.3b	1.3±0.4
JH - 2	71.8±1.2b	42.8±1.9a	6.7±0.5a	33.6±1.2ab	1.1±0.4
JH - 3	75.7±0.7a	46.0±2.1a	7.3±0.8a	35.6±2.5a	1.5±0.3
Mean	71.2±1.3e	42.5±1.6e	6.0±0.7	33.6±1.7	1.3±0.4
MH - 1	63.3±1.6c	39.8±2.2b	5.3±1.8b	31.7±1.1b	1.4±0.3
MH - 2	68.7±1.9b	33.8±1.2c	6.1±0.5b	35.1±1.1a	1.1±0.3
MH - 3	79.4±1.7a	47.3±0.5a	7.6±0.8a	36.3±1.4a	1.9±0.6
Mean	70.5±1.7e	40.3±1.3f	6.3±0.7	34.3±1.2	1.5±0.4

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e, f: Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay
 1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

生育時期別 NDF含量은 在來피의 境遇 出穗前에 63.3% 였던 것이 乳熟期에는 79.4%, 존슨그라스는 66.1%에서 75.7%로, 조아재비는 70.9%에서 84.5%로 各各 增加하였다. 金等(1989)은 6월에 刈取한 野草의 NDF含量은 62.9%인데 反하여 8월 刈取는 70.51%로 增加한다는 報告와, lignin含量이 增加할수록 NDF含量도 增加했다는 近藤等(1985)의 報告는 本試驗 結果와 一致했다.

ADF含量은 재래피, 존슨그라스, 조아재비 順($P < 0.05$)으로 높았으며, 生育時期別로보면 出穗前에 比하여 出穗期와 乳熟期에 높았다($P < 0.05$). Lignin과 cellulose 역시 出穗前에 比하여 出穗期와 乳熟期에 增加하였으나($P < 0.05$), silica含量은 作物別이나 刈取時期사이에 뚜렷한 變化가 없었다. 正岡等(1985)은 finger millet의 CWC含量은 7月末에 54.9%에서 8月末 61.7%로 增加했으며 cellulose, lignin, silica도 역시 刈取時期가 經過함에 따라 增加하는것은 大部分의 植物은 成熟 할 수록 木質化에 依한 lignin含量이 增加하며 細胞構造 炭水化物含量이 增加되는 反面에 可溶炭水化物의 量은 減少하는 傾向(Thornton 等, 1969; Kutscha and Gray 等, 1970)을 보여 結果적으로 에너지利用效率은 떨어지게 된다고 報告(Mowat 等, 1965; Welch 等, 1969)되어 있어, 本試驗의 結果와 같은 傾向을 나타내었다.

다. Silage의 組成分

조아재비, 존슨그라스, 在來피에 對하여 生育時期別로 silage를 製造했을때 組成分含量은 Table 9에서 보는 바와 같다.

Table 9. Chemical composition of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage (% on a DM basis)

Treat.	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude Ash	NFE
SS-1	12.2±0.5a	3.5±0.5a	30.9±2.7c	11.5±2.1	42.3±2.8a
SS-2	10.7±1.4ab	2.1±0.3b	36.8±2.1b	12.2±0.7	38.0±3.2ab
SS-3	10.4±0.6b	2.1±0.6b	42.0±2.3a	10.7±1.1	34.6±3.2b
Mean	11.1±1.8e	2.6±0.5	36.5±2.3	11.4±1.0	38.3±3.1
JS-1	14.1±1.0a	4.9±1.4a	32.5±1.5b	9.1±1.2b	39.2±0.5
JS-2	11.0±0.4b	3.4±1.1b	35.6±1.2b	11.1±1.5a	39.5±3.7
JS-3	10.0±0.4b	2.7±0.5b	43.7±2.7a	6.6±0.5c	36.8±2.9
Mean	11.7±1.0d	3.6±1.1	37.2±1.8	8.9±1.0	38.1±2.4
MS-1	14.7±0.8a	4.9±0.6a	31.8±2.2b	10.7±1.1b	37.8±4.1
MS-2	11.4±0.8b	3.2±0.5b	35.1±1.5ab	13.1±1.8a	36.9±2.5
MS-3	10.3±0.9b	2.7±0.8b	37.1±2.2a	13.9±2.3a	36.0±2.7
Mean	12.1±0.8d	3.6±0.6	34.7±2.0	12.6±1.6	36.9±3.1

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e: Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SS : Jo-a-jae-bee silage, JS : Johnson grass silage,

MS : Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

Silage의 粗蛋白質含量은 조아재비 12.3-10.4%, 존슨그라스 14.2-10.0%, 濟州在來피 14.8-10.3%로 조아재비에 比하여 在來피와 존슨그라스가 有意性있게 높았다 ($P < 0.05$).

生育時에 다른 silage의 粗蛋白質含量은 差異 ($P < 0.05$)를 보여 조아재비, 존슨그라스, 在來피 모두 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 增加 ($P < 0.05$)하였다. 그러나 조아재비의 경우는 生育時期間에 變化幅이 다른 2作物에 比하여 적었다. 이 結果는 金等(1990)이 調查한 라이그라스와 麥類의 silage 製造實驗에서 牧草의 生育이 經過할수록 粗蛋白質含量은 減少하여, 라이그라스나 麥類 모두 穗孕期에서 黃熟期로 감에 따라 낮아졌다는 報告와 같은 傾向이었다.

燕麥의 silage 製造實驗에서 三秋等(1986)은 粗蛋白質含量이 伸長期에 11.8%였으나 糊熟期에 8.1%로 낮았다고 하였으며, 濟試(1986)는 조아재비를 出穗期, 乳熟期, 黃熟期에 刈取하여 silage를 製造하였을때 粗蛋白質含量이 熟期가 經過하면서 漸次 낮아졌다고 報告하였다. 成慶等(1985)은 混合牧草 silage를 生育時期別로 製造하였을때 粗蛋白質含量은 營養生長期에 18.9%로 높은 反面 穗孕期에는 10.1%로 낮았으며, DM, OM, NDF, ADF 含量은 穗孕期에 製造한 silage에서 顯著하게 높았다는 報告가 있어 本試驗의 結果와 一致하였다. silage의 粗脂肪含量은 3作物 모두 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 높았으며 ($P < 0.05$), 在來피와 존슨그라스의 熟期別 粗脂肪含量은 差異가 없었다.

粗纖維含量은 조아재비 (30.9-42.0%), 존슨그라스 (32.6-43.7%), 在來피

(31.8-37.1%)에서 모두 생육이 진행되면서 뚜렷한 증가현상을 보였으며, 작물별 粗纖維含量은 在來피 34.7%, 존슨그라스 37.2%, 조아재비 36.5%로 在來피가 다른 2作物에 比하여 낮았다. 이와같이 모든 飼料作物은 生 育時期가 經過할수록 silage의 製造時 粗纖維含量도 增加하였다. 金等 (1990)은 라이그라스, 麥類및 pearl millet을 利用한 silage 製造試驗에 서 生 育時期가 經過함에 따라 粗纖維含量은 增加한 反面, 수수交雜種의 粗纖維含量은 낮아졌다고 報告하였으며, 三秋等(1986)도 生 育時期가 進 行되면서 粗纖維, NFE含量이 增加했다고 報告한 바 있다.

可溶無窒素物含量은 조아재비나 존슨그라스에 比하여 在來피에서 多少 낮았으며, 조아재비가 生 育時期가 經過되면서 점차 낮아지는 傾向을 보 였다 ($P<0.05$). silage의 粗蛋白質과 粗脂肪含量은 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 顯著하게 높았으며, 粗纖維含量도 乾草에서와 같이 生 育이 進行될수록 增加하였다.

라. Silage의 纖維素物質含量

조아재비, 존슨그라스, 在來피를 生 育時期別로 製造한 silage의 纖維 素物質含量은 NDF와 ADF를 除外하고는 비슷한 傾向을 보였으나, NDF의 含量은 조아재비가 존슨그라스나 在來피에 比하여 높은 反面 ($P<0.05$), lignin은 존슨그라스가 在來피나 조아재비에 比하여 낮았다(Table 10).

Table 10. Chemical composition of ja-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage (% on a DM basis)

Treat.	N D F	A D F	Lignin	Cellulose	Silica
SS - 1	65.7 ± 2.4b	37.3 ± 1.7b	4.9 ± 0.3b	29.3 ± 2.2b	1.2 ± 0.3b
SS - 2	68.2 ± 1.7b	43.9 ± 2.1a	7.3 ± 0.7a	33.1 ± 1.9a	1.8 ± 0.6ab
SS - 3	79.1 ± 1.6a	46.1 ± 3.3a	6.9 ± 0.8a	35.0 ± 2.3a	2.2 ± 0.3a
Mean	70.0 ± 1.9d	42.4 ± 2.4	6.4 ± 0.6d	32.5 ± 2.2	1.7 ± 0.5
JS - 1	60.3 ± 2.0c	36.4 ± 1.7b	4.2 ± 0.3b	29.1 ± 2.5b	1.4 ± 0.3
JS - 2	68.4 ± 0.4b	41.2 ± 2.1a	6.5 ± 0.7a	31.9 ± 1.8ab	1.1 ± 0.5
JS - 3	73.6 ± 1.7a	43.3 ± 3.3a	7.2 ± 0.8a	33.1 ± 1.7a	1.4 ± 0.2
Mean	67.4 ± 1.2e	42.3 ± 2.4	6.0 ± 0.6e	31.4 ± 2.1	1.3 ± 0.3
MS - 1	60.3 ± 1.7c	37.8 ± 1.9c	5.7 ± 0.3b	28.8 ± 1.5b	1.7 ± 0.3
MS - 2	69.2 ± 2.2b	42.2 ± 0.5b	6.3 ± 0.6b	33.1 ± 1.0a	1.2 ± 0.3
MS - 3	73.9 ± 1.0a	46.1 ± 0.4a	7.8 ± 0.1a	34.7 ± 1.5a	1.9 ± 0.4
Mean	67.8 ± 1.6de	42.0 ± 0.9	6.6 ± 0.3d	32.2 ± 1.3	1.6 ± 0.4

Mmean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e: Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SS:Jo-a-jae-bee silage, JS:Johnson grass silage, MS:Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

NDF含量은 作物의 刈取時期 間에도 有意差를 보여 ($P < 0.05$) 生育時期가 進行되면서 在來피와 존슨그라스가 60.3%에서 73.9%로, 조아재비는 65.7%에서 78.5%로 各各 增加하였다. 이런 結果는 金等(1990)의 實驗에서 라이그라스나 麥類의 境遇 生育時期가 經過함에 따라 silage의 NDF含量도 開花期까지 계속 增加했다는 報告와 一致하였다.

ADF含量의 境遇 재래피는 出穗前, 出穗期, 乳熟期 順으로 有意 ($P < 0.05$) 한 增加를 보였으며, 존슨그라스와 조아재비는 出穗前에 比하여 出穗期以後에 높았다 ($P < 0.05$).

Lignin含量은 3作物 모두 出穗前에 比하여 出穗期나 乳熟期에 높아 ($P < 0.05$) 金等(1990)의 報告와 一致하였으며, hemicellulose含量은 出穗前에 比하여 出穗期以後에 높았으나 ($P < 0.05$) 作物 間에 有意性은 없었고, silica含量 역시 乳熟期에 높았다 ($P < 0.05$).

組成分含量을 全體적으로 볼때 粗蛋白質과 粗脂肪含量은 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 높았으며, 粗纖維를 包含한 纖維素 物質含量은 生育時期가 經過하면서 增加하였다. 乾草는 silage에 比하여 粗蛋白質 및 粗脂肪 含量과 NDF, cellulose, hemicellulose 含量이 높았다.

2. 無機物 含量

가. 乾草의 mineral含量

조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草의 生育時期別 mineral 中에서 Ca含量은 조아재비가 0.23%인데 比하여 在來피와 존슨그라스에서는 0.39% 이었다 (Table 11).

Table 11. Mineral contents of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay. (on a DM basis)

Treat.	%					mg/kg		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu
SH-1	0.23	0.19	1.82	0.03	0.20	48.33	3.45	9.13
SH-2	0.18	0.18	0.99	0.02	0.14	62.33	3.57	8.77
SH-3	0.28	0.19	1.04	0.02	0.24	98.33	7.94	10.23
Mean	0.23	0.19	1.28	0.02	0.19	69.67	4.98	9.38
JH-1	0.49	0.42	1.42	0.04	0.26	61.67	6.99	15.20
JH-2	0.38	0.24	0.85	0.02	0.26	59.33	3.28	7.63
JH-3	0.31	0.32	1.50	0.02	0.20	62.00	4.75	11.40
Mean	0.39	0.33	1.11	0.03	0.24	61.00	5.01	11.41
MH-1	0.48	0.20	1.36	0.09	0.31	41.67	5.81	11.20
MH-2	0.39	0.25	1.28	0.09	0.27	43.67	13.75	12.07
MH-3	0.30	0.20	1.95	0.03	0.27	42.33	10.66	11.27
Mean	0.39	0.22	1.53	0.07	0.30	42.56	10.07	11.51

Means of nine samples

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay
 1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

生育時期에 따른 在來피와 존슨그라스의 Ca함량은 熟期가 經過하면서 多少 減少하는 傾向을 보여 나피아그라스(Gomide등, 1969)와 버뮤다그라스(Mohamed Saleem, 1972)에서도 減少하 있다는 報告와 비슷한 傾向이었다. Strickland(1974)는 Digitaria SPP.를 30日 間隔으로 刈取했을 때 Ca함량이 0.44-0.25%였다고 報告한바 있어 本試驗의 結果와 類似하였다.

P의 함량은 존슨그라스가 0.33%로 在來피(0.22%)와 조아재비(0.19%)에 比하여 多少 높았으나 作物의 生育時期 사이에서는 뚜렷한 傾向이 없었다. Smith 등, (1974)은 荳科와 禾本科牧草의 P함량 조사에서 荳科 0.21-0.28%, 禾本科 0.17-0.21%였음을 報告하였으나 Dougall(1966)은 牧草의 生育時期에 따른 P함량에는 一貫성이 없었다고 보고하였다.

Fe함량은 조아재비(69.7mg), 존슨그라스(61.0mg), 在來피(42.6mg) 順으로 조아재비가 가장 높았으며, 生育時期別 間에는 조아재비가 生育이 經過되면서 增加했으나 在來피와 존슨그라스는 一定한 傾向이 없었다.

作物別, 生育時期別 K, Na, Mg, Zn, Cu함량은 뚜렷한 差異가 없었으나, 松中과 三浦(1979)의 報告에 依하면 牧草의 無機物함량은 生育時期가 經過할수록 大部分 減少하는 傾向이었고, 特히 K함량이 顯著하게 낮았다고 報告하였다. Butter와 Tones(1973)는 植物體의 無機物함량은 土壤, 施肥, 氣候等 여러 要因에 影響을 받는다고 報告하였다.

나. Silage의 mineral 함량

조아재비, 존슨그라스, 濟州在來피의 生育時期別 silage의 無機物함량에서 作物間이나 刈取時期別間에 一定한 傾向은 없었다 (Table 12).

Table 12. Mineral contents of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage. (on a DM basis)

Treat.	%					mg/kg		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu
SS - 1	0.23	0.17	1.50	0.04	0.20	69.67	4.65	8.50
SS - 2	0.25	0.23	1.40	0.02	0.18	73.33	3.03	9.67
SS - 3	0.25	0.20	1.87	0.03	0.22	59.00	3.35	10.30
Mean	0.24	0.20	1.59	0.03	0.20	67.33	3.68	9.49
JS - 1	0.48	0.43	1.86	0.02	0.26	112.00	14.99	7.47
JS - 2	0.37	0.27	1.35	0.04	0.27	90.33	6.62	9.27
JS - 3	0.33	0.32	1.15	0.01	0.21	148.67	10.42	8.80
Mean	0.39	0.34	1.45	0.03	0.25	117.00	10.69	8.51
MS - 1	0.53	0.24	1.65	0.04	0.39	86.67	14.11	20.00
MS - 2	0.42	0.27	1.18	0.02	0.25	41.33	12.95	11.47
MS - 3	0.29	0.28	1.35	0.03	0.28	40.33	4.43	8.40
Mean	0.42	0.27	1.39	0.03	0.31	56.11	10.50	13.29

Means of nine samples

SS:Jo-a-jae-bee silage, JS:Johnson grass silage, MS:Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

Ca함량은 濟州在來피가 0.42%, 존슨그라스 0.39%, 조아재비 0.24% 順이었다. 在來피와 존슨그라스가 生育이 進行되면서 Ca함량이 낮아진 것은 Gomide 等(1969)과 Mohamed Saleem (1972)의 조사한 나피아그라스와 버뮤다그라스의 성적과 類似했으나, 조아재비에서는 生育時期別間에 差異가 없었다. P함량은 존슨그라스가 0.34%, 在來피 0.27%, 조아재비 0.20% 順이었으나, 生育時期別에 따른 一定한 增減은 없었다. K함량은 조아재비가 1.59%로 多少 높았고 존슨그라스 1.45%, 在來피 1.39% 였으며, 生育時期에 따른 뚜렷한 差異는 없었다. Na함량은 3 作物 모두 0.03%로 同一하였으며, Smith 等(1974)은 禾本科 4草種에 對한 試驗에서 Na함량은 0.01-0.02% 이었다고 보고한바 있다. Fe함량은 在來피에서 生育이 進行되면서 漸次 낮아졌으나 존슨그라스와 조아재비에서는 一貫性이 없었다. Ca, P, Fe함량은 재래피의 경우 silage에 比하여 乾草가 높았으며, Fe와 Zn함량은 존슨그라스의 경우 silage에 比하여 乾草가 높았다. 이와 같은 결과는 건초와 silage 製造에 의한 영향은 아니라고 생각된다. 이와같이 大部分의 無機成分이 作物別, 生育時期別 間에 一貫性이 없는 것은 無機物 相互間의 拮抗作用(丹比 等, 1977)에 起因되는 것으로 思料되며, 牧草의 生育時期가 經過할수록 無機物함량은 減少한다는 松中 等(1979)의 報告와는 相反되고 있었다.

3. 乾草와 silage의 amino acid함량

가. 아미노酸 含量

乾草의 生育時期別, 作物別 amino acid 含量은 生育이 進行되면서 漸次 낮아지는 傾向을 보였다 (Table 13).

Table 13. Essential amino acid contents of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay (% on a DM basis).

Treat.	Met.	Thr.	Gly.	Val.	I.le.	Leu.	Phe.	Lys.	His.	Arg.
SH-1	0.15	0.37	0.45	0.47	0.37	0.72	0.36	0.67	0.51	0.51
SH-2	0.13	0.28	0.35	0.34	0.27	0.52	0.26	0.55	0.43	0.42
SH-3	0.13	0.28	0.34	0.35	0.27	0.51	0.26	0.59	0.55	0.44
Mean	0.14	0.31	0.38	0.39	0.30	0.58	0.29	0.60	0.50	0.46
JH-1	0.12	0.33	0.41	0.44	0.33	0.62	0.32	0.62	0.41	0.45
JH-2	0.22	0.32	0.40	0.39	0.31	0.61	0.29	0.68	0.46	0.39
JH-3	0.14	0.28	0.37	0.37	0.29	0.55	0.26	0.79	0.60	0.35
Mean	0.13	0.31	0.39	0.40	0.31	0.59	0.29	0.70	0.49	0.40
MH-1	0.15	0.43	0.55	0.54	0.43	0.82	0.39	0.97	0.66	0.64
MH-2	0.08	0.25	0.34	0.33	0.23	0.40	0.21	0.69	0.52	0.37
MH-3	0.16	0.28	0.34	0.04	0.45	0.27	0.15	0.17	0.30	0.34
Mean	0.13	0.32	0.41	0.30	0.37	0.50	0.25	0.61	0.49	0.45

Means of 3 replicates (nine determinations each).

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

Threonine함량은 在來피의 拔熟 出穗前 0.43%에서 乳熟期에 0.28%로, 존슨그라스는 0.33%에서 0.28%로, 조아재비는 0.37%에서 0.28%로 낮아졌다. 이와같은 傾向은 glycine, valine, leucine, phenylalanine, arginine함량에서도 類似하게 나타났다. methionine함량은 在來피나 존슨그라스에 比하여 조아재비가 낮았고, lysine과 histidine함량은 在來피에서 生育時期가 經過하면서 낮아지는 反面, 존슨그라스는 增加했으며, 조아재비는 一定한 傾向이 없었다. Lysine의 境遇 조아재비에는 漸進적으로 減少한 反面에 존슨그라스는 增加하였으며, 在來피는 急激히 減少하여 蛋白質의 含量과 더불어 lysine함량도 顯著하게 低下된 것으로 思料된다. 蛋白質 含量과 아미노산 造成을 基礎로할때 존슨그라스, 在來피 및 조아재비는 出穗前에 收穫 利用하는 것이 有利할 것으로 思料된다.

나. Silage의 amino acid 含量

조아재비, 존슨그라스, 在來피에 對한 生育時期別 silage의 아미노酸 含量은 Table 14에 나타난 바와 같다.

作物別, 生育時期別 silage의 아미노酸 含量은 조아재비와 在來피에서는 生育이 進行되면서 漸次 낮아지는 傾向을 보였으나 존슨그라스는 一定한 傾向이 없었다. valine과 arginine함량은 조아재비, 존슨그라스, 在來피 順으로 조아재비가 다른 2作物에 比하여 높았다. threonine, valine, iso-

leucine, phenylalanine, lysine, arginin含量은 在來피와 조아재비는 生育時期가 經過하면서 낮아지는 傾向을보였으나, 존슨그라스의 境遇 valine과 arginin은 낮아지는 反面 histidine은 增加했다.

Table 14. Essential amino acid contents of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage (% of DM basis).

Treat.	Met.	Thr.	Gly.	Val.	I.le.	Leu.	Phe.	Lys.	His.	Arg.
SS-1	0.15	0.43	0.55	0.54	0.43	0.82	0.40	0.97	0.66	0.64
SS-2	0.10	0.30	0.34	0.47	0.34	0.62	0.28	0.64	0.67	0.40
SS-3	0.11	0.24	0.44	0.42	0.33	0.65	0.27	0.63	0.63	0.25
Mean	0.12	0.32	0.44	0.48	0.37	0.70	0.32	0.75	0.65	0.43
JS-1	0.15	0.28	0.37	0.46	0.12	0.34	0.14	0.61	0.63	0.35
JS-2	0.20	0.30	0.42	0.42	0.34	0.65	0.25	0.59	0.68	0.27
JS-3	0.10	0.22	0.28	0.41	0.28	0.50	0.24	0.67	0.80	0.24
Mean	0.15	0.27	0.36	0.43	0.25	0.50	0.21	0.62	0.70	0.29
MS-1	0.13	0.26	0.33	0.34	0.29	0.55	0.28	0.45	0.27	0.40
MS-2	0.10	0.20	0.25	0.31	0.21	0.37	0.17	0.47	0.31	0.25
MS-3	0.12	0.18	0.22	0.26	0.20	0.36	0.20	0.20	0.23	0.22
Mean	0.12	0.21	0.27	0.30	0.23	0.43	0.22	0.37	0.27	0.29

Means of 3 replicates (nine determinations each).

SS:Jo-a-jae-bee silage, JS:Johnson grass silage, MS:Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

조아재비 silage는 존슨그라스나 在來피 silage에 比하여 아미노酸 含量이 높았으며, 존슨그라스와 在來피에서는 乾草에 比하여 silage에서 낮았다. 이와 같이 大部分의 아미노酸이 生育時期가 經過하면서 낮았고 乾草에 比하여 silage에서 낮은 原因은 木質化에 依한 蛋白質 含量의 減少와 silage 醱酵過程에서 아미노酸이 破壞되는 것으로 推定된다.

4. Silage의 有機酸 및 pH

조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育時期別 silage의 有機酸 및 pH含量은 Table 15에서 보는 바와 같이 silage의 總酸含量은 존슨그라스 1.5%, 在來피 1.5%, 조아재비 1.4% 로 作物間에 差異가 없었으며, 生育時期가 進行되면서 조아재비와 존슨그라스에서 總酸含量이 多少 減少하였으나 在來피는 一定한 傾向이 없었다. lactic acid 含量은 3個 作物에서 모두 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 높았으며, 橋本等 (1981)의 在來피 silage, 金等(1990)의 大麥 silage에서 熟期가 經過하면 乳酸含量도 增加했다는 結果와는 달라졌으나, 麥類 silage 試驗에서 生育時期가 進行되면서 乳酸含量도 낮았다는 Tamotu 等(1974)의 報告와는 一致하였다.

3個 飼料作物에 對한 silage의 pH는 生育時期가 進行되면서 높아졌으며, 조아재비와 존슨그라스는 在來피에 比하여 높았다. Tamotu 等(1974)은 麥類 silage 製造結果 生育이 進行될수록 pH도 增加했다는 報告와 本試驗의 結果는 一致 하였으나, 在來피 silage의 pH는 作物의 生育時期가 進行될수록 낮아졌다는 橋本等(1981)의 報告와는 상반되고 있었다.

Table 15. Organic acid content(% of DM) and pH of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage.

Treat.	Total acid	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	pH
SS - 1	1.6±0.3	0.7±0.1	0.7±0.1	0.2±0.1	5.1±0.1
SS - 2	1.6±0.2	0.5±0.0	0.7±0.1	0.4±0.1	5.2±0.0
SS - 3	1.1±0.0	0.5±0.1	0.1±0.0	0.4±0.0	6.0±0.0
Mean	1.4±0.2	0.6±0.1	0.5±0.1	0.3±0.1	5.4±0.0
JS - 1	1.8±0.5	0.7±0.2	0.3±0.4	0.8±0.1	4.8±0.0
JS - 2	1.7±0.4	0.6±0.0	0.5±0.3	0.7±0.2	5.5±0.5
JS - 3	1.2±0.2	0.4±0.1	0.5±0.0	0.3±0.1	5.7±0.4
Mean	1.5±0.4	0.5±0.1	0.4±0.2	0.6±0.1	5.3±0.3
MS - 1	1.6±0.6	0.7±0.1	0.5±0.0	0.4±0.0	3.7±0.0
MS - 2	1.4±0.5	0.4±0.1	0.5±0.1	0.5±0.2	4.8±0.0
MS - 3	1.5±0.1	0.4±0.0	0.6±0.3	0.6±0.3	5.2±0.1
Mean	1.5±0.4	0.5±0.2	0.5±0.1	0.5±0.2	4.5±0.3

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

SS:Jo-a-jae-bee silage, JS:Johnson grass silage, MS:Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

【試驗3】 乾草 및 silage의 代謝試驗

1. 攝取量 및 排泄量

가. 乾草 攝取量

Table 16. Feed and water intake, urine and fecal output in sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay.

Treatment	Hay intake (DM g/day)	Water intake (g/day)	Urine out-put (g/day)	Fecal out-put (DM g/day)
SH - 1	744 ± 195a	3,143 ± 450a	1,226 ± 183	340 ± 28a
SH - 2	668 ± 20a	2,291 ± 275b	1,008 ± 209	327 ± 9a
SH - 3	473 ± 62b	2,308 ± 596b	945 ± 74	252 ± 17b
Mean	628 ± 95e	2,581 ± 440	1,060 ± 155	306 ± 18
JH - 1	778 ± 99	2,291 ± 644b	1,123 ± 89b	319 ± 18b
JH - 2	783 ± 93	3,026 ± 396a	1,583 ± 402a	392 ± 28a
JH - 3	759 ± 109	2,908 ± 743ab	891 ± 112b	372 ± 70ab
Mean	773 ± 100d	2,742 ± 594	1,199 ± 201	361 ± 39
MH - 1	854 ± 56a	3,133 ± 289a	1,316 ± 104	359 ± 83
MH - 2	810 ± 179a	2,803 ± 234ab	1,260 ± 235	373 ± 67
MH - 3	679 ± 157b	2,391 ± 370b	1,000 ± 217	326 ± 103
Mean	781 ± 131d	2,776 ± 298	1,192 ± 185	352 ± 84

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e: Means of each forage hay with different superscripts differ (P<0.05).

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

乾物攝取量 (Table 16)은 作物間에 差異가 있어 在來피 (781 g), 존슨그라스 (773 g), 조아재비 (638 g) 順이었으며 ($P < 0.05$), 在來피와 존슨그라스는 조아재비에 比하여 有意性있는 增加를 보였다. 生育時期에 따른 乾草의 DM攝取量은 조아재비와 在來피의 境遇 生育이 進行됨에 따라 減少 ($P < 0.05$) 하였으나 존슨그라스에서는 뚜렷한 傾向이 없었다. 배 등 (1979)의 報告에 依하면 DM攝取量은 飼料의 物理的形態, 纖維素나 蛋白質含量 등에 影響을 받는다고 하였으며, Van Soest (1965)와 Thornton 등 (1972)은 蛋白質含量이 낮고 細胞壁物質과 lignin, silica 등 含量이 높을때 DM攝取量은 낮아진다고 報告하였다. 本試驗에서 조아재비의 DM攝取량이 존슨그라스나 在來피에 比해 낮은 것은 纖維素物質含量 (Table 8參照)이 높았기 때문인것으로 思料된다.

飲水量은 乾草의 種類에 따른 差異는 보이지 않았으나 DM攝取量에 比例하여 증가하였으며 ($P < 0.05$), 조아재비 乾草의 境遇는 出穗前이, 존슨그라스 乾草는 出穗期의 것이 다른 生育期에 製造한 乾草에서보다 많았다.

排糞量에 있어서도 作物間에는 一定한 傾向이 없었으나 조아재비 乾草는 出穗期 以前에 比하여 乳熟期에 적었으며, 존슨그라스는 出穗前이나 乳熟期에 比하여 出穗期에 顯著히 많았다 ($P < 0.05$). 結果적으로 DM攝取量은 生育時期가 進行됨에 따라 減少했으며, 飲水量이나 排糞量은 DM攝取量에 比例했음을 알 수 있다.

나. Silage의 攝取量

조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育時期別 silage의 攝取 및 排泄量은 Table 17에서 보는 바와 같다.

Table 17. Feed and water intake, and urine and feces output in sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage.

Treatment	Silage intake (DM g/day)	Water intake (g / day)	Urine excretion (g/day)	Fecal output (DM g/day)
SS - 1	757 ± 235a	416 ± 325b	1,270 ± 125	351 ± 81
SS - 2	640 ± 101ab	400 ± 156b	1,633 ± 117	325 ± 71
SS - 3	529 ± 86b	876 ± 157a	1,526 ± 267	296 ± 24
Mean	642 ± 141e	564 ± 213	1,476 ± 170	324 ± 58e
JS - 1	892 ± 155	725 ± 000	1,441 ± 301	398 ± 54
JS - 2	767 ± 54	600 ± 200	1,400 ± 319	386 ± 34
JS - 3	703 ± 59	505 ± 160	1,500 ± 281	378 ± 48
Mean	787 ± 89d	610 ± 120	1,447 ± 433	387 ± 45d
MS - 1	610 ± 63	475 ± 270	1,658 ± 194	250 ± 14
MS - 2	527 ± 36	440 ± 000	1,230 ± 277	242 ± 8
MS - 3	513 ± 103	400 ± 163	1,221 ± 175	249 ± 49
Mean	550 ± 67f	438 ± 144	1,370 ± 215	247 ± 24f

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e, f: Means of each forage silages with different superscripts differ (P<0.05).

SS: Jo-a-jae-bee silage, JS: Johnson grass silage, MS: Millet silage
1: Before heading, 2: Heading, 3: Milk stage

Silage 攝取量은 供試作物의 生育時期에 따라 差異가 있어 존슨그라스 (787 g), 조아재비 (642 g), 在來피 (550 g) 順으로 존슨그라스가 높았다 ($P < 0.05$). 生育時期가 經過할수록 silage의 攝取量은 減少하였으며, 出穗前 silage에 比하여 出穗期 以後에 製造한 silage의 攝取量은 有意性 ($P < 0.05$) 있게 減少하였다. silage의 攝取量은 silage의 水分含量에 따라 달라지며, 低水分 牧草 silage가 高水分 牧草 silage보다 攝取量이 增加하는 것은 完熟期에 製造한 것이 質이 좋아진 때문이라고 알려져 있다 (Murdoch(1960), Gordon(1965), Tamotu 等 (1967)). 그러나 本 試驗에서는 乳熟期까지만 silage를 製造했기 때문에 低水分 silage인 完熟期の 效果는 나타나지 않았다.

乾草와 silage의 攝取量을 比較 해보면 조아재비나 존슨그라스에서는 비슷하였으나 在來피의 攝取量은 乾草 (781 g)에 比하여 silage (550g)가 顯著하게 낮았으며, 그 原因은 乳熟期前에 製造한 在來피 silage는 材料中에 含有된 水分滲出이 늦어져 嗜好性이 떨어진 것으로 思料된다.

이와같이 生育時期가 늦을수록 silage 攝取量이 減少된 것은 Tamotu 等 (1974)의 報告한 바와 같이 刈取時期가 늦은 大麥 silage는 줄기가 硬化되어 攝取量이 減少했다는 報告와는 一致하였으나, 成慶等 (1985)이 6月 30日에 製造한 牧草 silage가 6月3日 製造한 牧草 silage보다 攝取量이 增加한 것은 低水分 (56%)의 良質 silage로 醱酵가 良好했기 때문이라고 報告하였다.

飲水量은 silage의 DM攝取量과 比例하여 增加하였으며 존슨그라스나 조아재비 silage 給與區가 在來피 silage 給與區에 比하여 有意性 ($P < 0.05$) 있게 높았다.

生育이 進行될수록 在來피와 존슨그라스 silage 給與區의 飲水量은 낮아졌으나, 조아재비 silage의 境遇 乳熟期에 製造한 silage 給與區에서 가장 많았다 ($P < 0.01$).

排糞量(DM)은 존슨그라스 silage 給與時 387g, 조아재비 silage 324g, 在來피 silage 247g 順이었으며, 존슨그라스 silage는 조아재비나 在來피 silage에 比하여 顯著하게 많았다 ($P < 0.05$). 이와 같은 結果로 보아 조아재비와 존슨그라스의 境遇 乾草 또는 silage로 製造함에 따른 DM攝取量의 差異가 없었으나 在來피의 境遇 DM攝取量은 乾草가 silage에 比하여 높아 在來피의 silage 利用은 DM攝取量을 考慮할때 適當하지 않은 것으로 思料된다.

2. 營養素의 消化率

가. 乾草의 消化率

조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育時期別 乾草에 對한 營養素의 消化率은 Table 18 에서와 같다. 乾物消化率은 존슨그라스, 在來피, 조아재비 順으로 존슨그라스가 가장 높았으며, 生育時期別 乾草의 消化率은 조아재비의 境遇 出穗前이나 出穗期가 乳熟期에 比하여 높았으며 ($P < 0.05$), 在來피와 존슨그라스의 境遇는 生育時期가 經過하면서 DM消化率도 낮아지는 傾向을 보였으나 有意差는 없었다.

Table 18. Digestibilities of nutrients of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay in sheep (%).

Treat.	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE	NDF	ADF	Lignin
SH-1	62.0a	60.5a	54.4	59.4a	49.3a	58.0a	55.6a	35.4
SH-2	56.7ab	65.3a	50.3	55.0b	42.6b	55.2b	52.9a	38.6
SH-3	50.7b	49.7b	46.9	51.7b	42.1b	50.0c	46.0b	34.3
Mean	56.5	58.5	50.5	55.3	44.7	54.4f	51.5f	36.1
JH-1	66.6	60.1a	61.1	56.9a	53.9a	60.7a	58.2a	30.8
JH-2	62.2	56.7a	54.6	52.6b	53.3a	58.2b	56.4a	32.1
JH-3	60.5	49.9b	49.3	52.6b	46.4b	54.5c	49.5b	32.2
Mean	63.1	55.6	55.0	54.0	51.2	57.8e	54.7e	31.7
MH-1	60.7	59.2	62.2	56.4	54.2a	62.2a	59.5	42.3
MH-2	60.5	58.0	58.5	55.9	50.6ab	60.7a	58.7	42.2
MH-3	59.5	53.9	56.0	54.0	48.5b	57.3b	55.7	31.0
Mean	60.2	57.0	58.9	55.4	51.4	60.0d	57.9	38.5

Mean \pm SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ ($P < 0.05$)

d, e, f: Means in the each hay with different superscripts differ ($P < 0.05$)

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay
 1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

이와 같이 生育時期가 經過함에 따라 DM消化率이 낮아진 것은 朴等 (1979), 三秋 等(1986)이 millet, corn, rye grass 消化率試驗의 結果와 一致하였다. Tamotu 等(1974)은 whole crop oat의 消化率이 營養生長期에 最高値에 達한 後 出穗期-乳熟期에 急激히 떨어지며 牧草類에서도 같은 現狀을 나타낸다고 하였다. 또한 大麥乾草의 消化率도 生育이 經過함에 따라 떨어졌다는 報告(Edwards 等, 1968)가 있어 營養素 消化率이 生育은 進行됨에 따라 낮아지고 있는 本 試驗의 結果를 뒷받침하고 있다.

消化率은 飼料攝取量이 增加할수록 떨어진다고 알려져 있으며 (Van Soet 等, 1975; 石栗, 1979) 飼料의 CP含量도 消化率에 影響을 미친다고 報告되고 있다 (Faria와 Huber, 1984). CP消化率에 있어서 존슨그라스와 조아재비는 出穗前이나 出穗期에 比하여 乳熟期에 有意性($P < 0.05$) 있게 낮았으며, 在來피는 生育時期가 經過하면서 漸次 낮아지고 있었다. 粗纖維의 消化率은 존슨그라스와 조아재비가 出穗前에 比하여 出穗期和 乳熟期에 顯著($P < 0.05$)하게 낮았으나, 在來피는 多少 낮아지는 傾向을 보인 반면, 粗脂肪 消化率은 모든 作物에서 多少 낮아졌으나 有意差는 없었다. 이와 같이 生育時期가 經過하면 大部分 營養素의 消化率도 낮아져 이들 飼料作物은 營養生長期인 出穗以前에 2-4回 刈取하여 利用하는 것이 適切하다고 思料된다.

나. Silage의 營養素 消化率

3個 飼料作物에 對한 silage의 消化率은 生育時期가 進行되면서 大部分 낮아지는 傾向을 보였으며, 존슨그라스의 DM과 조아재비의 CP, EE, lignin의 消化率은 生育時期 사이에 差異가 없었다(Table 19).

Table 19. Digestibilities of nutrients of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage in sheep (%).

Treat.	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE	NDF	ADF	Lignin
SS-1	60.4	59.5a	59.3	57.6	55.6a	60.7a	57.9a	35.7
SS-2	56.8	51.9b	49.5	54.8	49.3ab	58.0b	55.5ab	41.0
SS-3	54.7	51.0b	54.2	51.9	44.3b	53.3c	49.7b	33.3
Mean	57.3d	54.1	54.3	54.8e	49.7	57.3f	54.3e	36.6
JS-1	50.0a	61.3a	58.3	53.4	50.1	63.6a	61.0a	38.8
JS-2	41.7b	51.0b	51.7	50.5	47.4	58.1b	54.0b	33.9
JS-3	43.7b	49.6b	46.2	48.8	45.2	55.5c	49.3b	30.7
Mean	45.1f	54.0	52.1	50.9f	47.5	59.1e	54.7e	34.5
MS-1	60.8a	60.9a	63.1	69.4a	55.4	65.8a	63.6	51.5
MS-2	49.5b	52.9b	60.2	59.1b	51.8	63.2b	61.4	45.2
MS-3	43.5b	53.6b	55.4	57.3b	47.1	60.4c	61.3	44.4
Mean	51.3e	55.8	59.6	61.9d	51.4	63.1d	62.1d	47.0

Mean \pm SE of 3 replicates(nine deferminations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

d, e, f: Means in the each silage with different superscripts differ ($P < 0.05$).

SS:Jo-a-jae-bee silage, JS:Johnson grass silage, MS:Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

DM, CP, EE의 消化率에 있어서 在來피와 존슨그라스는 出穗前에 比하여 出穗期와 乳熟期에 顯著하게 減少($P < 0.05$) 하였으나, 高等(1985)은 Sudan grass 交雜種의 生育時期別 試驗에서 silage의 CP와 EE의 消化率은 出穗期에 가장 높은 反面 黃熟期에 가장 낮았다고 報告하였다.

在來피의 粗纖維 消化率은 出穗期와 乳熟期이 出穗前에 比하여 顯著한 增加를 보였다 ($P < 0.05$). NFE의 消化率은 在來피와 조아재비에서 乳熟期이 出穗前이나 出穗期에 比하여 有意性($P < 0.05$) 있게 낮았고, 존슨그라스 silage의 境遇는 生育時期에 따라 NFE消化率도 낮아지는 傾向을 보였다.

3作物의 lignin, cellulose의 消化率은 生育時期이 進行되면서 낮아지는 傾向을 보였으며, NDF消化率은 出穗前, 出穗期, 乳熟期 間에 有意性($P < 0.05$) 있게 減少하였고, ADF는 出穗前에 比하여 出穗期 以後에 顯著하게 낮았다 ($P < 0.05$).

이와같이 大部分의 營養素 消化率이 生育時期이 進行됨에 따라 低下되는 것은 植物體內 CP含量이 減少되는 反面 lignin, silica含量은 높아져 消化率을 떨어지게 한다는 報告(熊井等, 1981; 福見等, 1982; 成慶等, 1985; 三秋等, 1986)와 같은 結果라고 思料된다. Blaxter (1967), Mould 等(1983)은 粗纖維 消化率이 低下되는 原因은 澱粉質 過多에 依한 纖維素分解菌의 活性變化에 있으며, 또한 粗飼料의 消化率은 纖維素含量이 增加됨에 따라 減少한다(堀井等, 1970; 阿部等, 1972)고 報告한 바 있다. 石栗(1979)과 三秋等(1986)에 依하면 牧草는 生育時期이 經過할수록 DM消化率은 減少하며 採食量이 많으면 rumen 內 滯留時間이 짧아 細胞壁質의 消化率은 낮아진다고 報告하였다 (Tyrrell과 Moe, 1975; Galyean 等, 1979 ; Colucci 等, 1982 ; Staples 等, 1984). 이와는 달리 옥수수 silage (Huber 等, 1965)와 大麥 silage (Wilkins 等, 1970;

McCullough와 Sisk, 1967)의境遇乳熟期以後에製造해도消化率이低下되지 않는다고報告하였다.

다. 乾草의 營養素 및 energy 含量

3個 飼料作物의 乾草製造에 따른 DCP, TDN의 測定價 및 DE, ME의 計算値는 Table 20에서 보는 바와 같다.

Table 20. Nutritive values of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay (on a DM basis).

Treat.	D C P (%)	T D N (%)	D E (Kcal/g)	M E (Kcal/g)
SH - 1	8.5±1.9a	55.3±1.9a	2.4±0.1	2.0±0.1
SH - 2	7.3±1.8a	50.1±1.9b	2.2±0.1	1.8±0.1
SH - 3	5.4±1.8b	45.2±1.7c	1.9±0.1	1.6±0.1
Mean	7.1±1.8	50.2±1.8	2.2±0.1	1.8±0.1
JH - 1	9.2±1.0a	56.1±1.7a	2.4±0.1	2.0±0.1
JH - 2	6.7±1.7b	52.6±2.2a	2.3±0.1	1.9±0.1
JH - 3	4.9±1.4c	47.4±1.4b	2.0±0.1	1.7±0.0
Mean	6.9±1.7	52.0±1.7	2.3±0.1	1.8±0.1
MH - 1	8.9±1.3a	56.2±1.0a	2.4±0.1	2.0±0.0
MH - 2	7.0±1.0b	51.5±3.9b	2.2±0.1	1.8±0.1
MH - 3	5.7±1.5b	49.3±2.0b	2.1±0.1	1.7±0.1
Mean	7.2±1.6	52.3±2.3	2.3±0.1	1.8±0.1

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05)

SH: Jo-a-jae-bee hay, JH: Johnson grass hay, MH: Millet hay
1: Before heading, 2: Heading, 3: Milk stage

飼料作物別, 生育時期別에 따른 DCP와 TDN含量은 乾草 製造時期間에 差異가 있었으며, 3作物 모두 製造時期가 經過할수록 DCP와 TDN含量은 減少하였다(Table 20). DCP含量은 在來피가 出穗前 (8.94%)이 出穗期 (7.04%)와 乳熟期 (5.72%)에 比하여 有意性 ($P < 0.05$) 있게 높았으며, 조아재비는 出穗前과 出穗期가 乳熟期에 比하여 낮았으나 ($P < 0.05$), 존슨그라스의 DCP含量은 各 刈取時期間에 顯著한 減少 ($P < 0.05$)를 보였다.

TDN含量은 在來피의 境遇 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 ($P < 0.05$), 존슨그라스는 出穗前과 出穗期가 乳熟期에 比하여 ($P < 0.05$) 높았으며, 조아재비는 刈取時期가 經過되면서 顯著 ($P < 0.05$)한 減少를 보였다. 이 結果는 在來피 乾草의 DCP含量은 出穗期和 乳熟期가 穗孕期에 比하여 顯著히 낮았고, TDN含量은 乳熟期가 穗孕期和 出穗期에 比하여 顯著하게 낮았다는 報告(橋本等, 1981)와 類似한 結果였다. 阿部와 高橋 (1982)는 개기장의 營養素含量 調査에서 伸長期의 DCP含量은 13.2%였던것이 出穗期에 4.3%로 減少하였고, TDN含量은 66.6%에서 53.4%로, 可消化에너지 (DE) 含量은 3.22Mcal에서 2.31Mcal로 減少하였다고 報告하였다.

Energy (DE, ME) 含量 역시 3個 飼料作物 모두에서 熟期가 經過하면서 낮아지는 傾向을 보였으며, 3個 飼料作物 사이에 DE와 ME含量은 비슷한 數値를 보였다.

라. Silage의 營養素 및 energy 含量

조아재비, 존슨그라스, 在來피 silage의 DCP, TDN의 測定價 및 DE, ME 計算値는 Table 21에서 보는 바와 같다.

Table 21. Nutritive values of jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage (of DM basis).

Treat.	D C P (%)	T D N (%)	D E (kcal/g)	M E (kcal/g)
SS - 1	6.9±0.7a	53.1±2.0a	2.3±0.1	1.9±0.0
SS - 2	5.6±1.8ab	46.7±1.1b	2.0±0.0	1.6±0.0
SS - 3	5.3±0.2b	44.2±3.3b	1.9±0.1	1.6±0.1
Mean	5.9±0.9	48.0±2.1e	2.1±0.1	1.7±0.1
JS - 1	8.6±0.3a	51.1±3.2a	2.2±0.1	1.8±0.1
JS - 2	5.6±0.4b	49.5±4.0ab	2.1±0.1	1.7±0.1
JS - 3	5.2±2.4b	46.7±2.3b	2.0±0.1	1.6±0.1
Mean	6.5±1.0	49.1±5.3de	2.1±0.1	1.7±0.1
MS - 1	9.0±0.6a	59.2±0.5a	2.6±0.0	2.1±0.0
MS - 2	6.0±0.5b	49.6±2.5b	2.1±0.1	1.7±0.0
MS - 3	5.5±0.7b	47.4±2.0b	2.0±0.0	1.7±0.0
Mean	6.8±0.6	52.1±1.7d	2.3±0.1	1.8±0.0

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e: Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SS:Jo-a-jae-bee silage, JS:Johnson grass silage, MS:Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

Silage의 DCP와 TDN함량은 生育時期가 經過함에 따라 減少하였다. 生育時期別 DCP함량은 조아재비, 존슨그라스, 在來피 모두 出穗期와 乳熟期가 出穗前에 比하여 有意性($P < 0.05$)있게 減少하였으며, 作物別 DCP함량은 在來피, 존슨그라스, 조아재비 順으로 높았으나 有意差는 없었다.

TDN함량은 조아재비, 존슨그라스, 在來피 모두에서 出穗前에 比하여 出穗期以後에 顯著한 減少($P < 0.05$)를 보였으며, 존슨그라스와 조아재비는 在來피에 比하여 顯著히 낮았다($P < 0.05$). 이와같이 生育時期가 經過하면서 可消化 營養素함량이 減少한 것은 피 silage(橋本等, 1981)와 牧草 silage(三秋等, 1986) 試驗에서 DCP함량은 刈取時期가 經過하면서 낮아졌고, TDN함량은 乳熟期가 穗孕期와 出穗期에 比하여 顯著히 낮았다는 報告와 類似한 結果였다.

名久等(1982)은 옥수수 silage 試驗에서 乳熟期, 黃熟初期, 黃熟後期の DCP함량은 各各 7.2, 5.8, 4.2%로 有意性 있는 減少를 보였으나, TDN 함량은 生育時期間에 差異가 없었으며, DE함량은 各各 3.11, 3.17, 3.07 cal/g DM로 作物의 生育時期가 經過하면서 減少했다고 報告한 바 있어 本 試驗의 結果와 類似했다. DE나 ME의 含量도 各 作物에서 生育時期가 進行되면서 多少 減少하는 傾向을 보였으나 有意差는 없었다. 同一한 生育時期에 製造한 乾草와 silage의 DCP, TDN 含量의 差異는 乾草가 silage에 比하여 多少 높았으며 DE나 ME는 差異가 없었다.

3. 窒素蓄積率

가. 乾草의 窒素蓄積率

飼料作物別, 生育時期別로 製造한 乾草給與 試驗에서 窒素蓄積率は Table 22 에 提示되었다.

Table 22. Nitrogen retention in sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay.

Treat.	g / d a y				%
	Total-N	Fecal-N	Urin-N	N-retention	N-retention
SH - 1	16.7±2.0a	6.6±0.8a	5.6±0.5a	4.5±0.8a	27.0±2.1a
SH - 2	12.0±1.3b	4.1±0.5b	4.5±0.2b	3.3±1.1b	27.4±7.1a
SH - 3	9.9±0.9b	3.9±0.6b	4.8±0.1b	1.1±0.6c	11.5±4.5b
Mean	12.9±3.3e	4.9±1.3e	5.0±0.7e	2.9±1.3	22.0±5.9d
JH - 1	19.0±1.6a	7.6±0.2a	6.2±0.4a	5.1±1.1a	26.9±4.8a
JH - 2	14.9±1.2b	6.4±1.9b	5.3±0.8b	3.1±1.3b	21.0±7.2b
JH - 3	11.9±1.1c	6.0±1.1b	4.7±0.5b	1.2±0.7c	10.2±5.0c
Mean	15.3±3.3d	6.7±1.3d	5.3±0.8e	3.8±1.9	19.4±4.8e
MH - 1	20.5±1.5a	7.9±0.5a	8.1±0.2a	4.4±0.9a	21.4±4.6a
MH - 2	15.6±1.0b	6.5±0.4b	6.8±0.2b	2.3±1.1b	14.7±6.5b
MH - 3	11.5±0.7c	5.3±0.4c	4.5±0.3c	1.6±0.6c	14.5±4.9b
Mean	15.9±4.0d	6.6±1.2d	6.4±1.6d	2.8±1.2d	16.9±5.0e

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c: Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e: Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

1日 平均 N攝取量은 在來피이나 존슨그라스에 比하여 조아재비에서 낮았으며, 乾草 製造時期가 늦어질수록 N攝取量도 顯著하게 減少한 것은 生育時期가 進行되면서 DM攝取量이 낮아졌을 뿐만 아니라 CP含量도 점차 낮아진데 起因된 것으로 생각된다.

N蓄積量은 존슨그라스 給與區가 3.87 g/日로 他給與區에 비해 가장 많았다. Graham(1964)은 牧乾草 給與時 N蓄積率을 調査한 結果 N攝取量이 많으면 N排泄量도 增加하여, 285g의 少量의 N를 攝取하였을 때 蓄積率은 減少하였으나, 580-1,140g로 많은 量의 N를 攝取한 境遇에는 N蓄積率도 높았다고 報告한 바 있어 本試驗에서 N攝取量이 많으면 N蓄積率도 增加하는 傾向과 같은 結果였다. Holloway 等(1981)은 濃厚飼料 給與比率이 높을수록 N蓄積量은 減少하였다고 報告하였으며, N蓄積量은 粗飼料 給與比率이 높아질수록 減少한다고 報告하였다(安과 文, 1985; 李, 1990).

本 試驗에서 N蓄積率은 生育時期가 經過할수록 減少하였으며, 特히 乳熟期 乾草가 出穗前이나 出穗期에 比하여 顯著하게 낮았다.

나. Silage 給與에 따른 N蓄積率

조아재비, 존슨그라스, 在來피의 生育時期別 silage를 給與했을 때 N蓄積率의 結果는 Table 23에 紹介되었다.

Silage 給與에 따른 N攝取量은 供試 silage 間에 差異가 있었으며, N蓄積量은 존슨그라스 silage가 在來피나 조아재비 silage 給與區에 比하여 높았다.

Table 23. Nitrogen retention in sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage.

Treat.	g / d a y				%
	Total-N	Fecal-N	Urine-N	N-retention	N-retention
SS - 1	14.8±1.1a	5.9±0.6a	6.5±0.6a	2.3±1.1a	15.4± 6.5a
SS - 2	11.0±1.5b	5.6±0.2a	3.8±0.6b	1.5±1.2b	13.7± 9.4a
SS - 3	8.8±0.5c	4.5±0.5b	3.8±0.1b	0.3±0.1c	4.4± 1.5b
Mean	11.5±2.8e	5.3±0.7e	4.7±1.4	1.4±1.1e	11.2± 7.5f
JS - 1	20.3±1.4a	8.2±0.5a	7.5±0.4a	4.5±1.5a	22.2± 6.2a
JS - 2	13.5±0.4b	6.0±0.4b	4.6±0.5b	3.3±0.6b	24.3± 4.3a
JS - 3	11.2±1.6c	5.9±0.6b	3.2±0.6c	2.0±1.7c	17.9±13.1b
Mean	15.0±4.2d	6.7±1.1d	5.1±1.9	3.2±1.6d	21.5± 7.9d
MS - 1	14.4±0.7a	5.0±0.2a	6.4±0.4a	2.8±0.4a	20.2± 2.4a
MS - 2	9.6±0.7b	3.9±0.3b	4.5±0.3b	1.1±0.3b	11.5± 3.5b
MS - 3	8.4±0.5c	3.4±0.2b	3.8±0.3c	1.1±0.2b	13.5± 2.8b
Mean	10.8±2.7e	4.1±0.7f	4.9±1.2	1.7±0.9e	15.0± 4.6e

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

a, b, c : Means in the same column with different superscripts differ (P<0.05).

d, e, f : Means of each forage species with different superscripts differ (P<0.05).

SS: Jo-a-jae-bee silage, JS: Johnson grass silage, MS: Millet silage
 1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

silage 製造時期가 經過할수록 N攝取量이 顯著($P < 0.05$)하게 減少한 것은 飼料 中에 含有된 CP含量이 낮아진데 起因한 것으로 思料된다. N攝取量이 적어질수록 排泄量도 적어지는 傾向이었으며, N蓄積率은 존슨그라스 silage에서 21.5%로 가장 높았다.

Waldo et al. (1966)은 乾草에 牧乾草와 silage를 給與한 結果 N蓄積量은 silage區에서 낮았고, 또한 Wanapat et al. (1982)은 可溶性蛋白質攝取量이 많아지면 尿로 排泄되는 N量이 增加된다고 報告하였으며, 그 原因은 silage 給與時 尿로 排泄된 N損失이 많았기 때문이었다고 報告하였다. Wohlt 等(1976)은 飼料中의 N溶解度가 높을수록 尿中 N는 增加한다고 報告하였다. 乾草 給與時 N攝取量은 silage 給與에 比하여 높아졌으며, N蓄積量 역시 乾草 給與구에서 增加하였고 乾草나 silage 모두 존슨그라스가 조아재비나 在來피에 比하여 높았다.

4. 反芻胃內 pH, VFA 濃度

가. 乾草 給與에 따른 反芻胃內 pH 變化

乾草의 種類別, 生育時期別 反芻胃內 pH는 Table 24에서 보는바와 같다. 조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草 給與에서 胃內 pH는 조아재비乾草 給與區에서 높은 反面, 존슨그라스 乾草 給與區에서 낮았다. 乾草 製造時期에 따른 pH는 在來피와 존슨그라스의 境遇에 製造時期가 經過할수록 낮아지는 傾向을 보였으나, 조아재비는 出穗前이나 出穗期에 높은 反面 乳熟期에 낮았다.

Table 24. Ruminant pH in sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay.

Treat.	Time after feeding (hours)					Mean
	0	2	4	6	8	
SH - 1	7.12	7.11	7.03	7.04	7.05	7.07
SH - 2	7.15	7.17	7.06	7.07	7.00	7.09
SH - 3	6.81	6.78	6.74	6.77	6.79	6.77
Mean	7.03	7.02	6.94	6.96	6.95	6.98
S. E	±0.14	±0.16	±0.14	±0.13	±0.10	±0.18
JH - 1	6.93	6.87	6.82	6.85	7.00	6.89
JH - 2	6.82	6.78	6.74	6.68	6.79	6.76
JH - 3	6.83	6.77	6.72	6.75	6.69	6.75
Mean	6.86	6.81	6.76	6.76	6.83	6.80
S. E	±0.05	±0.04	±0.04	±0.06	±0.12	±0.08
MH - 1	7.15	7.10	7.12	7.05	7.08	7.10
MH - 2	6.86	6.84	6.93	6.84	6.80	6.85
HM - 3	6.75	6.73	6.78	6.71	6.78	6.75
Mean	6.92	6.89	6.97	6.87	6.89	6.90
S. E	±0.15	±0.14	±0.13	±0.12	±0.13	±0.17

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

SH: Jo-a-jae-bee hay, JH: Johnson grass hay, MH: Millet hay

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

飼料給與後 時間에 따른 胃液의 pH는 乾草의 種類나 生育時期 間에 뚜렷한 差異가 없었다. Merchen과 Firkins(1986)는 粗飼料 給與量이 增加되면 胃內 pH는 多少 높아지나 給與後 時間經過에 따른 變化幅은 적었다고 報告한바 있어, 本試驗에서 乾草給與에 따른 pH變化幅이 크지 않았던 結果와 같은 傾向을 보였다.

나. Silage 給與에 따른 反芻胃內 pH 變化

Silage의 材料別 胃內 pH는 Table 25에서 보는바와 같다. 조아재비 silage는 다른 두가지 silage에 比하여 pH가 多少 높았으나 在來피와 존슨그라스間에는 差異가 없었다.

Silage 製造時期에 따른 胃液의 pH는 在來피 silage의 境遇 出穗期가 出穗前과 乳熟期에 比하여 多少 낮았으나, 존슨그라스 silage에서는 一定한 傾向이 없었으며, 조아재비 silage는 生育時期가 經過할수록 낮아지는 傾向을 보였다. 飼料給與後 時間에 따른 胃液의 pH는 조아재비와 존슨그라스에서 漸次 낮아지는 傾向을 보이다가 8時間後에 다시 높아지는데 比하여, 在來피 silage는 飼料給與 2時間後에 낮았으나 다시 漸次 높아지는 傾向을 보였다. 이와 같이 silage 給與 後 2 ~ 6時間에 pH가 낮아진것은 牧乾草 silage를 緬羊에 給與했을때 (Briggs와 Hogan, 1957)와 corn silage를 젓소에 給與한 試驗 (Smith와 Baldwin, 1974)에서도 같은 傾向이었다.

乾草나 silage 급여에 따른 胃內 pH의 差異는 적었으나 在來피는 乾草(6.90)가 silage(6.81)에 比하여, 조아재비는 silage(7.11)가 乾草(6.98)에 比하여 多少 높았으나 존슨그라스에서는 差異가 없었다.

Table 25. Ruminal pH in sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage.

Treat.	Time after feeding (hours)					Mean
	0	2	4	6	8	
SS - 1	7.39	7.29	7.25	7.20	7.21	7.27
SS - 2	7.10	7.18	7.14	7.05	7.08	7.11
SS - 3	7.18	6.99	6.81	6.81	7.00	6.96
Mean	7.22	7.15	7.07	7.02	7.10	7.11
S. E	±0.11	±0.11	±0.17	±0.14	±0.08	±0.05
JS - 1	7.11	6.93	6.47	6.77	6.85	6.83
JS - 2	7.16	6.98	6.81	6.98	6.66	6.92
JS - 3	7.03	6.83	6.70	6.63	6.70	6.78
Mean	7.10	6.91	6.66	6.79	6.74	6.84
S. E	±0.05	±0.06	±0.13	±0.12	±0.08	±0.04
MS - 1	7.02	6.85	6.85	7.00	6.81	6.91
MS - 2	6.70	6.65	6.63	6.70	6.58	6.65
MS - 3	7.21	6.96	7.01	6.93	6.82	6.99
Mean	6.98	6.82	6.83	6.88	6.74	6.81
S. E	±0.18	±0.11	±0.13	±0.12	±0.10	±0.09

Mean ± SE of 3 replicates (nine determinations each).

SS : Jo-a-jae-bee silage, JS : Johnson grass silage,

MS : Millet silage

1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

다. 乾草給與에 따른 反芻胃內 VFA의 濃度

조아재비, 존슨그라스, 在來피 乾草의 生育時期別, 飼料給與後 時間別, 反芻胃內 VFA 濃度는 Table 26에서 보는 바와 같다. 乾草의 種類別 total VFA 濃度는 在來피 給與區에서 75-106 mM, 존슨그라스 63-74 mM, 조아재비 給與區가 43-74 mM로 在來피 給與區에서 가장 높았다. 飼料給與後 時間經過에 따른 total VFA 濃度는 3가지 乾草 모두 2 時間에 最低水準으로 낮아진 後 時間이 經過됨에 따라 漸進적으로 높아지는 傾向을 보였다.

乾草의 種類別 acetic acid, propionic acid, butyric acid의 濃度는 在來피, 존슨그라스, 조아재비 順으로 在來피가 가장 높았다. 飼料給與後 2時間에 各 VFA 濃度는 最低水準을 보였으나 4時間 後에 acetate는 큰폭으로 增加한 반면 propionate와 butyrate는 큰 변동이 없었다.

이와 같이 VFA 濃度가 飼料給與 直後부터 漸次 增加한다는 報告는 野 乾草의 山羊 給與試驗(李 等, 1982), sorghum交雜種의 緬羊 給與試驗(高等, 1985) 및 牧乾草와 oat straw 緬羊 給與試驗(Wanapat 等, 1982)에서 이미 報告된 바 있다. Males와 Gaskins(1982), 丘 等(1983)은 反芻胃內 VFA 濃度는 飼料 給與後 2~6 時間에 增加하고 그 後 漸次 減少한다고 報告한 바 있어 本 試驗의 結果를 뒷받침 해주고 있다. 그러나 Coombe와 Mulholland(1985)는 VFA 濃度는 飼料攝取後 時間經過에 相關없이 同一했다고 報告하였다.

Table 26. Total and individual volatile fatty acid concentrations in the rumen of sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay (mM).

Time after feeding	Jo-a-jae-bee					Johnson grass					Millet				
	SH-1	SH-2	SH-3	Mean		JH-1	JH-2	JH-3	Mean		MH-1	MH-2	MH-3	Mean	
0	T-VFA	56.21	44.61	41.65	73.72	83.12	68.72	69.34	73.72	107.55	103.44	105.77	105.59		
	C2	40.87	35.80	31.27	35.98	65.28	53.86	52.58	57.24	85.56	83.26	83.11	83.98		
	C3	12.87	9.65	7.20	9.91	12.91	10.15	11.98	11.68	18.11	15.49	14.64	16.08		
	C14	0.24	0.20	0.53	0.32	0.27	0.37	0.45	0.36	0.36	0.41	0.35	0.37		
	C4	2.23	2.29	2.65	2.39	4.67	4.33	4.33	4.44	3.53	4.26	7.67	5.15		
2	T-VFA	46.14	38.89	42.83	42.62	59.78	67.94	62.07	63.26	79.46	67.83	78.94	75.41		
	C2	32.34	29.10	22.40	27.95	45.00	52.79	48.30	48.70	64.03	53.09	60.78	59.30		
	C3	10.62	7.69	5.04	7.78	11.10	9.01	9.90	10.00	13.09	10.84	11.30	11.74		
	C14	0.25	0.45	0.30	0.33	0.35	0.37	0.41	0.38	0.42	0.36	0.38	0.39		
	C4	2.43	1.64	1.61	1.89	3.33	5.91	3.46	4.23	1.92	3.49	6.28	3.90		
4	T-VFA	59.41	37.13	47.14	47.89	69.47	68.96	58.88	65.77	88.50	64.84	85.63	79.66		
	C2	42.39	33.92	39.04	38.45	54.25	53.66	48.21	52.04	70.52	50.65	70.53	63.90		
	C3	12.74	7.88	6.17	8.93	11.40	9.83	9.65	10.29	13.75	10.36	11.57	11.89		
	C14	0.19	0.29	0.27	0.25	0.27	0.45	0.40	0.37	0.41	0.42	0.37	0.40		
	C4	4.09	1.71	1.66	2.49	3.56	5.00	3.30	3.95	3.91	3.41	6.48	4.60		
6	T-VFA	48.15	43.40	50.66	47.40	77.05	70.09	66.60	71.25	86.57	76.01	90.44	84.34		
	C2	40.77	33.32	41.97	38.69	60.55	57.43	51.50	56.49	70.46	59.92	70.03	66.80		
	C3	11.98	8.03	9.51	9.84	12.23	9.96	10.68	10.96	13.87	11.90	12.81	12.86		
	C14	0.21	0.32	0.28	0.27	0.36	0.38	0.44	0.39	0.35	0.39	0.36	0.37		
	C4	2.85	1.81	2.39	2.35	3.91	5.66	3.98	4.52	2.09	3.79	7.24	4.37		
8	T-VFA	58.17	64.33	44.79	55.76	77.41	71.24	69.25	72.63	97.74	71.63	93.79	87.72		
	C2	46.01	48.08	35.21	43.10	60.64	56.27	54.06	56.99	78.63	54.30	74.01	68.98		
	C3	12.40	13.66	7.55	11.20	12.45	10.21	11.21	11.29	15.97	12.76	12.85	13.86		
	C14	0.36	0.35	0.30	0.33	0.35	0.54	0.38	0.42	0.44	0.41	0.35	0.40		
	C4	2.74	2.10	1.73	2.19	3.97	4.22	3.60	3.93	2.70	4.15	6.58	4.48		

T: Total VFA, C2 : acetic acid, C3 : propionic acid, C14 : iso butyric acid, C4 : butyric acid
 SH : Jo-a-jae-bee hay, JH : Johnson grass hay, MH : Millet hay
 1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

라. Silage 給與에 따른 反芻胃內 VFA 濃度

조아재비, 존슨그라스, 在來피를 生育時期別로 製造한 silage를 緬羊에 給與時 反芻胃內 VFA 濃度は Table 27에 提示된 바와 같다.

Silage의 種類別 VFA生成量은 在來피 silage 給與區 96 - 116 mM, 존슨그라스 62-72 mM, 조아재비는 39-57 mM 順으로 silage 間에 顯著한 差異를 보였다 ($P < 0.01$).

silage給與後 時間이 經過함에 따른 總VFA生成量은 漸次 增加하는 傾向을 보였으나, 조아재비 silage는 給與後 2時間에 多少 낮아진後 漸次 增加 하였다. Individual VFA生成量도 total VFA 生成比率과 比例하여 在來피, 존슨그라스, 조아재비 順으로 在來피에서 가장 높았다.

silage 給與後 時間이 經過함에 따라 VFA 生成量이 漸進적으로 增加하는 傾向을 보인 것은 암모니아處理벼짚 給與(Males 等, 1982)와 低質粗飼料給與(丘 等, 1983)時 飼料給與 後 增加한다는 報告와 一致하였다.

乾草와 silage給與에 따른 total VFA 生成量은 在來피의 境遇 silage (110.4 mM)가 乾草(86.8 mM)에 比하여 높았으나 다른 두作物間에는 差異가 없었다. acetate 濃도에 있어서는 在來피는 silage(85.1 mM)가 乾草(68.6 mM)에 比하여 增加했으나 존슨그라스와 조아재비에서는 뚜렷한 差異가 없었다.

Table 27. Total and individual volatile fatty acid concentrations in the rumen of sheep fed jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet silage (mM).

Time after feeding	VFAs	Jo-a-jae-bee					Johnson grass					Millet				
		SS-1	SS-2	SS-3	Mean		JS-1	JS-2	JS-3	Mean		MS-1	MS-2	MS-3	Mean	
0	T-VFA	56.23	47.95	41.65	48.61	54.05	63.29	69.34	62.22		97.53	99.26	89.84	95.54		
	C2	40.87	35.80	31.27	35.98	40.77	48.66	52.58	47.44		80.16	80.15	69.88	76.77		
	C3	12.87	9.65	7.20	9.91	7.28	9.84	11.98	9.78		12.71	8.87	12.42	11.33		
	Ci4	0.24	0.20	0.53	0.32	0.41	0.33	0.45	0.40		0.40	0.70	0.43	0.51		
	C4	2.23	2.29	2.65	2.39	5.59	4.47	4.33	4.80		4.25	9.54	7.45	7.08		
2	T-VFA	46.14	42.22	29.45	39.27	70.47	71.51	62.05	68.01		95.58	101.80	109.14	102.17		
	C2	32.84	32.44	22.50	29.64	53.66	56.05	48.30	52.67		79.34	84.41	87.03	83.59		
	C3	10.62	7.69	5.04	7.78	8.42	8.52	9.90	8.95		11.72	8.79	15.06	11.86		
	Ci4	0.25	0.45	0.30	0.33	0.56	0.48	0.28	0.44		0.47	0.88	0.03	0.46		
	C4	2.43	1.64	1.61	1.89	14.49	6.65	3.46	8.20		4.04	11.06	7.03	7.38		
4	T-VFA	59.41	43.80	47.14	50.12	65.24	70.94	61.56	65.91		105.22	105.03	108.99	106.41		
	C2	42.39	33.92	39.04	38.45	49.63	55.64	48.21	51.16		87.93	85.48	85.42	86.28		
	C3	12.74	7.88	6.17	8.93	6.54	9.10	9.65	8.43		12.15	8.33	15.81	12.10		
	Ci4	0.19	0.29	0.27	0.25	0.52	0.53	0.40	0.48		0.22	0.63	0.16	0.34		
	C4	4.09	1.71	1.66	2.49	11.21	5.94	3.30	6.82		4.92	10.67	7.60	7.73		
6	T-VFA	55.82	43.83	54.15	51.27	69.72	89.90	66.53	75.38		98.24	94.89	116.94	103.36		
	C2	40.77	33.32	41.97	38.69	57.95	72.78	51.50	60.74		81.79	77.57	92.62	83.99		
	C3	11.98	8.03	9.51	9.84	6.88	10.73	10.68	9.43		11.49	7.70	15.66	11.62		
	Ci4	0.21	0.32	0.28	0.27	0.41	0.77	0.44	0.54		0.58	0.75	0.16	0.50		
	C4	2.85	1.81	2.39	2.35	7.81	5.63	3.98	5.81		4.37	8.90	8.49	7.25		
8	T-VFA	61.50	64.19	45.00	56.90	76.63	80.81	69.25	75.56		122.04	98.22	126.67	115.64		
	C2	46.01	48.08	35.21	43.10	59.71	64.55	54.06	59.44		102.72	78.37	103.28	94.79		
	C3	12.40	13.66	7.55	11.20	6.62	11.56	11.21	9.80		13.60	8.63	12.60	11.61		
	Ci4	0.36	0.35	0.30	0.34	0.35	0.58	0.38	0.44		0.38	0.75	0.04	0.39		
	C4	2.74	2.10	1.73	2.19	9.75	4.11	3.60	5.82		5.34	10.46	10.75	8.85		

T: Total VFA, C2 : acetic acid, C3 : propionic acid, C4 : iso butyric acid, C4 : butyric acid
SS : Jo-a-jae-bee silage, JS : Johnson grass silage, MS : Millet silage
1 : Before heading, 2 : Heading, 3 : Milk stage

5. 營養素 含量과 DM 攝取量, 消化率, 反芻胃內 VFA 濃度와의 相互關係
가. 生育時期別 粗蛋白質과 粗纖維含量

生育時期別로 製造한 乾草와 silage의 CP와 CF含量 變化에서 作物間에 共通的인 差異는 生育時期가 經過함에 따라 CP含量은 顯著하게 減少 되는 反面, CF含量은 增加하였다(Fig. 2).

CP含量은 재래피와 존슨그라스에서 乾草나 silage 製造에 따라 큰 差異가 없었으나, 조아재비의 出穗前 乾草와 silage間에는 差異를보여 乾草가 14.1 %인데 比하여 silage는 12.3 %로 乾草에서 더 높았다.

粗纖維含量 역시 재래피와 존슨그라스 에서는 乾草와 silage 間에 큰 差異가 없었으나, 조아재비의 경우 silage에서 더 높았다.

이와 같은 結果는 麥類의 營養素 含量(Tamotu 等, 1974), millet에 對한 生育時期別 試驗 (朴 等, 1979; 橋本 等, 1981; 福見等, 1982; 金 等, 1982), 개기장의 飼料價値에 對한 試驗 (阿部 等, 1982), 南方型 牧草의 飼料價値에 對한 試驗(正岡 等, 1985; 三秋 等, 1986) 에서와 같은 傾向을 보였다. 또한 混播牧草를 乾草와 silage로 製造하여 組成分을 比較 檢討한 成慶(1985) 等에 依하면 silage가 乾草에 比하여 OM, CP, NDF, ADF含量이 높았다고 報告하여 本 試驗의 結果와 類이하였다.

나. 乾草와 silage의 營養素 消化率

1) 粗蛋白質含量을 基準으로 한 乾物, 粗蛋白質 粗纖維의 消化率 粗蛋白質含量에 대한 乾草와 Silage에서 DM, CP, CF 消化率 과의 相關은 Fig. 3 에서와 같다.

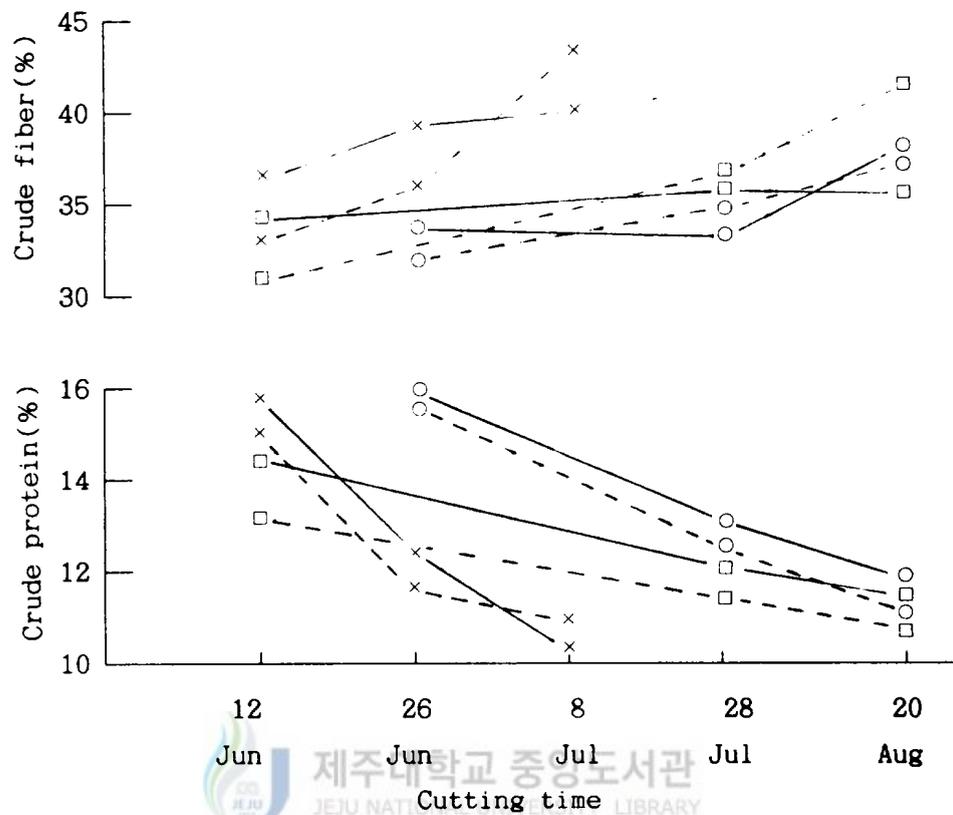


Fig. 2. Crude protein and crude fiber contents in jo-a-jae-bee, Johnson grass and millet hay and silage at different cutting time.

□—□ ; Jo-a-jae-bee hay □----□ ; Jo-a-jae-bee silage
 ×—× ; Johnson grass hay ×----× ; Johnson grass silage
 ○—○ ; Millet hay ○----○ ; Millet silage

DM消化率은 CP含量이 8에서 17%로 增加함에 따라 건초에서는 $Y=48.524 + 0.928x$ ($r=0.355$)의 相關을 보였으며, silage는 $Y=27.989+2.111x$ ($r=0.461$)로서 有意性($P<0.05$) 있는 正의 相關을 나타내었다. 粗纖維 消化率 역시 CP含量이 增加함에 따라 乾草($P<0.01$)나 silage ($P<0.05$)에서 顯著하게 增加하였다. CP含量에 따른 乾草와 silage의 消化率은 DM 43 에서 62 %, CP와 CF는 45 에서 68% 範圍內 包含되어 있었다.

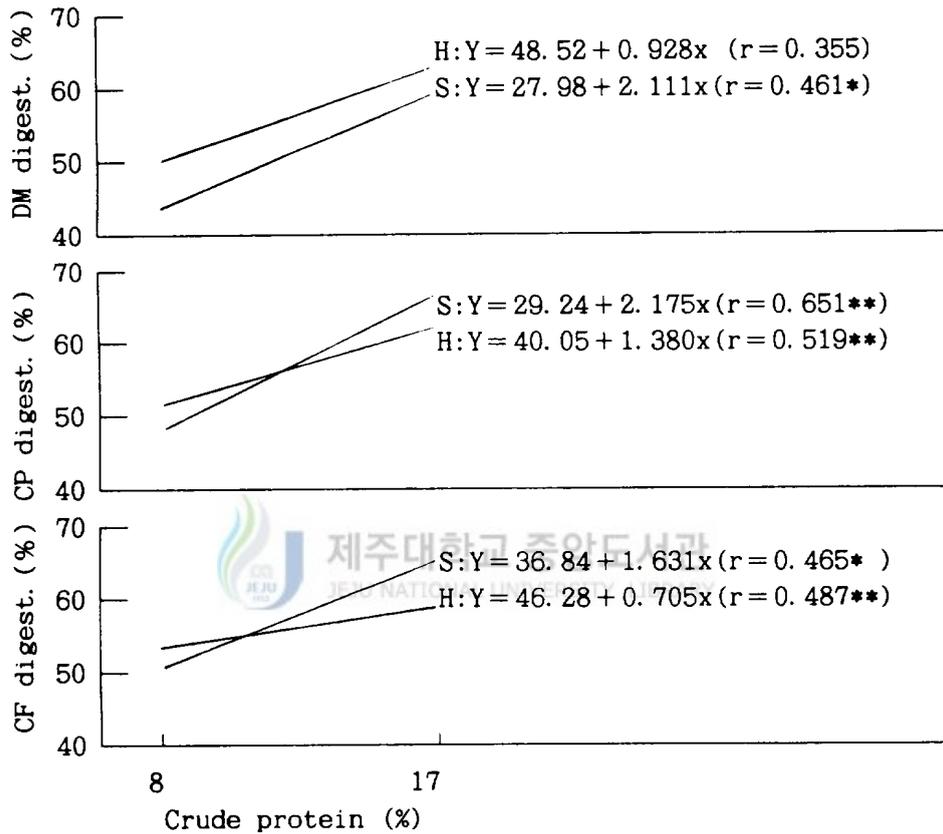


Fig. 3. Relationship between crude protein contents and DM · CP · CF digestibility of hay and silage.

(H : Hay, S : Silage)

(H : Hay, S : Silage)

乾草와 silage의 CP含量에 대한 DCP, TDN 및 DMI의 相關은 Fig.4 와 같다. CP水準이 높아질수록 DCP와 TDN含量은 乾草나 silage 모두 顯著하게 增加(P<0.01)하였다. 乾物攝取量 역시 CP含量이 높을수록 乾草나 silage 에서 높은 傾向이었으나 乾草에서만 有意差가있었다(P<0.05).

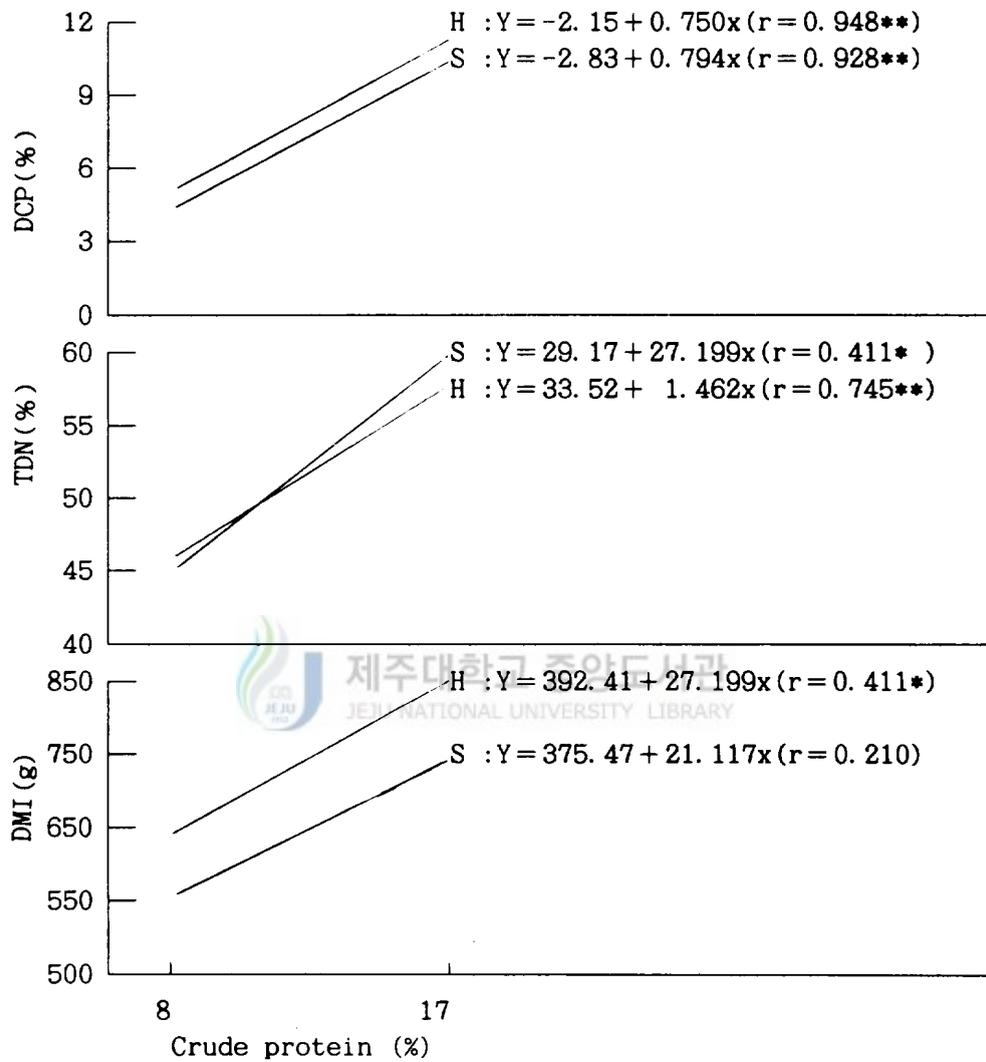


Fig. 4. Relationship between crude protein contents and DCP · TDN · DMI of hay and silage (H : Hay, S : Silage)

橋本等(1981)은 millet에 대한 生育時期別 試驗에서 乾草나 silage 모두 生育時期가 經過하면서 DCP나 TDN含量도 낮아졌으나, 乾草에 比하여 silage가 더욱 急激히 減少하였음을 報告한 바있다.

이와같이 乾草나 silage 를 製造했을때 CP含量이 8%에서 17%로 높아질수록 DCP, TDN含量이 增加하고 乾物攝取量도 增加되므로 飼料作物의 利用 時期는 粗蛋白質含量이 높고, 纖維素 物質含量이 낮은 出穗期 以前이 適期라고 思料된다.

2) 乾物攝取량과 營養素 消化率과의 關係

乾草와 silage 給與時 乾物 攝取量에 對한 CP消化率, DCP, TDN含量과의 相關은 Fig. 5에 나타난바와 같이 乾物攝取量이 300g에서 1,200g로 增加함에 따라 CP消化率, DCP, TDN含量이 乾草에서는 높은 반면 silage에서는 낮았으며 특히 silage 의TDN 은 負의 相關을 보였다.

乾物攝取量이 增加함에 따른 CP 消化率과 DCP含量은 乾草의 경우 DCP $r=0.467$, TDN의 $r=0.397$ 로서 有意性 ($P<0.05$)이 認定되었다.

Lu 等 (1980)은 alfalfa 乾草와 silage를 山羊에 給與한 結果 DM 攝取量은 乾草가 silage에 比하여 越等히 많았으나 DM과 CP消化率은 差異가 없었다고 報告하였고, 成慶等(1985)은 混播牧乾草와 silage를 緬羊에 給與한 結果 silage에 比하여 乾草에서 攝取量도 높았고 DM, CP 그리고 細胞壁物質의 消化率도 높았다고 報告한바 있어 本 試驗의 結果와 一致하였다.

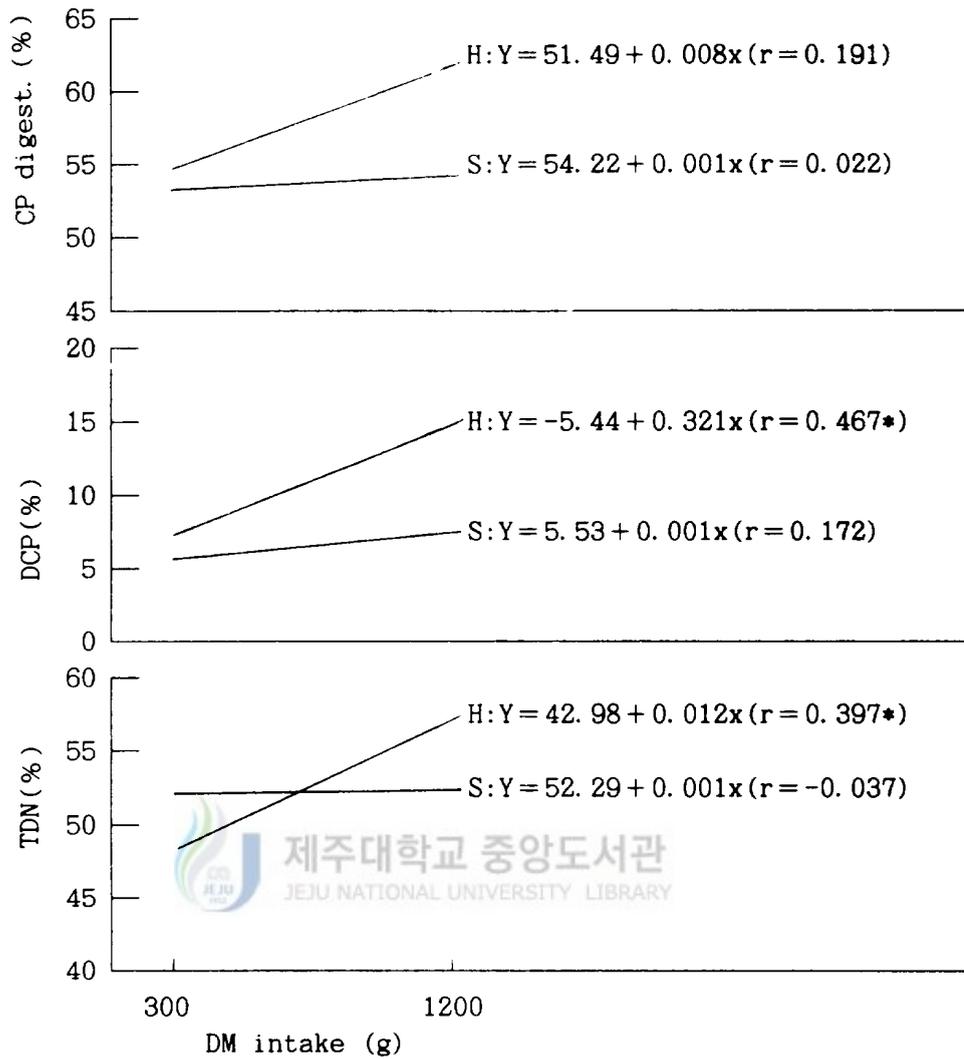


Fig. 5. Relationship between DMI(g) and CP digestibility, DCP and TDN contents of hay and silage
(H : Hay, S : Silage)

다. 乾物攝取量과 排泄量에 對한 相關

DM攝取量이 增加함에 따라 飲水量도 增加하였으나 有意性은 認定되지 않았다. DM攝取量과 糞, 尿 排泄量 間의 回歸式에 依한 相關은 乾草나 silage 모두에서 有意性이 認定되었다 (Fig. 6).

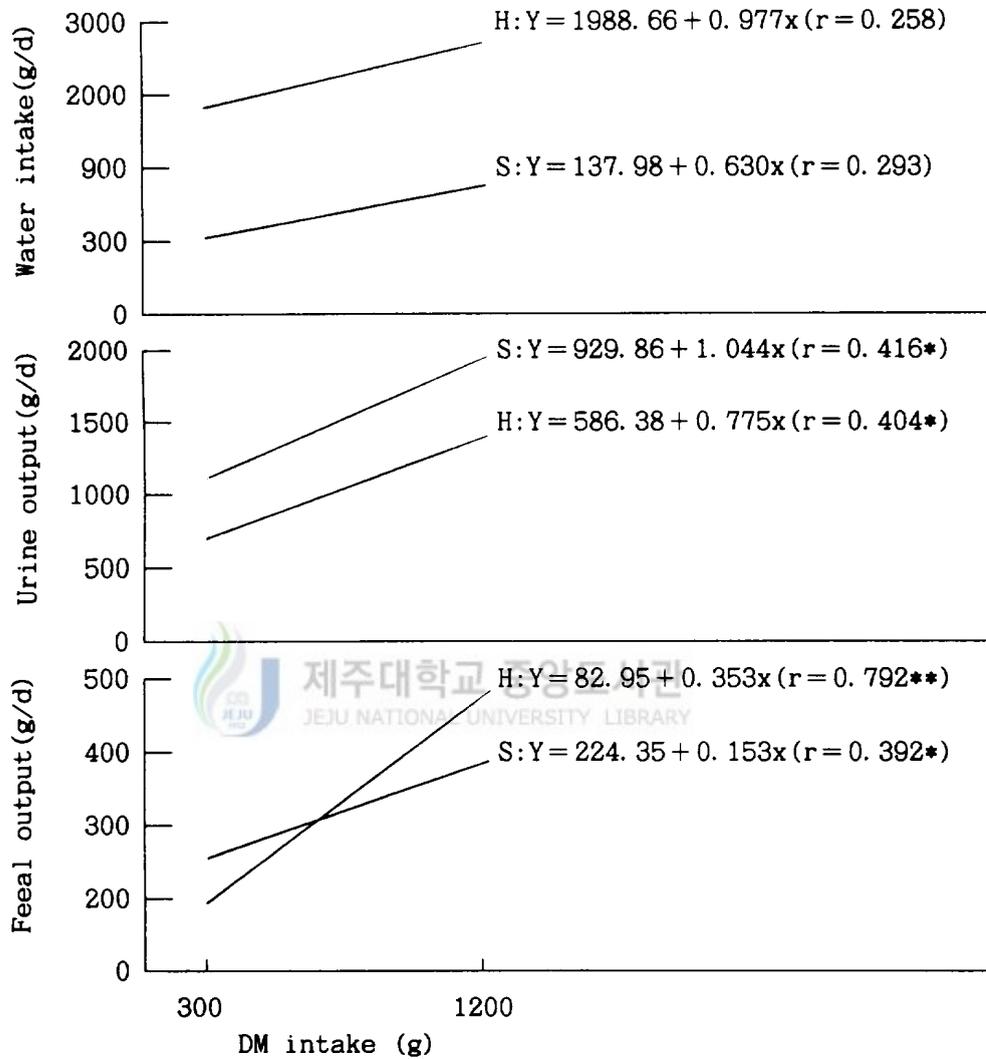


Fig. 6. Relationship between DMI, water intake and urine, fecal out-put in sheep fed hay and silage (H : Hay, S : Silage)

DM攝取량이 300g 에서 1,200g 로 增加함에 따라 排尿量은 乾草給與時 1,200-2,300g, silage給與는 800-1,500g 로 增加하였으며, 排糞量(DM)은 乾草가 200-500g, silage 300-400g 로 增加하였다.

라. 粗蛋白質含量과 反芻胃內 VFA 濃度와의 關係

조아재비, 존슨그라스, 재래피 3作物에 對한 乾草와 silage의 CP含量과 反芻胃內 VFA 濃度와의 相關은 Fig. 7과 같다.

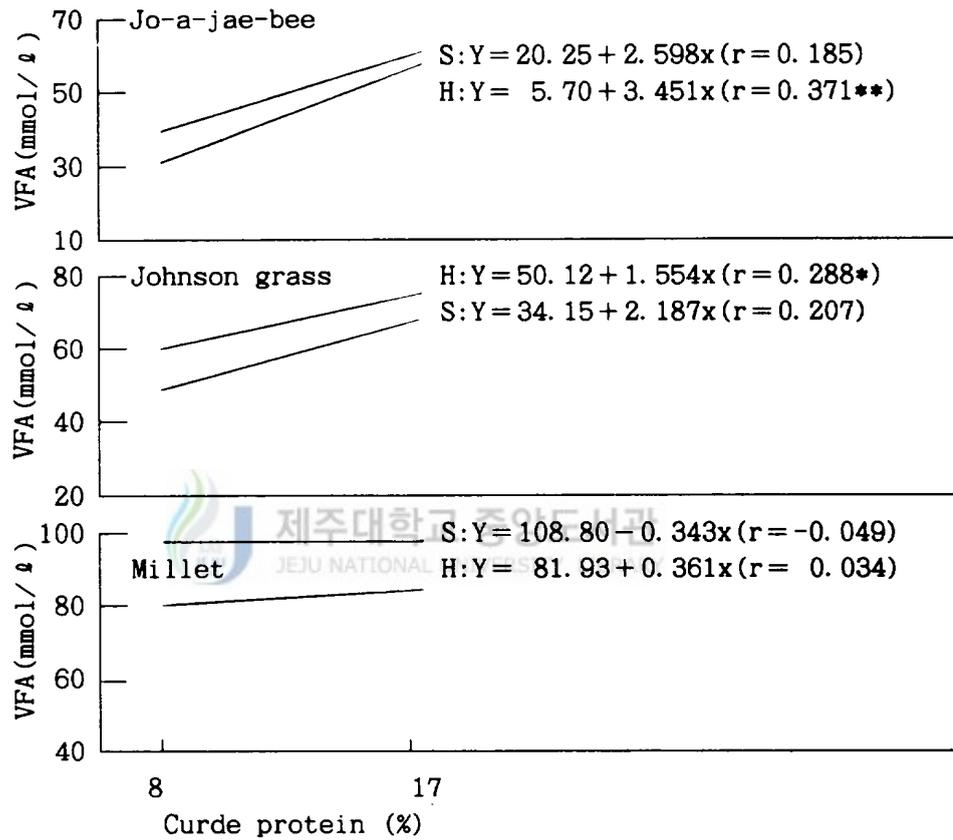


Fig. 7. Relationship between crude protein contents and ruminal total VFA in sheep fed hay and silae of jo-a-jae-bee, Johnson gras and millet .

一般的으로 조아재비와 존슨그라스의 乾草나 silage給與에 의한 反芻胃内 VFA 濃度는 CP含量이 8%에서 17%로 높아질수록 增加하여 조아재비 乾草에서 $r=0.371$ ($P<0.01$)과 존슨그라스 乾草에서 $r=0.288$ ($P<0.05$) 이었다. 그러나 재래피의 境遇 CP含量이 增加함에 따라 VFA 濃度는 乾草給與에서 正의 相關을 보인 反面 silage 給與에서는 負의 相關을 보였으며, silage 給與는 乾草에 比하여 VFA 濃度가 顯著하게 높았다.

마. 乾物攝取량과 反芻胃内 VFA濃도와의 關係

조아재비, 존슨그라스, 재래피 乾草와 silage의 DM攝取량에 따른 VFA 濃度는 Fig. 8 에서 보여준다.

조아재비(hay와 silage)의 乾物攝取량이 增加함에 따라 反芻胃内 VFA 濃度는 直線的으로 增加하였다($P<0.05$).

존슨그라스(hay와 silage) 攝取량이 400에서 1,000g로 增加함에 따라 VFA生成量도 顯著하게 增加하여 乾草의 $r=0.397$, silage의 $r=0.385$ 로 乾草와 Silage 모두 有意性 이 있었다($P<0.01$).

DMI增加에 따른 在來피(hay와 silage) 給與시 VFA 濃度는 silage 에서는 減少하는 反面 乾草의 境遇 增加하는 傾向을 보였으며, 乾草에 比하여 silage 給與에서 VFA 濃度는 顯著하게 높았다.

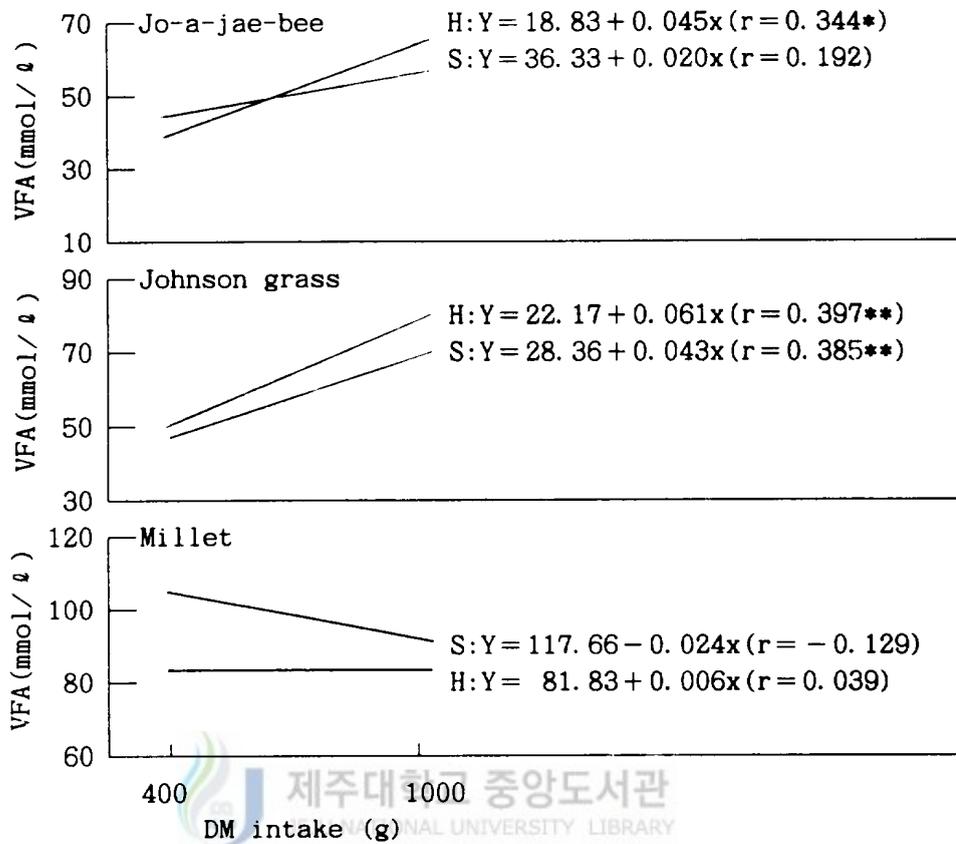


Fig. 8. Relationship between DMI and ruminal total VFA in sheep fed hay and silage of jo-a-jae-bee, Johnson grass, millet.

바. 조아재비, 존슨그라스, 在來피에 대한 total 및 individual VFA
과의 相關

1) 乾草給與에 의한 CP와 反芻胃內 VFA 濃度와의 關係

飼料作物別 CP含量에 따른 acetic acid, propionic acid, butyric acid 및 total VFA 濃度와의 關係는 Fig. 9 에서 보는바와 같다.

조아재비 乾草給與時 CP含量과 VFA 濃度 間에는 高度의 正의 相關 ($r=0.372^{**}$) 이 있었다.

존슨그라스 乾草給與에 대한 CP含量과 VFA濃度 間에도 역시 CP含量이 增加함에 따라 total VFA, acetate, propionate含量이 增加했으며 특히 總 VFA와 propionate 의 경우에는 有意性 ($P<0.05$) 이 있었으나 butyrate는 CP含量이 增加할 수록 減少하는 傾向이었다.

在來피 乾草 給與時 VFA濃度は total VFA, acetate, propionate는 CP含量이 增加함에 따라 漸次 增加했으며 그中 propionate 含量은 有意性 ($P<0.05$) 있는 增加를 보인 反面, butyrate는 급격히 내려가는 高度의 負의 相關 ($r = -0.710^{**}$) 을 보였다.

乾草의 種類別로 보면 在來피 給與에서 VFA 濃도가 가장 높은 反面 조아재비 給與에서 제일 낮은것은 供試乾草의 纖維素物質含量 (Table 7 參照) 이 在來피에 比하여 조아재비에서 높아 和泉(1979)이 報告한 CP含量이 높은 어린 植物 給與時 VFA 生成量이 많았다고한 結果와 같은 傾向이라고 思料된다.

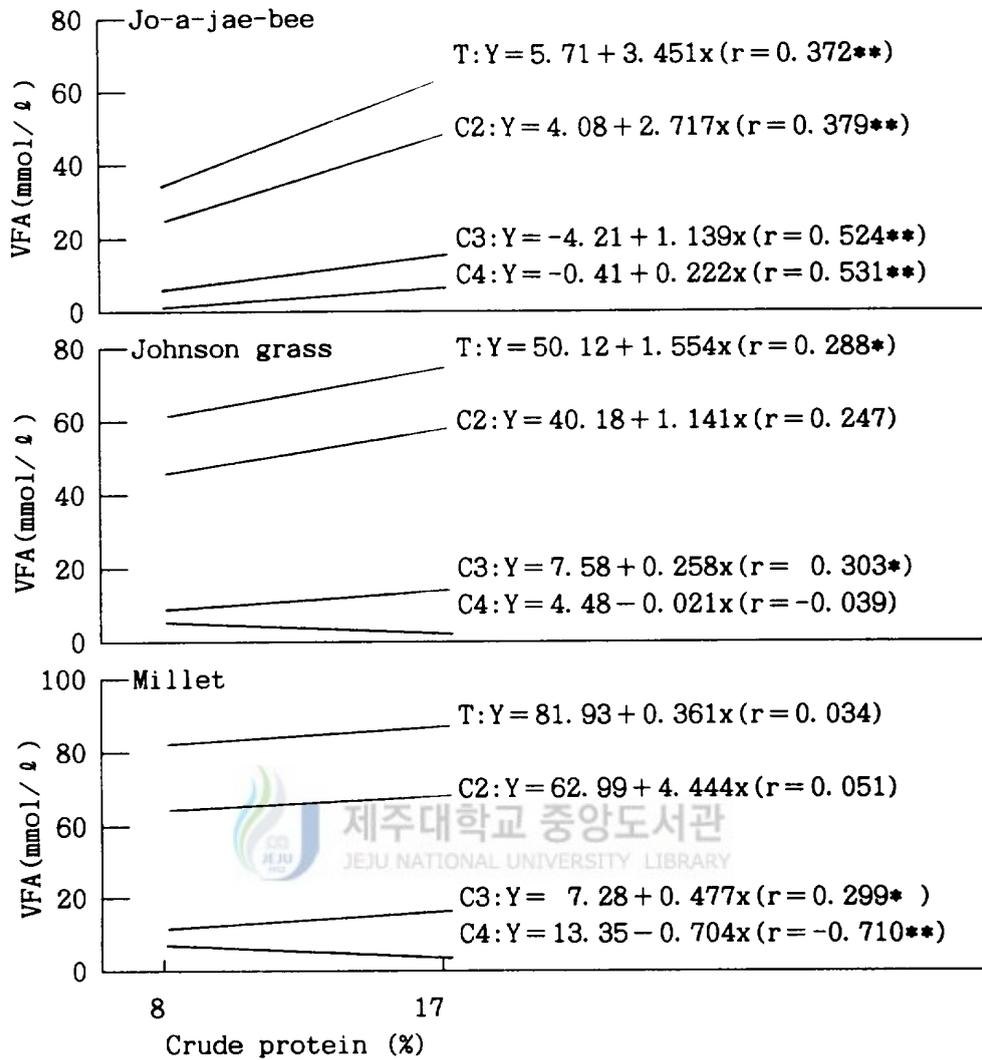


Fig. 9. Relationship between crude protein contents and ruminal total or individual VFA concentrations in sheep fed of jo-a-jae-bee, Johnson grass or millet hay.

T : Total VFA, C2 : Acetic acid
 C3 : Propionic acid C4 : Butyric acid

2) Silage 의 CP含量과 反芻胃内 VFA과의 關係

粗蛋白質含量에 對한 silage의 反芻胃内 total 및 individual VFA 濃度와의 相關은 Fig. 10에서 보는바와 같다.

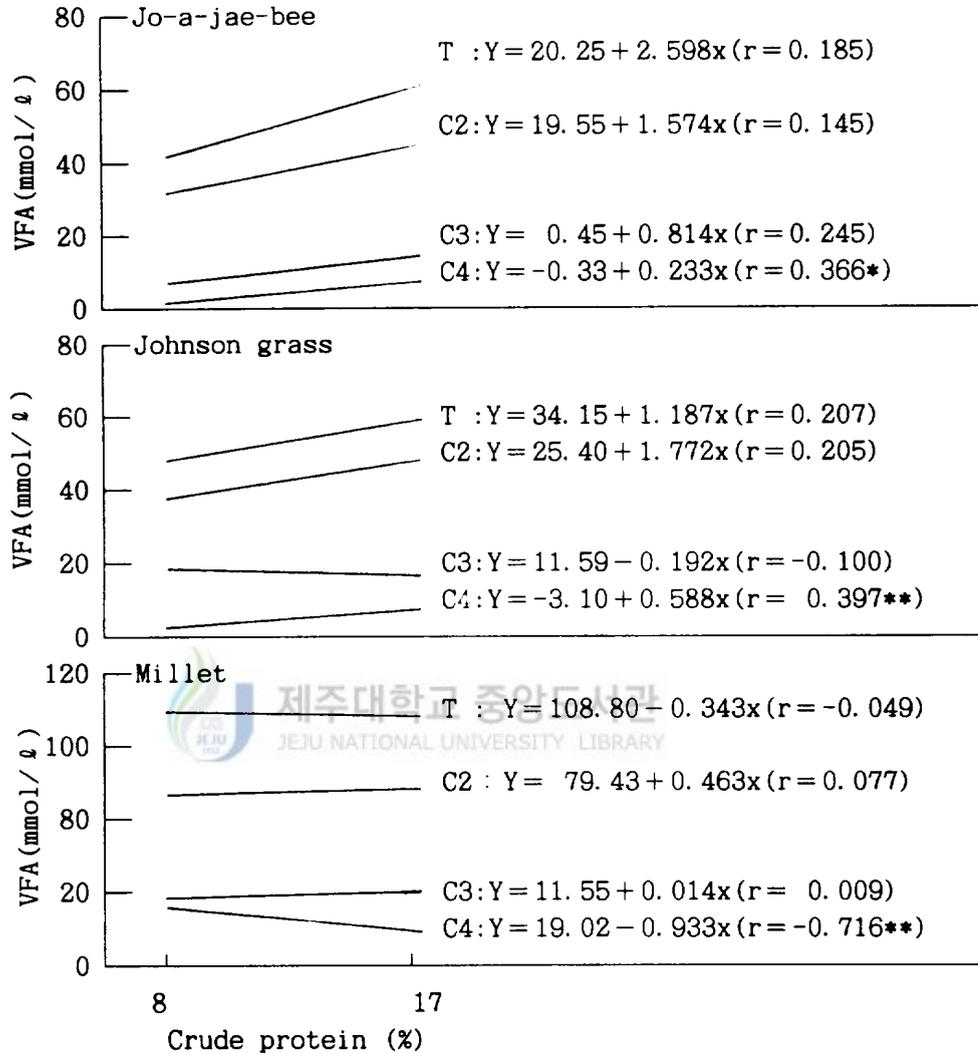


Fig. 10. Relationship between crude protein contents and total and individual VFA concentration in sheep fed of jo-a-jae-bee, johnson grass, millet silage.

T : Total VFA, C2 : Acetic acid
 C3 : Propionic acid C4 : Butyric acid

조아재비 silage에 대한 CP와 反芻胃内 VFA과의 關係에서 CP含量이 增加함에 따라 모든 VFA 濃度도 增加했으며, butyrate 濃度の 增加에는 有意性 있는 正의 相關($r = 0.366^*$)을 보였다.

존슨그라스 silage에서는 CP含量이 增加에 따라 total VFA 및 acetate, butyrate 濃度は 增加를 보였으며, 特히 butyrate 濃度 增加에는 高度의 有意性 있는 正의 相關($r = 0.397^{**}$)을 보인 反面, propionate 濃度は 負의 相關($r = -0.205$)을 보였다.

在來피 silage는 CP含量이 增加함에 따라 acetate와 propionate 濃度は 多少 增加하는 傾向을 보인 反面, total VFA와 butyrate 濃度は 減少하였고, 特히 butyrate 濃度は 顯著히 減少하였다($r = -0.716^{**}$).

3) 乾草의 乾物攝取量과 反芻胃内 VFA 濃度와의 關係

乾物攝取量에 대한 조아재비, 존슨그라스, 제주재래피 乾草와 VFA 濃度와의 關係은 Fig. 11 에서 보는바와 같다.

조아재비 乾草에 대한 DMI와 VFA 濃度와의 關係에서 DMI가 增加할수록 VFA濃度도 增加($P < 0.05$)를 보였으나, acetate 濃度 增加에는 有意性이 없었으며, propionate와 butyrate 濃度は 高度의 有意性($P < 0.01$) 있는 增加를 보였다.

존슨그라스 乾草에 대한 DMI와 VFA關係에서는 DMI이 增加함에 따라 總 VFA과 acetate 濃度は 直線的으로 增加하여 高度의 相關($P < 0.01$)을 보였으며, propionat 濃度도 增加($P < 0.05$)한 反面 butyrate 濃度は 負의 相關을 보였다.

在來피 乾草에서는 DMI가 增加함에 따라 總VFA 및 acetate 濃度は

多少 增加하는 反面 propionate와 butyrate 濃度는 負의 相關을 보였으며 特히 butyrate 濃度의 減少에는 高度의 有意性있는 負의 相關 ($r = -0.395^{**}$) 關係를 보였다.

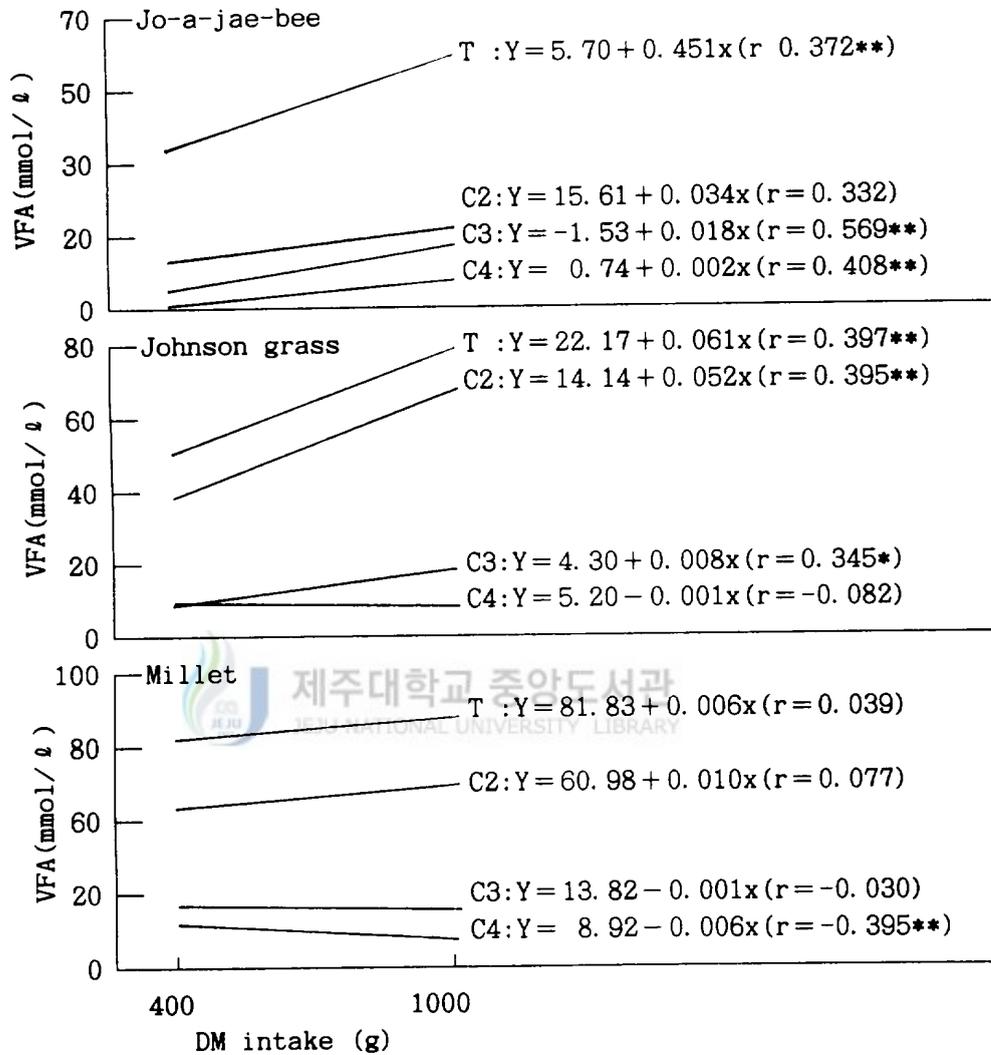


Fig. 11. Relationship between DMI and ruminal total and individual VFA concentration in sheep fed of jo-a-jae-bee, Johnson grass, millet hay.

T : Total VFA, C2 : Acetic acid
 C3 : Propionic acid C4 : Butyric acid

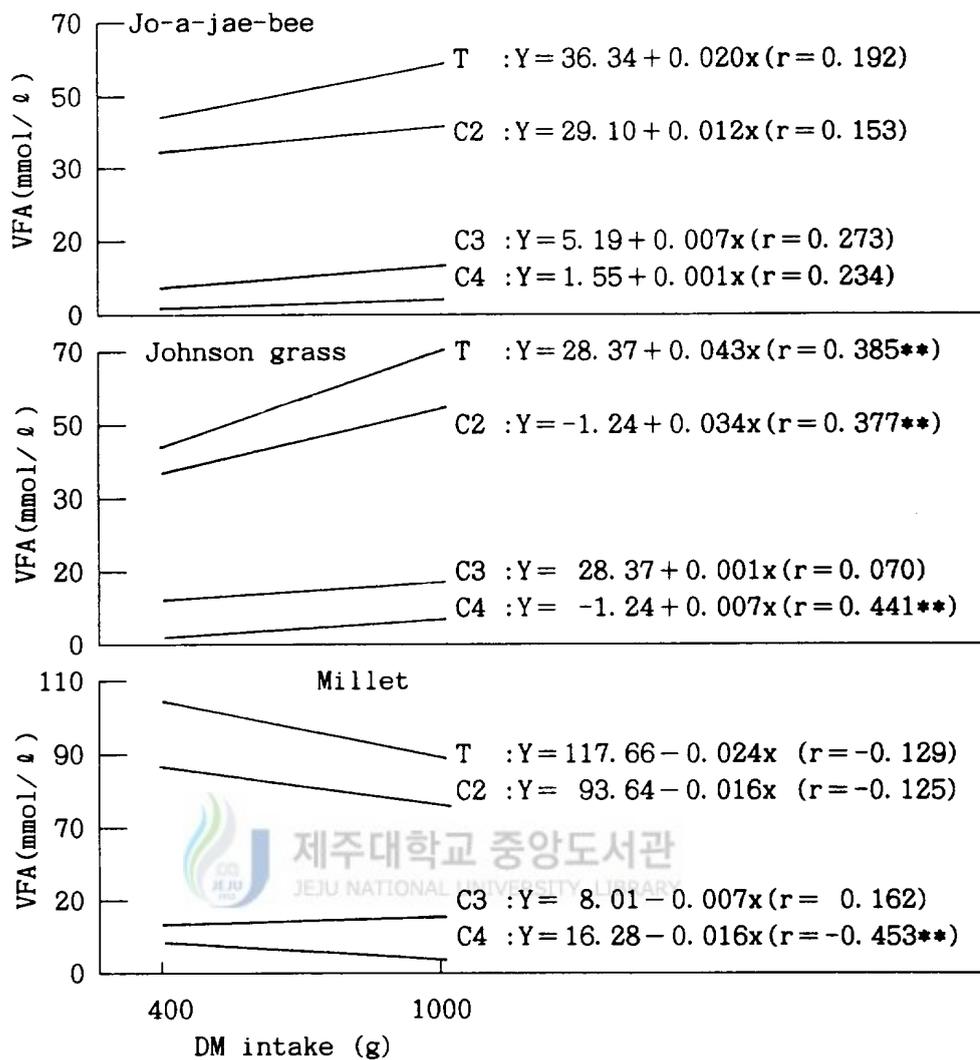


Fig. 12. Relationship between DMI and ruminal total and individual VFA concentrations in sheep fed of jo-a-jae-bee, Johnson grass, millet silage.

T : Total VFA, C2 : Acetic acid
 C3 : Propionic acid C4 : Butyric acid

4) Silage 乾物攝取량과 反芻胃內 VFA濃度와의 關係

乾物 攝取量에 對한 조아재비, 존슨그라스, 在來피 silage給與와 反芻胃內 VFA 濃度와의 相關은 Fig. 12 에서 보는바와 같다.

조아재비 silage의 日當 DM攝取量이 40C에서 1,000g로 增加함에 따라 acetate, propionate, butyrate 濃度は 直線적으로 增加하여 total VFA 濃度は 50-70 mM로 增加하는 $Y=36.334+0.02x$ 回歸式과 $r=0.192$ 의 正의 相關을 보였다.

존슨그라스 silage에 對한 DMI와 VFA과의 相關에서는 DMI이 增加함에 따라 모든 VFA 濃度も 增加했으며 總 VFA, acetate, propionate 濃度の 增加에는 高度의 有意性($P<0.01$)이 認定되었으나 butyrate 濃度 增加에는 有意差가 없었다.

在來피 silage에서는 DMI이 增加함에 따라 모든 VFA 濃度は 減少하는 傾向을 보였으며 特히 butyrate濃度は 顯著한 負의 相關($r = -0.453^{**}$)을 보였다.

이와같이 (Fig. 12) silage의 種類別 VFA濃度の 比率은 조아재비가 acetate 76%, propionate 20%, butyrate 4%와 존슨그라스는 acetate 78%, propionate 13%, butyrate 8%였으며, 在來피에서 acetate 81%, propionate 11%, butyrate 8%로 VFA molar 比率은 silage 間에 비슷하였으나 silage 種類別 間에는 在來피에서 顯著하게 많은 反面 조아재비에서 매우 낮았다.

Sutton(1979)은 粗飼料 給與比率이 높으면 反芻胃內 VFA molar比率이 높은 反面, 濃厚飼料 比率이 높으면 낮았다고 보고 하였으며, 또한 飼料給與回數가 많으면 VFA 生成量은 많다(Thompson, 1973)는 報告 등으로 보아 粗飼料 給與時 反芻胃內 VFA濃도가 많은 것으로 思料된다.

V. 摘 要

高₂乾燥한 條件에서 生育이 旺盛하며 種子生産이 容易한 조아재비 (Setaria chandrachne. HONDA), 존슨그라스 (Sorghum helepense (L.) pers.), 在來피 (Japanese Millet, Echinochloa crusgalli var. frumentacea), 에 對한 濟州地域 適應性과 生産性을 研究하고 이들의 飼料 價値를 究明하여 夏枯期間 中 濟州地域의 良質粗飼料 供給方案을 模索하기 위하여 遂行한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 飼料作物의 收量과 組成分含量

조아재비의 年次別 乾物收量(kg/10a)은 播種 1年次(309 kg)에는 낮았으나 2年次(1,233 kg), 3年次(1,407 kg), 4年次(1,601 kg)로 每年 增加하여 벼류다그라스의 收量보다 높았다. 조아재비, 존슨그라스 및 在來피의 乳熟期 乾物收量(10a當)은 各各 2,099kg, 1,588kg, 944kg으로 飼料作物間에 顯著한($P<0.01$) 收量 差異를 보였다.

標高別, 施肥水準別 조아재비의 乾物收量(10a當)은 1,843kg (200 m), 1,434kg (400 m), 1,116kg (600 m)로 標高가 높아질수록 減少하였다($P<0.05$). 또한 施肥水準別 乾物收量은 海拔高에 關係없이 施肥水準이 높아질수록 增加하였으나 有意差는 없었다.

3個作物의 粗蛋白質含量은 出穂前이 出穂後에 比하여 有意하게($P<0.05$) 높았으며, 粗纖維含量도 生育이 進行되면서 增加하였다. silage의 粗脂肪含量은 出穂前에 製造한 것이 出穂後에 製造한 것에 比하여 높았으며($P<0.05$), 乾草는 silage에 比하여 높았다.

2. 無機物 및 아미노酸含量

Ca含量은 乾草의 境遇 조아재비, 존슨그라스, 在來피에서 各各 0.23, 0.39, 0.39 %였으며, silage에서는 各各 0.24, 0.39, 0.42 %로 조아재비가 다른 2作物에 比하여 낮았다.

P含量은 乾草에서 존슨그라스(0.33%), 在來피(0.22%), 조아재비(0.19%) 順이었으며, silage 역시 존슨그라스(0.33%), 在來피(0.27%), 조아재비(0.20%) 順으로 존슨그라스가 多少 높았고 조아재비는 다른 2作物에 比하여 낮았다.

아미노酸 中 lysine含量은 존슨그라스乾草가 0.70%로 在來피(0.61%)와 조아재비(0.60%)에 比하여 높았으며, silage의 境遇 조아재비는 0.75%로 존슨그라스(0.62%)나 在來피(0.37%)에 比하여 높았다. 아미노酸含量은 作物의 生育時期가 進行됨에 따라 낮아지는 傾向을 보였으며, 조아재비 silage는 존슨그라스나 在來피 silage에 比하여 높았다.



3. 乾物 攝取量

乾草의 DM攝取量은 在來피(781 g/day)나 존슨그라스(773 g/day)에 比하여 조아재비(628 g/day)가 낮은 반면($P < 0.05$), silage의 DM攝取量은 존슨그라스(787 g/day), 조아재비(642 g/day), 在來피(550 g/day) 順으로 在來피에서 有意하게 낮았다($P < 0.01$). DM攝取量은 生育이 進行됨에 따라 減少하였으며, 乾草가 silage에 比하여 높은 傾向을 보였다.

4. 營養素의 消化率

乾物消化率은 乾草의 境遇 존슨그라스(63.1%), 在來피(60.3%), 조아재비(56.5%) 順으로 존슨그라스가 높았으며, silage는 조아재비(57.4%), 在來피(51.3%), 존슨그라스(45.2%) 順으로 조아재비가 높아 各作物間에 差意를 보였다($P < 0.05$). 生育時期別 DM消化率은 乾草와 Silage 모두 出穗前과 出穗期가 乳熟期에 比하여 높았다($P < 0.05$).

粗蛋白質 消化率은 作物間에 뚜렷한 差異는 없었으나 生育時期에 따라 出穗前이 出穗期나 乳熟期에 比하여 높았다 ($P < 0.05$). NDF, ADF, cellulose의 消化率(乾草와 silage)은 在來피, 존슨그라스, 조아재비 順으로 在來피에서 顯著($P < 0.05$) 하게 높았으나, 纖維素 物質의 消化率은 乾草와 silage 사이에 뚜렷한 差異가 없었다.

NFE消化率(乾草와 silage)은 生育이 進行되면서 낮아져, 乾草의 境遇 出穗前에 比하여 出穗期和 乳熟期에 顯著($P < 0.05$)하게 減少하였다.



5. 反芻胃內 揮發性脂肪酸 濃度

反芻胃內 total VFA濃度는 乾草의 境遇 在來피(86.8mM), 존슨그라스(69.7mM), 조아재비(48.9mM) 順이었으며, silage에서도 在來피(104.9mM), 존슨그라스(70.3mM), 조아재비(49.3mM) 順으로 在來피는 조아재비나 존슨그라스에 比하여 높았다($P < 0.01$). Individual VFA 中 acetate 濃度는 乾草給與時 在來피(68.6mM), 존슨그라스(54.3mM), 조아재비(36.8mM) 順으로 作物間에 差異를 보였으며($P < 0.05$), silage給與 역시 在來피(85.1mM), 존슨그라스(54.3mM), 조아재비(37.1mM) 順으로 在來피가 높았다($P < 0.05$).

Propionate나 butyrate 濃度(乾草와 silage)도 역시 在來피, 존슨

그라스, 조아재비 順으로 在來피에서 높았다 ($P < 0.05$).

이상의 結果를 綜合해볼때 供試된 3個 飼料作物중 조아재비는 永年性으로 靑草나 乾物收量이 가장 많았을뿐만 아니라 高溫期에 靑草利用이 長期間 持續 될 수 있어 濟州地域 夏枯期 對應 飼料作物로서 導入 할 價値가 있는것으로 認定되었다. 이를 效率的으로 利用 하기 위해서는 出穗期 以前의 2~3회 靑刈 또는 乾草 製造로 活用 될 수 있으며 경우에 따라서는 silage 의 利用도 勸獎 될 수 있다. 조아재비는 濟州地域 自生草로서 生育環境에 대한 適應性이 優秀하여 근경에 의한 旺盛한 繁殖과 種子生産이 可能하여 飼料作物로서의 利用價値가 높았다.

존슨그라스는 收量이 比較的 많고 營養成分含量도 높아 夏枯期 對應 作物로 勸獎 될수 있으나 種子發芽의 不均衡 및 高緯帶에서의 越冬이 不可能한 缺陷을 가지고 있었다.

재래피는 營養成分 및 收量低下와 每年 播種이 要求되는 缺點을 고려할때 夏枯期 飼料作物로서는 提高되어야 할 것으로 思料된다.

引用文獻

- Aken'Ova, M.E. 1975. Improvement of pennisetum purpweum schum. for forage in the low altitude humid tropics, Ph. D. Thesis Uni. Ibadan, Nigeria.
- Allison, D.W. and D.F. Osbourn. 1970. The cellulose-lignin complex in forage and its relationship to forage nutritive value. J. Agr. Sci, 74:23.
- Anderson, M.J., M. Khoyloo. and J.L. Walters. 1982. Effect of feeding whole cottonseed on intake, body weight, and reticulo-rumen development of young Holstein calves, J. Dairy Sci., 65:764-772.
- Anslow, R.C., 1964. Light interception and growth rate of perennial ryegrass sward, Proc. Int. Grass. Congr. 403-405.
- A. O. A. C, 1984. Official method of analysis (14th ed.) Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Bae Dong ho, J.G. Welch. 1979. Study on the nutritive value of the miscantrus sinensis in relation to its maturity. Korea J. Anim. Sci., 21(6):503-508.
- Bae, D.H., J.G. Welch and A.M. Smith. 1979. Forage intake and rumination by sheep. J. Anim. Sci., 49:1292.
- Bail. C. A. and J. Mayer, 1970. Hypothalamic centres: feed-backs and reseptor sites in the short-term control of feed intake. In : Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Orient press, Newcastle, England. 254p.
- Bath, L.B., F.N., Dickinson, H.A. Tucker, , and R.D. Applemen, 1978. Dairy cattle : principles, practices, problem, profits. 2nd ed. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Bennett, H.W. 1973. Johnsongrass, dallisgrass, and other grasses for the humid south. In Forages, Iowa State Univ. Press, Ames, IA. 3d, ed., 333-343.
- Bergen, W.G. 1979. Free amino acids in blood of ruminants physiological and nutritional regulation. J. Anim. Sci., 49:1577 - 1589.
- Blaxter, K.L., F.W. Wainman and R.S. Wilson. 1961. The regulation of food intake by sheep. Anim. prod., 3:51.

- Blaxter, K.L. 1967. The energy metabolism of ruminants. P. 195-197. Hutachinson, London.
- Briggs, P.K., J.P. Hogan. and R.L. Reid. 1957. The effect of volatile fatty acids, lactic acids and amino acid on rumen pH in sheep. Aust. J. Agr. Res., 6: 674-690.
- Brougham, R.W. 1959. The effects of season and weather on the growth rate of a ryegrass and clover pasture. N.Z.T. Agr. Res., 2:283-296.
- Brown, L.E. and W.L. Johnson. 1984. Comparative intake digestibility of forages and byproducts by goats and sheep: A review. Int. Sheep and Goat Res., 2:212.
- Bula, T.J., V.L. Lechtenverg and D.A. Holt, 1979. Potential of temperate zone cultivated forages. In potential of the world's forages for ruminant animal production. Winrock Int. Livestock Res. Arkansas, 7-28.
- Bull. L.S. and J.H. Vandersall. 1973. Sulfur source for in vitro cellulose digestion and in vivo ration utilization, nitrogen metabolism and sulfur balance. J. Dairy Sci., 56:106-112.
- Burton. G.W. 1954. Coastal bermudagrass. Ga. Agr. Exp. Sta. Bull. N.S. 2.
- Cameron, M.G., G.C. Fahey, Jr., J.H. Clark, N.R. Merchen and L.L. Berger. 1991. Effects of feeding alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets on intake, digestion, ruminal fermentation, and production responses by mid-lactation dairy cows. J. Anim. Sci., 69:1775-1787.
- Cheng, K.J. and R. Hironaka. 1973. Influence of feed particle size on pH carbohydrate content and viscosity of rumen fluid. Can. J. Anim. Sci., 53:417.
- Chheda, H.R. 1974. Forage crops research at Ibadan. I. Cynodon spp. In J.K. Loosli, V.A. Oyenuga and G.M. Babatunde (eds) Animal Production in Tropics, Heinmann (Nigeria): Ibadan, 79-95.
- Church. D.C. 1976. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 1. Digestive physiology. 253-257. O and B Books. Corvallis.
- Colucci, P.E., L.F. chase and P.J. Van Soest. 1982. Feed intake, apparent diet digestibility and rate of particulate passage in dairy cattle. J. Dairy Sci., 65:1445-1456.

- Coombe, J. B., D. A. Dinius and W. E. Wheelles. 1979. Effect of alkali treatment on intakes and digestion of barley straw by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 49:169.
- Coombs, G. F. 1965. Amino acid and protein level on feed intake and body composition. *Proc. Md. Nutr. conf. for Feed Mtg.* pp. 88.
- Cooper, J. P., and N. M. Taintom. 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. *Herb. Abstr.*, 38:167-176.
- Crabtree, J. R. and G. L. Williams. 1971. The voluntary intake and utilization of roughage concentrate diets by sheep. 2. Barley and soybean meal supplementation of hay diets. *Anim. product.* 13:83.
- Crampton, A. L. and L. A. Maynard. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *J. Nutr.*, 15:383.
- Crowder, L. V. and H. R. Chheda. 1977. Forage and Fodder crops. In C. L. A. Leaket and J. B. Wills (eds), *Food Crops of the Lowland Tropics*, Oxford Univ. Press, London, 127-159.
- De Faria, V. P. and J. T. Huber. 1984. Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, 58(2):452-459.
- Demerquilly, C. and R. Jarrige. 1970. The effect of method of forage conservation on digestibility and voluntary intake. In *proc. XI Grassland Cong.*, P:733.
- Denium, B. and J. P. G. Dirven, 1975. Climate, nitrogen and grass. Comparison of yield and chemical composition of some temperate and tropical grass species grown at different temperatures, *Neth. J. Agric. Sci.*, 23:69-82.
- D'Hoore, J. and J. K. Coulfer, 1972. Silicon and plant nutrition. In *soils of the humid tropics*, *Nat. Acad. Sci.*, Washington D. C., 163-173.
- Dougall, H. W. 1960. Average nutritive value of Kenya feeding stuffs for ruminants, *E. Afr. Agric. J.*, 26:119-128.
- Edward, R. A., Elizabeth Donaldson and Macgregor, A. W. 1968. Ensilage of whole-crop barley I. Effects of variety and stage of growth. *J. Sci. Fd. Agric.*, 19:656-660.

- Eng, P. K., L. 't Manne and C. P. Chen, 1978. Effects of phosphorus and stocking rate on pasture and animal production on a guinea grass-legume pasture in Johore, Malaysia. 2. Animal liveweight change, *Trop. Grassld*, 12:198-207.
- Erfle, J. D., R. J. Boila, R. M. Teather, S. Mahadevan, and F. D. Sauer. 1982. Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen micro-organisms in vitro. *J. Dairy Sci.*, 65:1457-1464.
- Erwin, E. S., G. T. Maerc and E. M. Emory, 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.*, 44:1768-1771.
- Feenner, H., R. A. Daman, Jr. and H. D. Barnes. 1969. Effect of stepwise re-placement of hay with corn silage on pH, some organic metabolites and their changes in the rumen fluid of the bovine after feeding. *J. Anim. Sci.*, 53:1568.
- Firkins, J. L., L. L. Berger, N. R. Merchen, G. C. Fahey, and D. F. Nel-son 1985. Effects of feed intake and protein degradability on ruminal characteristics and site of digestion in steers. *J. Dairy Sci.*, 69:2111-2123.
- French, M. H. 1957. Nutritional value of tropical grasses and fodders, *Herb. Abst.*, 27:1-9.
- Fulton, W. R., T. J. Klopfenstein and R. A. Britton. 1979. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. *J. Anim. Sci.*, 49:775.
- Galyean, M. L., D. G. Wagner and F. N. Owens. 1977. Level of feed intake and site and extent of digestion of high concentration diets by steers. *J. Anim. sci.*, 49:199-203.
- Ghorban, K. Z., K. L. Knox and G. M. Ward. 1966. Concentrations of volatile fatty acids and lactic acid in the rumen as influenced by diet and post-feeding time. *J. Dairy. Sci.*, 49:1515-1518.
- Glenday, A. C. 1955. The mathematical separation of plant and weather effects in field growth studies. *Aust. J. Agr. Res.*, 6:183-822.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook No. 379*, Agric. Res. Serv., US Dep. Agric., Washington, D. C.

- Gomide, J. A., C. H. Noller, G. O. Mott, J. H. Conrad, D. L. Hill, 1969. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and in vitro cellulose digestibility of tropical grasses. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization, Agron. J., 61:116-128.
- Gordon, C. H., J. C. Derbyshire, W. C. Jacobson, and J. L. Humphrey. 1965. Effects of dry matter in low-moisture silage on preservation, acceptability and feeding value for dairy cows. J. Dairy Sci., 8:1062.
- Graham N. Mac. 1964. Utilization by fattening sheep of the energy and nitrogen in fresh herbage and in hay made from it. Aust. J. Agric. Res., 15:974-981.
- Gray, F. V., R. A. Weller, A. F. Pilgrim and G. B. Jones. 1967. Biological formation of molecular hydrogen. Aust. J. Agr. Res., 18:625.
- Greenhalgh, J. F. D and G. W. Reid. 1967. Separating the effects of digestibility and palatability on food intake in ruminant animals. Nature, 214:744.
- Hanson, C. H. and A. K. Kamau. 1961. A preliminary survey of the nitrate content of various grasses, E. Afr. Agric., J. 27:57-60.
- Harrison, D. G. and A. B. McAllan, 1980. Factors affecting microbial growth yields in the reticulo-rumen, in digestive physiology and metabolism in ruminants. (Ruckebusch, Y, and P. Thivend, eds.), 205-226. M. T. P. Press. Lancaster.
- Henderson, M. S., and D. L. Robinson. 1982. Environmental influences on yield and in-vitro true digestibility of warm-season perennial grasses and the relationships to fiber components. Agron. J., 74:943-946.
- Herrera-Saldina, R., D. C. Church, and R. O. Kellum. 1982. The effect of ammoniation treatment on intake and nutritive value of wheat straw. J. Anim. Sci., 54:603-608.
- Hibbs, J. W., and H. R. Conrad. 1958. High roughage system for raising calves based on the early development of rumen function. VIII. Effect of rumen inoculations and chlorotetracycline on performance of calves fed high roughage pellets. J. Dairy Sci., 41:1230.

- Hilder, E. J. 1956. Seasonal pasture production, proc. Aust. Soc., Anim. Pro., 1:38-44.
- Hogg, P.G. and J.C. Collins. 1965. Clover and Coastal bermudagrass. Miss. Farm. Res., 28(5):5.
- Holloway, J., W. Estell and W.T. Butts, Jr. 1981. Relationship between fecal components and forage composition and digestibility. J. Anim. Sci., 52:836.
- Huber, T.T., Graf, G.C., and Engel, R.W. 1965: Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows, J. Dairy Sci., 48:1121-1123.
- Hungate, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press. New York.
- Ingalls, J.R., J.W. Thomas, M.B. Tesar and D.L. Carpenter. 1966. Relations between ad-libitum intake of several forage species and gut fill. J. Anim. Sci., 25:283.
- Jamieson, N.D. 1959. N. Z. T. Agr. Res., 2:314.
- Kutscha, N.P. and J.R. Gray. 1970. The potential of lignin research. Maine Agr. Exp. Sta. Tech. Bull., 41.
- Laude, H.M. 1964. Plant response to high temperature, Amer. Soc. Agron Spec. Publ 5, p.15-30.
- Linberg, J.E. 1981. The effect of basal diet of the ruminal degradation of dry matter, nitrogenous compounds and cell walls in nylon bags. Swedish J. Agri. Res., 11:159-169.
- Little, D.A., R.W. McLean and W.H. Winter. 1977. Prediction of the phosphorus content of herbage consumed by grazing cattle, J. Agric. Sci., (Camb)88:533-538.
- Lu, C.D., N.A. Jorgensen. and G.P. Barrington. 1979. Wet fraction-ation process : Preservation and utilization of pressed alfalfa forage. J. Dairy Sci., 62:1399.
- Lu, C.D., N.A. Jorgensen, and G.P. Barrington. 1980. Intake digestibility and rate of passage of silages and hays from wet fraction-ation of alfalfa. J. Dairy Sci., 63:2051-2059.

- Lusby, K. S. and B. E. Brent. 1972. An experimental model for polioencephalomalacia. *J. Anim. Sci.* , 35:270.
- Males, J. R. and C. T. Gaskins. 1982. Growth, nitrogen retention, dry matter digestibility and ruminal characteristics associated with ammoniated wheat straw diets. *J. Anim. Sci.* , 55:505-515.
- Martz, F. A., C. P. Payne, A. G. Matches, R. L. Belyea, and W. P. Warren. 1990. Forage intake, ruminal dry matter disappearance, and ruminal blood volatile fatty acids for steers in 18°C and 32°C temperatures. *J. Dairy sci.* , 73:1280-1287.
- McCullough, M. E. and Sisk, L. R. 1967. Influence of stage of maturity at harvest and level of grain feeding on intake of wheat silage. *J. Dairy Sci.* , 50, 705-708.
- McCullough, M. E. and W. W. G. Smart, Jr. 1968. Influence of feeding schedule, type of forage, and ratio of flaked corn to forage on rumen fermentation. *J. Dairy. Sci.* , 51:385.
- Merchen, N. F., J. L. Firkins and L. L. Berger. 1986. Effect of intake and forage level on ruminal turnover rates bacteria protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. *J. Anim. Sci.* , 62:216-225.
- Miaki, I., Furuichi, H., Yoshida, U., Yamamoto, I., and Kishikawa, R. 1965. Studies on growth and chemical composition of cool-season pasture plants in sanyo district. I. On the yield and its seasonal distribution of several grasses and legumes in pasture stand. *J. Japaness Soc, Grassl. Sci.* , 11:75-88.
- Miles, J. T., and J. W. Lusk. 1952. Early cut hay produces beat results in tests. *Miss. Farm Res.* , 15(7):1-8.
- Milford, R. and D. J. Minson. 1966. The feeding value of tropical pastures. In W. D. Avies and C. L. Skidmore (eds) *Tropical pastures, Fiber and Fiber*: London. ch 7.
- Miller, I. L and S. J. Cowlshaw. 1976. Effects of stage of growth and season on the nutritive value of four digit grasses in Trinidad, *Trop. Agric(Trin).* , 53:305-320.
- Minson, D. J. and M. N. McLeod, 1970. The digestibility of temperate and Tropical grasses, *Proc. 11th Int. Grassld. Cong.* , 719-732.

- Minson, D. J. and M. A. Laredo, 1972. Influence of leafness on voluntary intake of tropical grasses by sheep. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 38, 305-5.
- Minson, D. J., T. H. Stobbs, M. P. Hegarty and M. J. Platne, 1976. Measuring the nutritive value of pasture plants. In N. H. Shaw and W. W. Bryan (eds), *Tropical pasture research principles and Methods*, Common. Bur. Past. Crops, Bull. 51, Hurley, England, Ch. 13.
- Mohamed Saleem, M. A. 1972. Productivity and chemical composition of *Cynodon* IB. and as influenced by level of fertilization, soil pH and height of cutting, *pH. D. Thesis*, Univ. Ibadan, Nigeria.
- Montgomery, M. J. and B. R. Baumgardt. 1965. Regulation of food intake in ruminants, I. Pelleted rations varying in energy concentration. *J. Dairy Sci.*, 48:569.
- Mould, F. L., Orskov, E. R. and Mann, S. O., 1983. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter degradation of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 10:15-30.
- Mowat, D. N., B. R. Christie and J. E. Winch. 1965. The in vitro digestibility of plant parts of orchard grass with advancing maturity. *Can. J. plant Sci.*, 45:503.
- Murdock F. R., and A. S. Hodgson. 1977. Cubed complete rations for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 60:1921-1931.
- Murdock. L. W., C. W. Absher, N. Gay, and J. A. Bolling. 1975. Grass tetany in beef cattle. *Ky. Agr. Eyt. Serv. Cir. ASC-16*.
- Oellermann, S. O., M. J. Arambel, B. A. Kent, and J. L. Walters. 1990. Effect of graded amounts of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility in cattle. *J. Dairy sci.*, 73:2413-2416.
- Ololade, B. G. and D. N. Mowat. 1975. Influence of digestibility rumen fluid and plasma metabolism of sheep. *J. Anim. Sci.*, 40:351-359.
- Oltjen, R. R., L. L. Slyter, E. E. Williams, Jr. and D. L. Kern, 1971. Influence of the branched-chain volatile fatty acids and phenylacetate on ruminal microorganisms and nitrogen utilization by steers fed urea or isolated soy protein. *J. Nutr.*, 101:101-112.

- Ozanne, P. G., M. D. Purser, E. M. W. Howes, and I. Southay, 1976. Influence of phosphorus content on feed intake and weight gain in sheep. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 16:353-360.
- Papendick, K. 1973. Losses in the handling and conservation of forages. Hessische Lehr-und Forschungsanstalt for Grunland-wirtschaft und Futterbau, Eichhof-Bad Hersfeld, Grmany. P:81-89.
- Peter, J. P., J. B. Paulissen and J. A. Robinson. 1990. The effects of diet of water flux and volatile fatty acid concentrations in the rumen of growing beef steers fed once daily. *J. Anim. sci.*, 69:1636-1644.
- Raymond, W. F., 1976. The nutritive value of forage crops, *Adv. Agron.*, 21:1-108.
- Rees, M. C. and D. J. Minson, 1979. The validity of the in vitro technique using rumen fluid or cellulase for predicting change in the dry matter digestibility of grasses caused by fertilizer calcium, sulfur, phosphorus and nitrogen. *Grass and Forage Sci.*, 34:19-25.
- Reid, R. L., J. P. Hogan, and P. K. Briggs. 1957. The effect of diet on individual volatile fatty acids in the rumen of sheep with particular reference to the effect of low rumen pH and adaptation on high starch diet. *Aust. J. Agr. Res.*, 6:691-710.
- Reid, R. L., A. J. Post, F. J. Plsen and J. S. Musrerwa. 1973. Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda. I. Application of in vitro digestibility techniques to species and stage of growth effects. *Trop. Agric.* 50:1-15.
- Russell, J. B. and R. L. Baldwin. 1978. Substrate preferences in rumen bacteria: evidence of metabolite regulatory mechanisms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 36:319-329.
- Sauer, F. D. and R. M. Teather. 1987. Changes in oxidation reduction potentials and volatile fatty acid production by rumen bacteria when methane synthesis is inhibited. *J. Dairy sci.*, 70:1835-1840.
- Simkins, K. L., J. W. Sutte and B. R. Baumgardt. 1965. Regulation of food intake in ruminants. 4. Effects of acetate, propionate, butyrate and glucose on voluntary food intake in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 48:1629.

- Slyter, L.L., R.R. Oltjen, D.L. Kern and F.C. Blank. 1970. Influence of type and level of grain and diethylstilbesterol on the rumen microbial populations of steers fed all concentrate diets. *J. Anim. Sci.*, 31:996-1002.
- Smith, Dale. 1973. Physiological considerations in forage management. In *Forages*. Iowa Sta. Univ. Press, Ames., Iowa.
- Smith, N.E. and R.L. Baldwin. 1974. Effect of breed percentage and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 57:1055.
- Sprague, V.G. 1944. The effects of temperature and day length on seeding emergence and early growth of several pasture species. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 8:287-294.
- Staples, C.R., R.L. Fernando, G.C. Fahey, Jr., L.L. Berger, and E.H. Jaster, 1984. Effects of intake of a mixed diet by dairy steers on digestion events. *J. Dairy Sci.*, 67(5):995-1006.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, N.Y.
- Stevens, C.E. 1970. Fatty acid transport through the rumen epithelium. In: A.T. Phillipson (Ed) *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. p. 101-112. Priel press Ltd. Nowestle-upon-Tyne. United Kingdom.
- Stevens, C.E. 1970. Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. A.T. Phillipson (Aditor.). 101.
- Strickland, R.W. 1974. Performance of Southern African Digitaria spp. in southern queensland, Aust. *J. exptl. Agric. Anim. Husb.*, 14:186-196.
- Sutton, J.D. 1979. Carbohydrate fermentation in the rumen-variations on a theme. *Proc. Nutr. Soc.*, 38:275-281.
- Tamotu Tobino, T., N. Mikami, Y. Yamashita and A. Yamazaki. 1974. The studies on the development of a whole-crop feed : Part 1. The quality and nutritive value of whole-crop silages made of oats and barley. *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn.*, 113:159-187.

- Thomas. P. C., and J. L. Clapperton. 1972. Microbial protein synthesis, Proc. Nutr, Soc. 31:165.
- Thomson. D. J., D. E. Beever, J. E. Goelho Da Silva and D. G. Armstrong. 1972. The effect of sheep of physical form on the sites of digestion of a dried lucerne diet. 1. Sites of organic matter, energy and carbohydrate digestion. Brit. J. Nutr., 28:31.
- Thornton, J. H., R. D. Goodrich and J. C. Meisk. 1969. Corn maturity. III. Composition, digestibility of nutrients and energy value of corn cobs and ear corn of four maturities. J. Anim. Sci., 29: 987.
- Thonton, R. F. and D. J. Minson. 1972. Effects of soil, fertilizers and stocking rates on pasture and beef production on the wallum of southeast queensland, Aust. J. Exptl. Agric. Anim. Husb., 13:537-987.
- Tyrrell, H. F., and P. W. Moe, 1975. Symposium: Production efficiency in the high producing cow. Effect of intake on digestibility. J. Dairy sci., 58:1151-1163.
- Van Soest, P. J. 1965. Use of detergents in analysis of fibrous feeds, III. Studies of effects of heating on yield of fiber and lignin in forages, JAOAC 48:785-790.
- Van Soest, P. J. and L. H. P. Jones, 1975. Effect of silica in forages upon digestibility, J. Dairy Sci., 51:1644-1648.
- Vicente-chandler, J. 1974. Fertilization of humid tropical grasslands. In M. A. Mays (ed), Forage Fertilization, ASA, CSA and SSA: Washington, D. C., 277-300.
- Waldo. D. R. 1970. Factors influencing the voluntary intake of forages. Proc. Natl. Conf. Forage Qual. Eval. Util., Nebr. Center Cont. Ed., Lincoln. pp. E1-E22.
- Wanapat, M., D. O. Erickson and W. D. Slanger. 1982. Nitrogen metabolism in sheep fed protein sources of various solubilities with low quality roughages. J. Anim. Sci., 54(3):625-631.
- Ward, C. Y., and W. R. Meredith, Jr. 1964. Nitrogen fertilization of Johnsongrass will pay big dividends. Miss. Agr. Exp. Sta. Info. Sheet 843.
- Weiss, W. P. 1991. Value of orchardgrass and alfalfa silages fed with varying amounts of concentrates to dairy cows. J. Dairy Sci., 74:1993-1943.

Welch, J. G., M. Clancy and G. W. Vander Noot. 1969. Net energy of alfalfa and orchard grass hays at varying stages of maturity. J. Anim. Sci., 28:263.

Weston, R. H. and J. P. Hogan. 1968. The digestion of pasture plants by sheep. I. Ruminal production of volatile fatty acids by sheep offered diets of ryegrass and forage oats. Aust. J. Agr. Res., 19:419-432.

Wheeler, W. E., 1980. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. J. Anim. Sci., 51:224-235.

Wilkins R. T., Osbourn, D. F., and Tayler, J. C. 1970. The feeding value of silages made from whole-crop barley, J. Brit. Grassl. Soc., 25. 37-43.

Wohlt, W. E., C. N. Noller and J. L. White. 1981. Effect of level of calcium and sodium bicarbonate in high concentrate diets on performance and nutrients utilization by beef steers, J. Anim. Sci., 53:449.

和泉康史. 1979. 粗飼料と濃厚飼料の給與割合ガウシ第1胃内揮發性脂肪酸の生産に及ぼす影響. 日畜會報. 50(7):443-452.

掘井聰, 阿部亮. 1970. 粗飼料の細胞膜構成物質に関する研究. I. 細胞膜構成物質としてのNeutral detergent fiberの性質の検討. 畜産の研究. 23:83-8.

川鍋枯夫. 1956. 北方型多年生牧草の氣候適應性. 畜産の研究. 10:1011-1016

川鍋枯夫. 1957. 多年生牧草類の夏がれと栽培限界. 畜産の研究. 11:132-138.

近藤恒夫, 中島阜介, 況井晃, 荒智. 1985. ギニアグラス系統における細胞壁物質の突異と生育に伴う推移. 草地試研報 32:1-6.

名久井忠, 岩崎薫, 早川政市. 1982. トウモロコシホールクロップサレージ給與における乳牛と羊の消化率の比較. 日本草地學會誌. 28(1):111-176.

杉本旦之. 1990. 混播1番牧草のサイレージ調製適期根釧地方におけるチモシー主體混播1番牧草サイレージの調製時期に関する一考察. 畜産の研究. 44(4): 477-481.

- 石栗敏機. 1979. オ-チヤ-ドグラスのめん羊による採食量と飼料價值. 日本草地學會報. 25(2):150-155.
- 前之園孝光, 瓦井哲夫, 江藤哲夫, 本下善萬, 田中農夫幸, 柿内正敏. 1980. 牛に對する青刈の給與. 畜産の研究. 34(7):879-885.
- 橋本俊明, 上野司郎, 三橋清, 1981. 青刈ヒエの飼料的栽培と利用. 畜産の研究. 第35巻 第2號 : 59-63
- 福見良平, 熊井清雄, 丹比邦保, 1982. 青刈ヒエの粗飼料生産と飼料價值: 第2報. 水田畑換で栽培した青刈ヒエの化學成分と飼料價值. 畜産の研究, 35(3):444-446.
- 正岡淑邦, 高野信雄, 1985. 環地型飼料作物の細胞壁消化率の草種間 差異. 日畜誌., 31(1):110-116.
- 成慶一, 岡本明治, 吉田則人, 1985. 粗飼料評價における採食量の影響. 北海道草地研究會報, 19:188-191.
- 三秋常, 田中重行, 川村修, 1986. 暖地型 牧草 サイレ-ズの 調製と 利用 (4)わが國における暖地型草地サイレ-ズに 關する研究の成果. 畜産の研究 40(12):403-409.
- 松中 昭夫, 三浦俊一, 1979. 乾牧草の無機成分含量. 畜産の研究. 33(10): 1238 -1240.
- 丹比邦保, 柿原界文, 熊井清雄, 栗原昭三. 1977. 堆肥施用水準が飼料作物の化學成分と飼料價值に及ぼす影響. 日本草地學會誌., 23(2):159-165.
- 北村征生, 阿部二郎, 堀端俊鎬. 1982. 南西諸島におけるイネ科飼料作物の栽培と利用. II. ローズグラス, ギニアグラス, およびネピアグラスの乾物消化率および可消化乾物收量におよぼす生育季節および刈取間隔の影響, 日本草地學會誌., 28(1):41-47.
- 大森昭一朗, 小林剛. 1976. 牛乳と乾草で飼育した仔牛の第1胃内低級脂肪酸生産量. 日本畜産試験場研究報告. 31:17-24.
- 神立誠, 須藤恒二. 1985. ル-メンの世界, 農山魚村文化協會. 474-582.
- 熊井情雄. 新見良平. 丹比邦保. 1981. 青刈ヒエの粗飼料生産と飼料價值. 第1報. 土地條件と品種の差異か青刈ヒエの生育. 收量に及ぼす影響.
- 고영두, 최낙민, 문영식. 1985. Sudan-Sorghum Hybrid의 生育時期와 切斷길이가 Silage의 飼料價值에 미치는 影響. 韓畜誌., 27(6):416-420.

- 丘在允, 鄭槿基, 裴東鎬, 李基東. 1983. 低質粗飼料의 物理的形態가 消化率 및 VFA 組成에 미치는 影響. 韓畜誌., 25(4):331-344.
- 金東岩, 李光植. 1966. 北方型草類의 季節的 生産性 및 夏枯性分析. 韓畜誌., 10(1):97-104.
- 김대진, 김영길, 맹원재. 1989. Pepsin-Cellulase에 의한 國內産 主要粗飼料의 DMD에 관한 研究. I. 禾本科野草의 細胞壁構成物質과 乾物 消化率. 韓畜誌. 131(5):324-333.
- 金範錫, 孟元在. 1985. Branched-chain Fatty Acids가 反芻胃 微生物의 成長과 消化率 및 VFA 生成에 미치는 影響. 韓國酪農學會誌, 11:1-15.
- 金正甲, 楊種成, 李相範, 韓敏洙, 1988. 大麥 및 胡麥의 乾物生産性과 飼料 價値에 관한 研究: I. 生産特性 및 乾物蓄積形態에 對한 生理分析. 韓畜誌., 30(2):137-142.
- 農林水産部. 1990. 農畜産發展 長期對策.
- 農振廳, 1991. 夏季作物 地域適應試驗 報告書.
- 孟元在. 1979, 反芻胃內에서 炭水化物의 代謝. 韓國營養學會報. 3:37.
- 朴種萬, 全宇福, 明珪鎬, 1979. 禾本科 青刈作物의 利用에 관한 研究. (In vitro 方法에 依한 Japanese millet, corn, rye 및 Italian ryegrass의 消化率을 中心으로). 韓畜誌., 21(4):289-298.
- 배동호, 육증룡. 1981. 反芻家畜의 飼料攝取量調節과 反芻에 관한 文獻的 考察. 韓國酪農學會誌. Sci. 3(2)
- 배희등. 1989. 韓國在來山羊의 反芻胃內 發酵特性에 관한 研究. 成大大學 院. 博士學位 請求 論文.
- 安柄弘, 文汝晃. 1985. 蛋白質과 Calcium의 水準이 緬羊의 營養에 미치는 影響. I. 蛋白質과 Calcium의 水準이 緬羊의 消化率, 窒素均衡 및 鐵物 質蓄積量에 미치는 影響. 韓畜誌., 27(8):507-514.
- 윤칠석, 최의성, 오태광, 이남형, 김장원, 김춘수. 1983. 암모니아 處理 볏짚 給與時 飼料攝取量, 營養的價値 및 第1胃內 性狀에 미치는 影響. 韓畜誌., 25(6):613-622.
- 李柄錫. 1990. 牧乾草의 給與水準과 濃厚飼料比率이 緬羊의 反芻胃內 發酵 및 營養素 利用性에 미치는 影響. 建大 大學院 博士學位 請求 論文.
- 李學喆, 李垠. 1982. Monensin 飼料添加가 韓國在來山羊의 第1胃內 微生物相과 그 活性에 미치는 影響. 韓國酪農學會誌, 4(3):203-219.

全宇福, 柳魯鉉. 1982. 韓國 在來미의 生育時期에 따른 收量, 飼料成分 및 消化率 變化. 韓畜誌., 24(4):320-325.

鄭承憲, 孟元在, 張文伯. 1990. 大豆粕의 處理方法과 尿素添加 水準이 反芻胃 微生物 蛋白質 合成 및 營養素消化率에 미치는 影響. 韓國酪農學會誌. 12(2):99-107.

濟試, 1985, 地대별 표고별 혼파조합 선발시험. 제시연보. P. 80-93.
——, 1986, 표고별 조아재비의 생산성 검정시험. 제시연보. P. 61-72.
——, 1988, 사탕대죽과 조아재비의 사료가치 구명시험. 제시연보. P. 52-54.

조광근, 하중규, 최연호, 한인규, 김준식. 1989. 緬羊에 대한 버머제의 給與가 胃液 PH와 VFA造成 및 血液成分에 미치는 影響. 韓營飼報., 13(3):156-160.

催鈺哉, 陸種隆, 韓仁圭, 柳然璿, 裴洞鎬. 1982. 緬羊에 대한 國產 옥수수펠렛트의 成長能力. 消化率 및 第1胃內 VFA組成에 미치는 影響. 韓畜誌., 24(4):370-381.

畜協. 1984. 粗飼料 利用 實態報告. 畜協調查月報. 4月.

韓國畜産年監. 1989. 粗飼料篇. 農水畜産新聞. 思潮社. 405-417

韓仁圭, 李榮商, 朴信浩. 1970. 國產自然野草의 飼料的 價値에 관한 研究. 科學技術院.

한흥전. 1992. 粗飼料生産 利用技術. 農振廳. 78-110.



謝

辭

本 論 文 을 作 成 하 는 데 시 증 김 은 學 問 과 激 勵 로 指 導 하 여 주 신
濟 州 大 學 校 農 科 大 學 鄭 昌 朝 教 授 님 께 김 은 感 謝 를 드 립 니 다 .

그 리 고 보 다 充 實 한 論 文 作 成 을 爲 해 全 力 을 베풀어 주신 檀 國
大 學 校 金 春 洙 教 授 님 , 濟 州 大 學 校 金 圭 鑑 教 授 님 , 金 文 哲
教 授 님 , 濟 州 試 驗 場 姜 泰 洪 場 長 님 께 고 마 음 을 전 합 니 다 .

아 울 러 實 驗 을 遂 行 하 는 데 많 은 도 움 을 주 셧 댔 濟 州 試 驗 場
모 든 職 員 들 에 게 도 김 은 感 謝 를 표 합 니 다 .

끝 으 로 勇 氣 와 힘 이 되 어 주 셧 댔 어 머 님 , 그 리 고 家 族 들 의
도 움 이 오 늘 의 結 實 이 있 게 한 原 動 力 이 었 습 니 다 .

1992年 2月