

窒素施肥水準과 添加劑가 飼草用 油菜의 飼料價値 및 사일리지의 品質에 미치는 影響

I. 刈取時期 및 窒素施肥水準이 收量 및 飼料價値에 미치는 影響

曹武煥 · 金東岩

Effects of Nitrogen Fertilization Levels and Some Additives on the Chemical Composition and Silage Quality of Forage Rape (*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)

I. Effects of harvesting dates and N fertilization levels on the yield and quality of forage rape

Mu Hwan Jo and Dong Am Kim

Summary

Insufficient herbage during the fall in the temperate areas of the world has been a serious limitation in animal production, but leafy brassicae are potentially very useful for extending the grazing season when the growth and quality of grass is poor. This study was conducted to determine the effects of cutting stage and N fertilization on dry matter (DM) yield, forage quality and chemical composition of forage rape (*Brassica napus* Subsp. *oleifera*). The experiment was conducted in the Experimental Livestock Farm of Seoul Nat'l Univ., at Suweon, during 1985-1986.

The results obtained are summarized as follows:

1. DM percentage and yield significantly increased as the growth period was prolonged and decreased as the N fertilization increased, but *in-vitro* dry matter digestibility (IVDMD) was unaffected by the treatments.
2. Plant height, DM yield and NO₃-N content significantly increased as the rate of N fertilization increased and DM percentage decreased, but the IVDMD was unaffected.
3. The forage rape had high percentage of crude protein and ash. Glutamic acid, proline and aspartic acid were the major amino acids. Concentration of P, Ca and Mg were high.

I. 緒 論

飼草用 油菜(forage rape: *Brassica napus* Subsp. *oleifera*)가 端境期 飼料作物로 관심을 끌게 된 것은 最近의 일이며 油菜는 에너지와 蛋白質의 生産性이 높고 禾穀類나 잘 管理된 草地보다도 生産性이 優秀하며 서늘한 季節에도 生育이 잘 될 뿐만 아니라 다른 牧草에 비하여 鑛物質 含量 및 비타민 A와 C도 豊富한 飼料作物이다. 우리나라 中部地方에서 油菜는 옥수수 後作으로 그 生産性이 연맥, 호밀 및 라이그라스 보다도 높으며(金등, 1987) 특히

한냉한 條件에서도 生育이 계속되어 다른 牧草나 野草의 生育이 停止되고 品質이 低下되는 늦가을에도 우수한 靑草 生産을 可能하게 하여 生草供給期間을 늘리는 것은 물론 좁은 飼料作物圃를 効率的으로 이용할 수 있다는 觀點에서 그 잠재력은 매우 크다고 할 수 있다.

그러나 水分含量이 높은 飼草用 油菜는 한꺼번에 收穫利用할 수 없기 때문에 生育中期부터 收穫利用하여야 되고 窒素施肥水準에 따라 生産의 변이가 매우 크다고 한다.

따라서 本 研究은 刈取時期를 달리 하고 窒素施

肥水準을 다르게 하였을 때 飼草用 油菜의 收量과 飼料의 價値에 미치는 影響을 究明하여 飼草用 油菜의 利用效率을 높이고 적정 施肥水準을 究明할 目的으로 遂行되었다.

II. 材料 및 方法

窒素施肥 水準과 刈取時期가 飼草用 油菜의 乾物 生産 및 化學的 成分에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 1985年 9월 6일부터 同年 12월 3일까지 서울 大學校 農科大學 부속실험목장內에 있는 飼草試驗圃에서 수행되었으며, 供試된 飼草用 油菜의 品種은 네델란드 Nivaz社에서 育成된 Akela로 耐霜性이 우수한 晩熟種이었다.

試驗圃場은 油菜 播種前 사일리지用 옥수수를 栽培하였고 試驗圃場의 土壤成分은 Table 1에서 보는바와 같이 磷酸의 含量이 다소 높은 편이었으나 나머지 成分들은 일반 밭토양과 비슷하였다.

本 研究가 수행된 試驗期間中 水原地方의 氣象을

Table 1. Chemical soil properties of the experimental field

pH	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable (me/100g)		
			K	Ca	Mg
6.3	2.7	420	0.3	7.0	1.3

Table 2. Climatic conditions during the experimental period in Suweon, 1985

Month	Decade	Atmos. Temp. (°C)			Precipitation (mm)	Duration of sunshine (hr)	Quantity sunstroke (MJ/m ²)
		Min.	Max.	Mean			
Sept.	First	21.1	27.8	24.0	75.6	4.2	11.58
	Second	17.4	22.8	19.9	73.3	1.1	6.52
	Third	12.2	22.4	16.9	6.0	5.4	12.83
Oct.	First	10.6	20.9	15.5	162.4	5.0	10.73
	Second	8.9	18.8	13.8	101.0	5.7	11.91
	Third	7.6	19.6	13.3	0.2	6.7	10.61
Nov.	First	5.4	15.2	10.1	29.8	3.9	8.77
	Second	- 1.2	7.3	3.0	14.9	4.6	9.17
	Third	- 0.1	8.8	4.2	30.5	3.9	7.18
Dec.	First	- 5.5	2.1	-1.7	8.5	5.5	7.52
	Second	-10.6	-1.7	-6.6	1.0	6.6	10.34
	Third	- 6.6	4.1	-1.4	24.3	4.8	7.77

보면 Table 2에서 보는 바와 같이 강수량은 全期間을 通하여 飼草가 生育하는데 큰 影響을 주는 가뭄기간은 없었다. 또 日照量은 11월부터 감소하기 시작하여 12月 初旬에는 7.52MJ/m²로 낮아 졌으며 12월부터는 平均氣溫이 零下로 내려가서 더이상 圃場에 두고 利用할 수 없다고 생각되어 刈取하였고 바로 사일리지 調製試驗을 실시하였다.

Table 3. Details of cutting dates and amount of fertilizer applied

Main plot (Cutting date)		Sub plot (Fertilization, kg/ha)		
Days from sowing	Calendar dates	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
56	1 November	0	100	70
70	15 November	100	100	70
89	3 December	200	100	70

* Plot size; 2 × 5 = 10(m²), Sown; September 6, 1985, Variety; Akela.

試驗設計 및 處理方法은 Table 3에서 보는 바와 같이 刈取時期를 主區로 하고 질소시비 水準을 細區로 하여 分割區 配置法, 3 반복으로 設計하였으며 播種量은 ha當 10kg으로 하였고 試驗區의 크기는 10m²(2 × 5 m)로 耕耘後 散播하였으며 各 plot의 中央(0.86 × 5 m)을 收穫時期에 따라 刈取하여 乾物收量의 調査 및 化學分析에 必要한 試料를 採取하였다.

飼草의 分析은 各 刈取時期別로 收穫한 직후 生草의 重量을 秤量한 다음 400~500g의 試料를 取하여 105°C에서 30分, 70°C에서 72시간 강제송풍식 乾燥器內에서 건조한 후 乾物率을 求한 다음 乾物 生産量으로 환산하였고, 분쇄하여 實驗室內에 보관하고 必要한 量을 덜어 내어 分析에 使用하였다.

試料의 一般成分은 AOAC法(1984), 水溶性 炭水化物(TSC:total water soluble carbohydrate)은 Anthrone法(大山喜信, 1976)으로, 粗纖維의 分析은 Goering 및 Van Soest法(1970)에 의하여 NDF, ADF, lignin 및 cellulose 함량을 分析하였으며, hemicellulose는 NDF와 ADF의 차이로서 계산하였다. 또 *in vitro* 乾物消化率(IVDMD)은 Tilley 및 Terry(1963)의 方法에 의거 분석하였으며 아미노산의 分析은 Macon등(1980)의 方法에 의거하여 Biotronic LC 5001을 이용하여 分析하였다. 또 窒酸態 窒素의 分析은 Johnson 및 Ulrich(1950) 方法을 참고하여 80°C에서 水溶性 窒素를 추출한 후 phenoldisulfonic acid法으로 비색정량하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 刈取時期 및 窒素施肥水準이 飼草用 油菜의 收量에 미치는 影響

刈取時期 및 窒素施肥水準에 따른 草丈, 乾物率, 乾物收量, *in vitro* 乾物消化率 및 窒酸態窒素의 含量變化는 Table 4에서 보는 바와 같다.

草丈은 刈取時期別로 差異를 보이지 않은 반면 窒素施肥水準이 ha當 0, 100 및 200kg으로 增加함에 따라 有意적으로 增加하였는데 ($P < 0.05$) 100 kg 처리구에서는 무처리구에 비하여 68.8%가 增加하였고 200kg 施用區는 100kg 施用區에 比하여 16.5%만 增加하여 초장이 수량과 깊은 관계가 있다고 볼때 100kg 시용구가 보다 効果的이라고 생각된다. 乾物率에서는 刈取時期가 늦어질수록 증가하였으나 ($P < 0.01$) 窒素施肥水準이 增加함에 따라 오히려 低下하는 경향을 보였고 ($P < 0.05$), 油菜가 成熟함에 따라 乾物率은 增加하여 Berendonk(1982)의 油菜는 熟期가 진행됨에 따라 잎에 대한 줄기의 비율이 많아지고 건물율이 증가한다는 報告와 일치하였다. 이러한 경향을 알팔파나 티모시에 있어서도 熟期가 진행됨에 따라 건물율은 증가한다고 보고된 바 있

Table 4. Effects of N fertilization levels and cutting dates on the agronomic characteristics and DM yield of forage rape.

Cutting date (days after sown)	N fertiliza- tion level (kg/ha)	Plant height (cm)	DM (%)	DM yield (kg/ha)	IVDMD* (%)	NO ₃ -N (ppm)
1 November (56)	0	28.9 ^a	12.37 ^a	1,539.7 ^a	86.58	1,734 ^a
	100	52.0 ^b	9.60 ^b	3,203.3 ^b	86.32	2,547 ^b
	200	60.8 ^c	9.10 ^b	3,736.5 ^b	85.70	3,845 ^c
	Mean	47.2 ^{NS}	10.28 ^A	2,816.5 ^A	86.20	2,709 ^A
15 November (70)	0	31.0 ^a	15.13 ^a	2,707.9 ^a	81.16	1,243 ^a
	100	52.2 ^b	12.70 ^{ab}	4,674.7 ^b	82.72	2,671 ^b
	200	61.3 ^c	11.70 ^b	5,057.1 ^b	77.80	3,274 ^c
	Mean	48.2 ^{NS}	12.84 ^B	4,146.5 ^B	80.56	2,396 ^B
3 December (89)	0	31.5 ^a	14.53 ^{NS}	2,681.6 ^a	87.34	1,452 ^a
	100	49.7 ^b	14.80 ^{NS}	4,853.6 ^b	89.82	2,066 ^b
	200	57.2 ^c	13.40 ^{NS}	5,445.7 ^b	86.46	3,198 ^c
	Mean	46.1 ^{NS}	14.26 ^C	4,327.0 ^B	87.87	2,239 ^B
Mean	N 0	30.4 ^A	13.68 ^A	2,309.7 ^A	85.03	1,356.3 ^A
	N 100	51.3 ^B	12.38 ^B	4,243.9 ^B	86.29	2,428.0 ^B
	N 200	59.8 ^C	11.42 ^B	4,746.4 ^B	83.32	3,439.0 ^C

Means for each element followed by a common letter are significantly different (0.05 level).

*IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

다 (Walton, 1983).

한편 乾物收量에 있어서는 刈取時期가 늦어질수록 增加하는 경향을 보였으나 11월 15일과 12월 3일 사이에는 19일간의 生育期間이 있었음에도 불구하고 有意的인 增收를 보이지 못하였는데 이러한 현상은 Jung 등 (1986)이 발표한 바와 같이 飼草用 油菜는 播種後 80일까지는 거의 직선적으로 乾物收量이 증가하나 그 이후부터는 乾物蓄積率이 낮아지고 120일이 지나면 오히려 감소한다고 하였으며 Sheldrick 등 (1981)도 사초용 油菜의 건물 수량은 11月 下旬에 최대에 이르고 그 이후에는 차츰 낮아졌다고 報告하였는데 우리나라에서도 11月 初까지는 乾物蓄積率이 매우 높으나 그 이후부터는 큰 변화가 없으며 11月 下旬까지 圃場에 들 경우 乾物의 增加는 기대할 수 없으나 養分의 損失없이 多汁한 靑草를 家畜에 급여할 수 있는 長點이 있다고 생각된다. 또 窒素施肥 水準이 ha當 100kg 및 200kg으로 增加함에 따라 無施用區에 比하여 83.7%, 106%가 각각 增收되었는데 이러한 결과는 飼草用 油菜가 窒素施肥에 對한 效果가 높다는 것을 알 수 있었고 100kg과 200kg 施用區間에는 有意的인 增收를 보이지 않아 飼草用 油菜의 適正 窒素施用 水準

은 토양비옥도에 따라서 다소 차이가 있겠으나 ha 당 100kg내외가 적당하다고 생각된다.

이러한 結果는 Patras 및 Pinzariu (1983)가 飼草用 油菜에 있어서 적정 窒素施肥水準을 ha當 120 kg~160kg으로 보고 한 것이나 Jung 등 (1984)과 Harangozo 및 Harangozo (1985)도 飼草用 油菜는 토양수분이 제한되지 않는 조건에서 질소시비수준과 刈取時期에 따라 거의 직선적으로 증가한다고 하여 충분한 질소만 있다면 보다 많은 增收를 기대할 수 있다고 하였다.

한편 *in vitro* 乾物 消化率에 있어서는 窒素施肥 水準과 刈取時期에 따른 일정한 경향을 보이지 않았으나 84% 정도로 상당히 높았다. 이러한 경향은 Kalmbacher 등 (1982)도 생육기간이 150일, 130일, 및 110일로 짧아지더라도 油菜의 IVDMD는 87.7%로 거의 일정하다고 보고하였고, Jung 등 (1981)은 生育期間이 60日에서 120日로 길어짐에 따라 IVDMD도 90.3%에서 88.3%로 감소되었다고 報告하였으나 Sheldrick 등 (1981)과 Sheldrick 및 Lavender (1981)는 生育期間이 길어질수록 조금씩 증가하다가 12月初를 기준으로 감소한다고 보고하여 刈取時期에 따른 油菜의 IVDMD는 增減의 폭이 매우

Table 5. Mineral element content composition of forage rape*

Element	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Cu	
									g / kg
1 Nov.	5.7	22.2	19.2	3.5	1.1	123.7	40.4	4.7	
	5.2	17.2	22.0	3.7	1.6	116.2	39.6	4.6	
	5.3	22.5	23.3	4.7	1.8	81.8	44.7	4.1	
	Mean	5.4	20.6	21.6	4.0	1.5	107.2	41.6	4.5
15 Nov.	5.4	26.9	18.9	4.7	1.6	142.4	42.5	4.5	
	5.0	22.2	20.0	4.2	1.4	138.1	66.4	3.6	
	4.9	21.1	11.5	3.6	1.8	139.1	53.5	4.3	
	Mean	5.1	23.4	16.8	4.2	1.6	139.9	54.1	4.1
3 Dec.	4.3	14.3	16.7	3.7	1.1	131.6	40.2	4.2	
	4.2	15.0	23.7	3.5	1.6	114.4	31.3	3.6	
	4.1	13.7	20.8	3.9	1.8	106.8	58.4	4.3	
	Mean	4.2	14.3	20.4	3.7	1.5	117.6	43.3	4.0
Mean	N 0	5.1	21.1	18.3	4.0	1.3	132.6	41.0	4.5
	N100	4.8	18.1	21.9	3.8	1.5	122.9	45.8	3.9
	N200	4.8	19.1	18.5	4.1	1.8	109.2	52.2	4.2
Silage**	5.4	15.5	21.8	3.6	1.4	92.5	81.4	4.0	

*Variety: Akela, **Forage rape silage without additive.

작아서 禾本科나 荳科牧草에 비교하여 볼때 消化率 이 매우 높은 단경기용 飼料作物이라고 할 수 있을 것이다.

供試된 油菜의 窒素態 窒素의 含量에 있어서는 窒素施肥 水準이 높아질수록 증가하였고 ($P < 0.05$) 刈取時期가 늦어짐에 따라 減少하는 경향을 보였으나 有意性은 없었다. Nitsch(1986)는 단경기 작물로 利用되는 飼草中 油菜가 가장 많은 窒素態 窒素를 含有하고 있다고 하였고 Anderson(1983)도 질소시비 수준이 높을수록 窒素態 窒素의 含量도 높았다고 보고하여 본 研究의 結果와 일치하였다.

따라서 油菜의 增收에 必須의인 窒素施肥의 増加로 인하여 油菜中 窒素의 含量은 증가하고 그 含量이 家畜에게 피해를 주지 않는다고 할지라도 급여량의 제한요인으로 作用하며 정상적인 生産效果를 기대할 수 없다고 생각된다. 그러나 이러한 窒素態 窒素는 저장하는 과정중에 급격히 감소되며 (Ohshima 및 McDonald, 1978; Kurtz 및 Smith, 1966), 특히 사일리지로 저장할 때는 수분함량이 높을수록 그 減少率이 크다고 하였기 때문에 (Jacobson 및 Wiseman, 1963) 수분함량이 많은 油菜는 사일리지로 저장하게 되면 窒素態 窒素含量 때문에 發生되는 問題들은 해결될 수 있을 것으로 생각된다.

2. 無機成分 含量

刈取時期 및 窒素施肥 水準에 따른 飼草用 油採의 無機成分 含量은 Table 5에서 보는 바와 같다. 刈取時期가 늦어짐에 따라 P 및 Cu의 함량은 감소하는 경향을 보였고 다른 無機成分에 있어서는 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었다. 窒素施肥 水準에 따른 無機成分 含量變化는 P, K, 및 Mn에서 감소하는 경향을 보였으나 Na 및 Fe는 증가하였고 Ca, Mg 및 Cu에 있어서는 뚜렷한 경향을 찾아 볼 수 없었으나 Jung 등(1984)이 발표한 油採의 無機成分 含量보다는 P, Ca, Mg 및 Cu의 含量이 높았고 K 및 Fe의 함량은 낮았으며 특히 Mn의 함량은 3배 이상 높았다.

3. 窒素施肥 水準에 따른 飼草用 油菜의 아미노산 含量

Table 6은 窒素施肥 水準에 따른 飼草用 油菜의 아미노산 構成을 나타내고 있다. Proline을 제외한 모든 아미노산 함량은 窒素施肥 水準이 증가할수록

Table 6. Amino acid compositions of forage rape and silage.

Amino acid	N fertilization level (kg/ha)			Silage*
	N0	N100	N200	
	g/100g DM			
Lysine	0.95	1.06	1.17	1.13
Histidine	1.34	1.34	1.34	2.02
Arginine	0.87	1.00	1.12	0.91
Aspartic acid	1.36	1.50	1.64	1.59
Threonine	0.65	0.73	0.80	0.80
Serine	0.57	0.63	0.69	0.71
Glutamic acid	2.05	2.51	2.97	2.17
Proline	1.80	1.73	1.65	1.91
Glycine	0.84	0.91	0.98	1.08
Alanine	0.96	1.05	1.14	1.26
Valine	0.85	0.97	1.08	1.16
Methionine	0.24	0.29	0.33	0.36
Isoleucine	0.64	0.69	0.73	0.86
Leucine	1.09	1.18	1.27	1.38
Tyrosine	0.60	0.65	0.70	0.65
Phenylalanine	0.73	0.81	0.89	0.91
Cysteic acid	0.15	0.17	0.19	0.15
Total	15.69	17.22	18.69	19.05

* Silage; forage rape silage without additive.

증가하여 總 아미노산 含量에 있어서도 증가하는 경향을 보였고 전체적으로 낮은 含量을 보인 것은 생육말기인 12月 初에 수확한 것이기 때문인 것으로 생각된다.

各 成分에 있어서는 glutamic acid, proline, aspartic acid 순으로 높았다.

이상의 結果를 볼때 飼草用 油菜는 窒素增施에 對한 增收效果가 컸으나 ha 당 窒素施肥 水準을 100 kg에서 200kg으로 增施하여도 有意的인 收量增加를 보이지 않았기 때문에 試驗圃場과 같은 토양조건이라면 飼草用 油菜의 適切한 窒素施肥 水準은 ha當 100kg 정도라고 생각되며 蛋白質含量이 豊富하고 無機成分 含量이 높으며 粗纖維 含量이 낮아 *in vitro* 乾物 消化率이 높은 우수한 端境期 飼料作物이라고 생각된다.

IV. 摘 要

本 研究는 乾物收量이 높고 耐冷性이 強하여 그 栽培面積이 확대되고 있는 飼草用 油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 刈取時期 및 窒素施肥 水準이 收量과 飼料價値에 미치는 影響을 究明할 목적으로 1985년 9월부터 1986년 12월까지 서울대학교 農科大學에서 실시되었는데 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 生育期間이 길어질수록 乾物率 및 乾物收量은 有意的으로 증가하였으나 窒酸態 窒素의 含量은 감소한 반면 IVDMD는 큰 影響을 받지 않았다.

2. 窒素施肥 水準이 증가할수록 草丈, 乾物收量 및 窒酸態 窒素의 含量은 有意的으로 증가하였고 乾物率은 감소하였으며 IVDMD(*in vitro* 건물소화율)는 일정한 傾向을 발견할 수 없었다.

3. 飼草用 油菜는 蛋白質 含量과 粗灰分 含量이 높고 粗纖維含量은 낮았으며 蛋白質 含量에 있어서는 glutamic acid, proline 및 aspartic acid의 含量이, 無機成分에 있어서는 P, Ca 및 Mg의 含量이 높았다.

V. 引用文獻

- Anderson, R. 1983. The effect of extended moist wilting and formic acid additive on the conservation as silage of two grasses differing in total nitrogen content. *J. Sci. Food Agric.* 34:808-818.
- A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis. 14th ed.
- Berendonk, C. 1982. Effect of harvest date on yield and quality of spring and winter swede rape varieties grown as a catch crop. 1. Yield, leaf: stem ratio and dry matter content. *Wirtschaftseigene Futter.* 28(2):156-165. via. *Herb. Abst.* 53:2333, 1983.
- Berendonk, C. 1982. Part 2. Crude ash, crude fibre and crude protein content and digestibility of organic matter. *Wirts. Futter.* 28(3):202-214 via *Herb. Abst.* 53:502, 1983.
- Goering, H.L. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook No. 379.* USDA.
- Harangozo, A. and K. Harangozo. 1985. Effect of various fodder rapes grown as catch crops. *Herb. Abst.* 55(2):233.
- Jacobson, W.C. and H.G. Wiseman. 1963. Nitrate disappearance in silage. *J. Dairy Sci.* 46:617-618.
- Johnson, C.M. and A. Ulrich. 1950. Determination of nitrate in plant material. *Analytical Chem.* 22:1526-1529.
- Jung, G.A., W.I. McClellan, R.A. Byers, R.E. Kocher, L.D. Hoffman and H.J. Donley. 1983. Conservation tillage for forage Brassicas. *J. Soil Water Conserv.* 38:227-230.
- Jung, G.A., R.E. Kocher and A. Glica, 1984. Minimum-tillage forage turnip and rape production on hill and as influenced by sod suppression and fertilizer. *Agron. J.* 76:404-408.
- Jung, G.A., R.A. Byers, M.T. Panciers and J.A. Shaffer. 1986. Forage dry matter accumulation and quality of turnip, swede, rape, chinese cabbage hybrids and kale in the Eastern USA. *Agron. J.* 78:245-253.
- Kalmbacher, R.S., P.H. Everett, F.G. Martin and G.A. Jung. 1982. The management of brassica for winter forage in the sub-tropics. *Grass and Forage Sci.* 37:219-225.
- Kurtz, L.T. and S.E. Smith. 1966. Nitrogen fertility requirements. *Advances in corn production: Principles and Practices.* pp.195-263. Iowa St. Univ. Press.
- Macon, V.C., S. Bech-Anderson and M. Rudemo. 1980. Hydrolysate preparation for amino acid determination in feed constituents. 8. Studies of oxidation conditions for streamline procedures. *Zeitschrift fur Tierphysiologie, Tierernahrung und Futtermittelkunde Band 43:Heft 3.* 146-164.
- Nitsch, A. 1986. Nitrates in catch crops. *Herb. Abst.* 56:1739.
- Ohshima, M., K. Oouchi and N. Kukino. 1978. The relation between the silage quality and the reduction of nitrate during ensilage. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.* 30:19-24.
- Patras, J., and D. Pinzariu. 1983. Doubling cropping, ensures a very economical forage reserve. *Herb. Abst.* 53(2):714.
- Sheldrick, R.D., J.S. Fenlon and R.H. Lavender. 1981. Variation in forage yield and quality of three cruciferous catch crops grown in southern England. *Grass and Forage Sci.* 36:179-187.

19. Sheldrick, R.D., R.H. Lavender. 1981. A comparison of a hybrid stubble turnip (cv. Appin) with other cruciferous catch crops for lamb fattening. 1. Initial evaluation for dry matter yield and forage quality. *Grass and Forage Sci.* 36:281-289.
20. Tilly, J.M.A. and R.A. Terry, 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Bri. Grassld. Soc.* 18:104-111.
21. Walton, P.D. 1983. **Production and Management of Cultivated Forages.** Reston Pub. Co. Inc., Reston, Virginia. A Prentice-Hall Co. p. 336.
22. 大山喜信. 1976. 栽培植物 分析測定法, 作物分析委員會編. pp. 335~339.
23. 金東岩, 成慶一, 曹武煥. 1986. 飼草用 油菜와 燕麥, 호밀, 라이그라스 및 순무間的 秋季間 生産性 比較. *韓畜誌* 28(2): 117 - 120.