

主要 北方型牧草의 乾物收量, 化學成分 및  
Net Energy 蓄積에 關한 研究

Ⅲ. 刈取管理에 따른 化學成分의 季節的 變化

金正甲, 楊鍾成, 韓興傳

畜産試驗場

Studies on Dry Matter Yields, Chemical Composition And Net  
Energy Accumulation in Three Leading Temperate Grass Species

Ⅲ. Seasonal changes of chemical components  
under different cutting managements

J. G. Kim, J. S. Yang and H. J. Han

Livestock Experiment station, RDA

Summary

Synthesis and accumulation pattern of Weender components in orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) cv. Potomac and Baraula, perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cv. Reville and Semperweide and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) cv. Cosmos 11 and N.F.G. were studied under different growth environments and cutting managements. The field experiments were conducted as a split plot design with three cutting regimes of 6-7 cuts at grazing stage, 4-5 cuts at silage stage and 3 cuts at hay stage from 1975 to 1979 in Korea and West Germany. The results obtained are summarized as follows:

1. Air temperature, rainfalls and solar radiation were found to be an important meteorological factors influenced to synthesis and accumulation of Weender components. Under high temperature and strong solar radiation during summer season in Korea, accumulation of crude fiber and cell-wall constituents (NDF) in the plants, as average of all grass species and cutting regimes, were increased to about 30.1% and 48.7% from 27.9% and 42.9% in spring, respectively, while total nonstructural carbohydrates (TNC) were decreased to 1.52% in summer from 4.01% in spring. In West Germany, the concentration of Weender components showed little seasonal variation.
2. Crude fiber and neutral detergent fiber (NDF) were shown higher concentration in orchardgrass than those of perennial ryegrass and meadow fescue, but N-free extractions and TNC as well as net energy value were less accumulated in orchardgrass. Orchardgrass contained lower net energy contents with 524 StE, 431 StE and 575 StE/kg for Suweon, Cheju and Freising, respectively, as compared with 624 StE (Suweon), 491 StE (Cheju) and 657 StE/kg (Freising) in meadow fescue.

3. Synthesis and accumulation of Weender components were affected by morphological developments of the plants. Mean concentration of crude fiber and NDF over orchardgrass, perennial ryegrass and meadow fescue in Korea were increased to about 30.3% and 49.1% at hay stage from 23.9% and 37.8% at grazing stage, respectively. N-free extractions and total nonstructural carbohydrates tended to slightly decrease as morphological development, especially at late maturity.

## I. 緒 論

牧草의 Weender 成分은 生育段階에 따라 큰 差異가 있어 植物生育이 進行됨에 따라 粗蛋白質 및 粗脂肪 含量이 減少되는데 反해 粗纖維를 포함한 構造性炭水化物 및 리그닌 含量은 增加되는 傾向이 있다(Voigtländer 및 Vollrath, 1970; Lampeter 및 Schmeisser, 1974; Oohara, 1976). 이와같은 原因으로 牧草의 乾物收量은 드문 刈取에서 높은 收量을 얻을 수 있으나 養分 및 net energy 收量을 幼植物期에 자주 베어 利用함으로써 높은 生産性を 기할 수가 있다(Voigtländer 및 Vollrath, 1970; Wolf, 1971; Lehmann 등, 1974; Mühlshlegel, 1981; 金 등 1986). 한편 Weender 成分은 牧草의 草種에 따라 큰 差異가 있는데 Armstrong 등(1964), Dent 및 Aldrich (1968)의 研究結果에 依하면 韓國에서 많이 栽培되고 있는 orchardgrass는 perennial ryegrass 및 meadow fescue 草種에 비해 리그닌 및 纖維素 含量이 높은 反面 fructosan, mono- 및 disaccharose의 蓄積이 낮아 飼料的 價値가 떨어진다고 한다(Mühlshlegel, 1981; 金 등, 1986).

Weender 成分의 合成 및 蓄積은 氣象環境中 特別히 溫度의 影響을 크게 받아 우리나라 여름과 같이 高温乾燥한 氣象條件에서는 非構造性炭水化物的 蓄積이 낮은 反面 構造性炭水化물을 포함한 細胞膜構造物質이 增加되어 消化率 및 에너지 含量이 減少된다(Jelmini 및 Nösberger, 1978a).

本 研究에서는 韓國의 Suweon, Cheju 및 Taekwalyong 과 西獨의 Freising 및 Braunschweig 에서 刈取管理를 달리 하였을 때 이에 따른 Weender 成分의 季節的 變化와 이들이 net energy 收量에 미치는 影響을 研究檢討하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 試驗方法

圃場試驗은 orchardgrass (cv. Potomac, Baraula), perennial ryegrass (cv. Semperweide, Reveille) 및 meadow fescue (cv. N. F. G., Cosmos II)를 供試草種으로 하여 分割區配置法 4反復으로 1975-'79年間 實施되었다. 刈取方法은 放牧期, silage期 및 乾草期利用으로 區分 各各 年 6~7回, 4~5回 및 3回 刈取하였으며 草地造成 및 施肥管理는 第 I 報에서와 同一하게 實施하였다.

### 2. Weender 成分分析

Weender의 各成分은 Kehldahl(1883), Lepper (1933), Seiden(1926) 및 Stoldt(1952)法을 修正한 VDLUFA(1976) 方法으로 分析하였다. 한편 fructosan, mono- 및 disaccharose 등 非構造性炭水化물은 Somogyi(1952) 및 Nelson(1944)法을 修正한 Kubdach(1973)의 colorimeter 方法으로, 細胞膜構成物質(CWC)은 Goering 및 Van Soest(1970) 法에 依해 分析하였으며 net energy 含量은 Kirchgessner (1978)의 starch value로 測定하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 牧草의 化學成分 含量과 net energy 價

牧草中 Weender 各 成分의 含量은 栽培地域에 따라 差異가 크게 있었다(表 1, 2). 各 成分別로는 粗灰分 및 粗蛋白質의 경우 西獨地方에 비해 韓國의 氣象條件에서 각각 2% 및 3~4%가 높았으나 可溶無窒素物(N.F.E.)은 Freising(西獨) 52.5%에 비해 韓國은 地域平均 43.5%로 地域間에 顯著的한 含量差異가 있었다. 이와같은 結果는 Jelmini 및 Nösberger(1978a), Mühlshlegel(1981) 및 金 등(1986)의 研究結果와 一致되는 것으로 韓國의 高温乾燥한 氣象條件에서는 合成된 同化物質이 cell-wall

constituents의 主成分인 構造性炭水化物 合成에 많이 消耗되어 fructosan, mono- 및 disaccharose 의 蓄積이 낮은데 기인된다.

以上과 같은 原因으로 韓國에서 栽培된 牧草는 西獨의 Freising 및 Braunschweig에 비해 消化率 및 에너지 含量이 顯著히 낮으며 國內에 있어서는 Ta-

kwalyong 地方의 平均 乾物消化率 72.8%에 비해 Suweon 및 Cheju는 各各 70.8% 및 67.6%로 地域間에 큰 差異를 보였다. 따라서 地域別 starch value에서도 Taekwalyong 587, Suweon 551 및 Cheju 484 StE로 高温乾燥한 地方에서 減少되는 結果를 보였다.

**Table 1. Mean concentrations of Weender components and net energy in temperate grasses, averaged over all grass species and cutting management from 1975 to 1977**

Weender components	South Korea			West Germany	
	Suweon	Cheju	Taekwalyong	Freising	Braunschweig
Crude ash(%)	11.4 ± 2.8	12.2 ± 2.5	11.7 ± 2.6	11.0 ± 1.4	10.0 ± 3.3
Crude fiber(%)	24.9 ± 4.8	27.8 ± 4.2	24.7 ± 4.7	24.6 ± 4.0	23.3 ± 4.4
Crude protein(%)	16.8 ± 4.0	16.9 ± 3.7	18.9 ± 4.2	13.0 ± 2.7	15.0 ± 4.5
Crude fat(%)	2.8 ± 0.9	2.5 ± 0.5	3.2 ± 1.2	3.2 ± 1.1	3.0 ± 0.9
N. F. E. (%)	44.1 ± 4.2	40.6 ± 4.8	41.5 ± 5.1	48.2 ± 3.8	48.3 ± 4.9
Lignin(%)	3.4 ± 1.5	3.6 ± 1.3	2.9 ± 1.0	2.4 ± 0.7	2.3 ± 0.7
TNC(%)	6.1 ± 3.6	3.3 ± 1.5	4.5 ± 2.6	11.2 ± 5.0	11.3 ± 5.7
IVDDM(%)	70.8 ± 8.8	67.6 ± 8.9	72.8 ± 6.9	73.7 ± 5.0	73.0 ± 5.1
StE/kg DM	551 ± 89	484 ± 85	557 ± 96	566 ± 78	611 ± 75
DCP:StE	4.9 ± 1.8	4.2 ± 1.3	4.2 ± 1.0	7.2 ± 2.4	7.1 ± 4.0

N. F. E. = N-free extractions, TNC = total nonstructural carbohydrates, IVDDM = *in vitro* digestible dry matter, StE = starch value, DCP = digestible crude protein.

**Table 2. Correlation coefficients between nutrient quality and meteorological factors in temperate grasses, taken as mean value of orchardgrass, perennial ryegrass and meadow fescue from 1975 to 1977.**

Experimental sites	Nutrient quality	Annual rainfalls	Sum of temperature	Mean temperature	Solar radiation	Sun-shine	Growth season
<u>Korea</u>	Crude fiber	0.25 <sup>***</sup>	0.18 <sup>**</sup>	0.11 <sup>*</sup>	ns	-0.23 <sup>***</sup>	-0.33 <sup>***</sup>
Suweon	Crude protein	-0.15 <sup>**</sup>	-0.27 <sup>***</sup>	0.14 <sup>*</sup>	ns	-0.25 <sup>***</sup>	0.11 <sup>*</sup>
Cheju	TNC	-0.31 <sup>***</sup>	-0.27 <sup>***</sup>	-0.25 <sup>***</sup>	0.22 <sup>**</sup>	0.22 <sup>**</sup>	-0.42 <sup>***</sup>
	IVDDM	-0.44 <sup>***</sup>	-0.62 <sup>***</sup>	-0.53 <sup>***</sup>	0.23 <sup>***</sup>	ns	-0.43 <sup>***</sup>
	Net energy(StE)	-0.30 <sup>***</sup>	-0.29 <sup>***</sup>	-0.12 <sup>*</sup>	0.23 <sup>***</sup>	ns	ns
<u>West Germany</u>	Crude fiber	0.42 <sup>***</sup>	0.32 <sup>***</sup>	0.22 <sup>**</sup>	0.35 <sup>***</sup>	0.18 <sup>**</sup>	ns
Freising	Crude protein	-0.43 <sup>***</sup>	-0.12 <sup>*</sup>	0.30 <sup>***</sup>	-0.36 <sup>***</sup>	ns	0.37 <sup>***</sup>
Braunsch.	TNC	-0.32 <sup>***</sup>	-0.41 <sup>***</sup>	-0.57 <sup>***</sup>	-0.23 <sup>***</sup>	0.21 <sup>**</sup>	-0.14 <sup>*</sup>
	IVDDM	-0.50 <sup>***</sup>	-0.50 <sup>***</sup>	-0.33 <sup>***</sup>	-0.26 <sup>***</sup>	-0.21 <sup>**</sup>	-0.38 <sup>***</sup>
	Net energy(StE)	-0.42 <sup>***</sup>	-0.43 <sup>***</sup>	-0.27 <sup>***</sup>	-0.28 <sup>***</sup>	0.21 <sup>**</sup>	-0.35 <sup>***</sup>

\* : significant (P=5%), \*\* : high significant (P=1%), \*\*\* : very high significant (P=0.1%)

## 2. 氣象環境과 Weender 成分變化

氣象環境要因中 溫度, 降水量 및 日照條件은 Weender 成分의 合成 및 蓄積形態에 미치는 가장 重要한 要因으로 밝혀졌다(表 2). 이들 Weender 成分中 環境의 影響을 가장 크게 받는 것은 非構造型炭水化合物 및 可溶無窒素物로서 이들 含量과 溫度上昇間에는 負(-)의 相關을 보였다( $P \leq 0.1\%$ ).

이에 反해 纖維素를 포함한 構造型炭水化合物 및 cell-wall constituents는 溫度와 正(+)의 相關이 있어 봄 및 가을철에 비해 여름철에는 이들 含量이 크게 增加된다. 이같은 原因으로 牧草의 消化率도 봄 70.0%, 가을 67.5%에 비해 여름에는 64.6%로 減少되었으며 地域別로는 Taekwalyong이 70.3%로 Suweon 62.3%, Cheju 61.1%보다 顯著하게 높았다.

**Table 3. Signification test for explanation of the influence of cutting frequency on chemical components and net energy concentration in orchardgrass**

Weender components	Suweon			Cheju			Freising			Braunschweig		
	A/B	A/C	B/C	A/B	A/C	B/C	A/B	A/C	B/C	A/B	A/C	B/C
Organic matter	ns	++	+	++	+++	+	+	++	+	+++	+++	+++
Crude fiber	ns	+++	++	+++	+++	+	+	+++	+	+++	+++	+++
Crude protein	ns	+	ns	+++	+++	+++	+++	+++	ns	+++	+++	+++
NDF	+	+++	++	+++	++	+	++	++	++	++	+++	+++
Lignin	ns	ns	+	ns	ns	ns	+	+++	+	+++	+++	++
IVDDM	ns	+++	+++	ns	ns	ns	ns	+++	++	+	+++	+++
StE	ns	+++	++	++	+++	+++	+	+++	+	+++	+++	+++
DCP : StE	ns	+	ns	ns	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++

A = 6-7 cuts, B = 4-5 cuts, C = 3 cuts/year

\* = significant, \*\* = high significant, \*\*\* = very high significant, ns = no significant

**Table 4. Mean concentration of chemical components and net energy of *Dactylis glomerata*(DG), *Lolium perenne*(LP) and *Festuca pratensis*(FP), averaged over all experimental years and cutting managements.**

Chemical components and net energy	Suweon			Cheju			Taekwalyong			Freising		
	DG	LP	FP	DG	LP	FP	DG	LP	FP	DG	LP	FP
Crude ash(%)	10.7	11.8	10.9	12.4	13.1	11.7	11.5	13.0	11.5	11.0	9.7	10.2
Crude fiber(%)	27.9	22.4	25.5	30.9	28.2	28.1	27.1	28.4	25.6	25.1	21.5	26.5
Crude protein(%)	11.4	12.8	10.8	11.8	11.3	11.7	12.1	12.5	11.7	6.4	6.2	6.7
Crude fat(%)	1.8	2.3	2.1	2.3	2.7	2.3	2.2	2.5	2.7	3.0	3.6	3.4
N. F. E. (%)	48.2	50.7	50.7	42.6	44.7	46.2	47.1	43.6	48.5	54.5	59.0	53.2
NDF(%)	47.2	43.7	45.5	48.4	44.6	45.0	43.8	40.7	42.1	44.0	38.5	41.5
Lignin(%)	3.8	2.2	2.5	4.0	2.6	2.8	3.0	3.2	2.2	2.7	1.8	2.2
TNC(%)	4.1	8.5	8.6	2.2	4.9	5.8	4.6	2.4	6.2	9.1	16.2	10.1
IVDDM(%)	69.7	76.3	75.4	67.4	71.2	72.8	72.7	70.0	77.1	72.3	79.2	74.5
StE/kg DM	524	624	567	439	491	506	533	454	557	575	657	556
DCP : StE	5.1	5.8	6.2	3.9	4.8	4.9	4.6	4.4	4.9	9.6	11.1	8.6

그러나 西獨의 경우는 季節間的 氣象變化가 적어 (第II報, 表1) Weender 成分의 季節的 差異가 韓國에서와 같이 크게 나타나지 않았다. 따라서 이들 地域에 있어서의 季節別 平均 乾物消化率은 各各 70.9% (봄), 69.0% (여름) 및 69.7% (가을)로 季節間에 大差없는 結果를 보였다.

### 3. 草種別 Weender 成分 含量과 starch value

Orchardgrass는 meadow fescue 및 perennial ryegrass에 비해 N.F.E. 및 total nonstructural carbohydrates (TNC) 含量이 낮은 反面 纖維素 및 細胞膜構造物質이 높아 消化率 및 net energy 價値가 떨어지는 結果였다. 이같은 結果는 Armstrong (1964), Dent 및 Aldrich (1968)의 研究와 一致되는 것으로 西獨地方에 있어서도 草種別 TNC含量은 perennial ryegrass 16.04% 및 meadow fescue 10.94%에 비해 orchardgrass 草種은 9.27%이었다. 한편 리그닌 含量에 있어서도 orchardgrass가 3.61%로 perennial ryegrass 2.64%, meadow fescue 2.49%보다 높은 편이어서 이들이 消化率 阻害의 原因으로 생각되었다.

以上과 같은 原因으로 orchardgrass의 平均 starch value는 499 StE로 meadow fescue 547 StE

및 perennial ryegrass 524 StE 보다 顯著히 낮은 水準이었다. 한편 Weender 成分中 草種別 粗蛋白質 含量은 韓國의 경우 orchardgrass 11.8%, perennial ryegrass 12.2% 및 meadow fescue 11.4%이었는데 비해 西獨地方은 各各 7.6%, 6.5% 및 7.7%로 草種보다는 地域間 差異가 크게 있었다.

### 4. 刈取管理에 따른 Weender 成分變化

牧草生育이 進行됨에 따라 Weender 成分中 粗纖維 및 細胞膜構造物質이 增加되며 粗蛋白質 및 粗脂肪含量은 減少되는데 이같은 傾向은 特히 高温乾燥한 韓國의 氣象條件下에서 크게 나타났다. 即, 供試草種의 平均 粗纖維 含量은 放牧期 24.0%에서 silage期 및 乾草期에는 各各 27.4% 및 30.0%로 增加되는데 反해 粗蛋白質은 19.0%(放牧期)에서 16.0%(silage期) 및 13.9%(乾草期)로 減少되었다(表6). 以上과 같은 原因으로 刈取管理에 따른 net energy 含量은 放牧期の 585 StE에서 silage期 및 乾草期에는 各各 532 StE 및 477 StE로 減少되었다. 이같은 傾向은 西獨地方에서도 同一한 結果로서 刈取方法別 starch value는 放牧期の 693 StE에서 silage 및 乾草期에는 各各 624 StE 및 551 StE로 減少되었다.

Table 5. Weender components and net energy concentration in temperate grasses under different cutting managements, taken as mean value of orchardgrass, perennial ryegrass and meadow fescue from 1975 to 1977.

Weender components	Suweon			Cheju			Taekwalyong			Freising		
	GS	SS	HS	GS	SS	HS	GS	SS	HS	GS	SS	HS
Crude ash(%)	11.6	10.8	8.7	14.1	11.4	9.6	10.7	8.7	9.7	9.4	9.2	9.8
Crude fiber(%)	20.6	24.0	29.8	26.7	31.4	33.8	24.6	26.8	27.4	20.0	23.9	27.2
Crude protein(%)	17.9	15.2	11.9	20.5	15.4	10.8	18.5	17.5	12.0	12.8	9.7	10.5
Crude fat(%)	2.7	2.0	1.8	2.8	2.5	2.1	3.2	2.4	2.3	3.8	3.3	2.8
N. F. E. (%)	47.2	48.0	47.8	35.9	39.3	43.9	43.0	44.6	48.6	54.0	53.9	49.7
Lignin(%)	2.3	2.1	3.4	2.9	3.0	3.7	2.9	3.1	3.3	1.7	2.3	2.9
TNC(%) TNC	10.6	10.4	6.4	2.9	3.5	7.1	5.1	6.3	3.4	11.9	13.5	11.0
IVDDM(%)	79.2	78.4	68.4	71.8	71.9	66.7	74.1	73.1	71.1	79.2	76.6	72.1
StE/kg DM	660	608	499	521	448	401	574	540	530	693	624	551

GS = 6 - 7 cuts at grazing stage, SS = 4 - 5 cuts at silage stage, HS = 3 cuts at hay stage/year.

Table 6. Seasonal changes of total nonstructural carbohydrates (TNC), cell-wall constituents (NDF), in vitro digestible dry matter (IVDDM) and other nutrient quality in orchardgrass, averaged over 1975-1977.

Nutrient quality	Growth season	Suweon n=39	Cheju n=40	Taekwalyong n=37	Freising n=34	Braunschweig n=39
Crude fiber (%)	Spring	29.5	28.1	26.3	26.8	26.4
	Summer	30.0	31.5	28.8	27.3	27.0
	Autumn	24.0	26.3	22.6	23.8	23.5
C. protein (%)	Spring	14.5	15.7	16.6	11.1	12.9
	Summer	15.9	15.0	17.7	11.6	14.7
	Autumn	16.6	19.0	20.8	14.2	16.8
TNC (%)	Spring	4.30	1.53	6.19	9.80	11.31
	Summer	1.68	1.13	1.74	7.06	7.11
	Autumn	6.54	1.66	6.77	11.78	7.89
NDF (%)	Spring	43.5	44.7	40.6	41.4	42.8
	Summer	48.7	50.3	47.6	45.7	44.5
	Autumn	40.9	41.2	39.4	38.8	37.0
IVDDM (%)	Spring	68.6	66.3	75.4	71.0	70.7
	Summer	62.3	61.1	70.3	68.4	69.2
	Autumn	67.1	61.7	74.7	71.0	69.3

#### IV. 摘要

本試驗은 主要北方型 牧草에 있어서 氣象環境 및 刈取管理가 Weender 成分의 合成 및 蓄積에 미치는 影響을 究明코자 1975-79年間 韓國과 西獨에서 實施되었다. 供試材料는 orchardgrass (cv. Potomac, Baraula), perennial ryegrass (cv. Reveille, Semperweide) 및 meadow fescue (Cosmos 11, N.F. G.) 등 3草種 6品種을, 刈取方法은 放牧期(年 6-7回), silage期(4-5回) 및 乾草期(3回)로 區分 分割區 配置法 4反復으로 實施하였는바 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 牧草의 Weender 各成分含量은 氣象要因中 特別히 溫度, 降水量 및 日照의 影響을 크게 받았다. 以上과 같은 原因으로 供試牧草의 粗纖維 및 細胞膜構成物質(NDF)含量은 봄철의 27.2% 및 42.9%에서 高温乾燥한 여름철에는 各各 30.1%(粗纖維) 및 48.7%(NDF)로 增加된 反面 TNC含量은 4.01

% (봄)에서 1.52% (여름)으로 減少되었다. 그러나 西獨地方의 경우 Weender 成分의 合成 및 蓄積은 季節間에 큰 差異가 없었다.

2. Orchardgrass는 perennial ryegrass 및 meadow fescue에 비해 粗纖維 및 NDF含量이 높은 反面 可溶無窒素物 및 TNC 蓄積이 낮아 energy 價値가 減少되었다. 地域別 orchardgrass의 net energy含量은 Suweon 524 StE, Cheju 431 StE 및 Freising 575 StE로 perennial ryegrass의 624(Suweon), 491(Cheju) 및 657(StE(Freising))보다 顯著히 낮았다.

3. Weender 成分의 合成 및 蓄積은 牧草의 生育 段階에 따라 큰 差異가 있었다. 供試草種의 平均 粗纖維 및 NDF含量은 放牧期の 23.9% 및 37.8%에서 乾草期에는 各各 30.3% 및 49.1%로 增加된 데 反面 可溶無窒素物 및 TNC含量은 植物生育이 進行됨에 따라 減少하는 結果였다.

## V. 引用文獻

1. Armstrong, D.G., K.L. Blaxter and R. Waite. 1964. The evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheeps. III. The prediction of nutritive value from chemical and biological measurements. J. Agric. Sci. 62: 417-424.
2. Bachmann, F., J. Lehmann und H. Guyer. 1975. Die Qualitätsmerkmale verschiedener Nutzungsverfe und Stickstoffduengung. Schweiz. Landw. Forsch. 14: 249-303.
3. Dent, J.W. and D.t.A. Aldrich. 1968. Systematic testing of quality in grass varieties. 2. The effect of cutting dates, season and environment. J. Brit. Grassl. Soc. 23: 13-19.
4. Farries, E. 1966. Zum Naehrwert von Weidegras in unterschiedlichen Vegetationsstadien. Wirtschaftseig. Futter 12: 77-83.
5. Goering, H.K. and P.J.Van Soest. 1970. Forage fibre analyses. USDA. Agricultural Handbook No. 379: 1-20.
6. Jelmini, G. und J. Nösberger. 1978 a. Einfluss der Temperatur auf die Ertragsbildung, den Gehalt an nichtstrukturbildenden Kohlenhydraten und Stickstoff von Festuca pratensis Huds. Lolium multiflorum Lam., Trifolium pratense L. und Trifolium repens L. Z. Acker- und Pflanzenbau. 146: 143-153.
7. Kirchgessner, M. 1978. Tierernaehrung. 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. DLG-Verlag. Frankfurt (M): 102-141.
8. Kühbauch, W. 1973. Veraenderungen der Gehalte an Glucose, Fructose, Saccharose und Fructosan sowie des polymerisationsgrades an Fructosanmolekuelen in Blaetter und Stengeln einiger Knautgrassorten waehrend des Wachstums. Landw. Forschung. 26: 173-181.
9. Lampeter, W. and j. Schmeisser 1974. The selection and digestibility of forage: study of grass varieties. Proc. XIII. Int. Grassl. Congr. Moscow' Section Breeding. 161-176.
10. Lehmann, J., F. Bachmann und H. Guyer. 1974. Einfluss unterschiedlicher schnittnutzung auf den Ertrag und die Qualitaet von Knautgras und Timothe in Reinsaat und im Gemenge mit Weissklee. Arb. Geb. Futterbau. 18: 48-62.
11. Mühlshlegel, F. 1981. Ertragsbildung und Futterwert von je 2 Sorten der Arten Lolium perenne L., Festuca pratensis Huds. und Dactylis glomerata L. in Abhaengigkeit von Witterungsfaktoren und Nutzungshaeufigkeit auf 6 Standorten in Deutschland und South Korea. Diss. TU München, Weihenstephan.
12. Oohara, M. 1976. *In vitro* dry matter digestibility and crude protein content of temperate grasses and legumes in different stage of development. Bull., Hokk. Prefect. Shintoku Anim. Husb. Exp. Sta. 7: 55-62.
13. VDLUFA. 1976. Methodenbuch. Band III. Chemische Untersuchungen von Futtermitteln. Verlag J. Neumann-Neudamm: 4.1.1-8.3.
14. Voigtländer, G. und N. Vollrath, 1970. Beobachtungen an Dauerquadraten auf Maehweiden unter Mehrschnittnutzung. Wirtschaftseig. Futter. 16: 36-47.
15. Weimke, M. 1975. Einfluss von Temperatur und Niederschlag auf die Streuung des Rohproteingehaltes von Futterpflanzen. Wirtschaftseig. Futter. 21: 141-150.
16. Wolf, H. 1971. Einfluss von Schnitthaeufigkeit auf die Ertragsentwicklung von Dauerwiesen. 4th Gen. Meet. Europ. Grass. Federation, Lausanne. 78-82.
17. 金正甲, 韓興傳, F. Mühlshlegel, 1986. 主要北方型牧草의 乾物收量, 化學成分 및 Net Energy 蓄積에 관한 研究. II. 非構造性炭水化物的 合成 및 蓄積形態. 韓草誌 6(2) : 111 - 118.