

양질 조사료 생산을 위한 청보리와 콩과 작물의 작부체계 및 질소 시비량에 관한 연구

김대호 · 강달순 · 문진영 · 신현열 · 손길만 · 노치웅 · 김정곤*

Study on Cropping System and Nitrogen Fertilizers of Whole Crop Barley and Leguminous Crop for Production of Good Quality Forage

Dae-Ho Kim, Dal-Soon Kang, Jin-Young Moon, Hyun-Yul Shin, Gil-Man Shon, Chi-Woong Rho and Jung-Gon Kim*

ABSTRACT

To improve the forage quality and reduce nitrogen input, trial was conducted on the effect of seeding method, combination, and nitrogen fertilizer with WCB (whole crop barley) and leguminous plant. Present experiment was carried out by split-split design having seeding methods for main plot, combinations for sub-plot, and nitrogen fertilizers for sub-sub plot with three replications. When WCB and leguminous plant were mixed-sown, WCB showed earlier heading and maturing than those of inter-sown, and the more nitrogen delayed growth stage a little. Occurrence of BaYMV (Barley Yellow Mosaic Virus), a serious disease caused by soil fungi and decrease barley yield, was deterred by mixed-seeding as compared to inter-sown barley a little. Inter-sown WCB increased the number of spike per m² as compared to mixed-seeding showing more spikes with nitrogen increase. WCB produced much fresh and dry matter yield at mixed-seeding than inter-seeding, and had advantage with hairy vetch (HV). Increased nitrogen showed much forage yield, however, half application of it is considerable for environmental-friendly farming. Electric conductivity (EC) decreased in inter-cropping or mixed-sowing soil with WCB and leguminous crop after harvest. But, organic matter (OM) content of soil after harvesting was vice versa. Acid detergent fiber (ADF) and Neutral detergent fiber (NDF) of WCB plant were higher at mixed-seeding than those of inter-sown ones. It showed increased tendency with time progress.

(Key words : Forage, Inter-cropping, Mixed-Seeding, Whole crop barley, Leguminous crop)

I. 서 론

국제식품규격위원회 (Codex)에서는 유기사료 개발 분야는 임간초지, 콩과와의 혼파 등의 작부체계 확립이 필요하다고 하였는데 (Kickappo,

1996), 콩과작물에서 고정된 질소는 뿌리로부터 암모늄, 아미노산, 그리고 아미이드 등이 용출되어 화분과 작물로 흡수 이용되는 것으로 밝혀져 있으며 (Brophy 및 Heichel, 1987), Stem과 Donald(1962)는 간작재배시 단작재배와는 다르

경상남도농업기술원 (Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea)

* 농업유전자원연구센터 (National Agrobiodiversity Center, RDA, Suwon 441-853, Korea)

Corresponding author: Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea Tel: +82-55-771-6243, E-mail: goodyear58@korea.kr

게 광 에너지 이용 효율 및 생산성에 따르는 많은 요인들이 복합적으로 작용할 뿐만 아니라, 간작시 화분과 작물과 콩과작물의 품종에 따라서도 양 작물의 상호작용 관계는 차이가 있다고 보고한 바 있다. 또한 화분과와 콩과작물 간작재배는 조단백질 함량 및 수량을 높여 사료 가치를 향상시킬 뿐만 아니라, 연작장애로 인한 병충해와 잡초 등의 영향에 대한 위험 분산(北村와 西村, 1971), 콩과작물에 의해 고정된 질소의 화분과 작물로의 이행 등 (Simpson, 1965) 많은 이점이 있다. 이 등 (1996; 1997; 1999)은 수수×수단그라스 교잡종과 콩을 간작 재배했을 때, 건물수량, 조단백질 함량 및 가축 기호성이 높아졌다고 보고하였는데, Evans와 Russel (1971)은 수단그라스 교잡종과 콩 간작 재배시 질소 고정능력이 발휘될 때까지 일정 기간이 필요하며, 생육 초기에는 간작의 효과가 적으므로 파종당시 적정량의 질소 시용이 필요하다고 하였는데, 이 때 다량의 질소시비는 화분과의 과번무로 콩과작물을 억압하고 근류 형성에 악영향을 미쳐 간작의 효과가 떨어진다고 하였다. 헤어리베치를 조사료로 이용할 경우, 단용하면 가축에 대한 독성이 유발될 수 있고, 담근먹이 조제시는 수분 함량이 낮아 품질이 저하되는 단점이 있다. 그러나 이런 문제는 화분과 사료작물과 혼파할 경우 해결될 수 있으며, 화분과 사료작물에서 부족한 영양소를 보충해 주는 효과도 있다. 콩과 피복작물을 조사료로 활용시 후작물에 대한 효과는 후작물의 감수보다 피복작물의 증수효과가 더 높게 나타나 년간 조사료 수량을 감안하면 콩과작물을 이용하는 것이 더 많은 수량을 올릴 수 있다고 한다(Holderbaum 등, 1990). 서 등

(2000a; 2000b)은 옥수수 단작 재배시 추파된 헤어리베치를 녹비로 이용하면 옥수수에 대한 질소 공급효과도 150 kg/ha 이상을 얻을 수 있어 질소 화학비료의 시용없이 옥수수의 생산이 가능하고 또한, 연맥과 헤어리베치를 혼파했을 때는 수확후 재생·월동한 헤어리베치는 옥수수에 대한 질소 공급원으로 활용할 수 있다고 하였다. 김 등 (2005)은 사료용 유채를 호밀, 귀리, 보리 및 이탈리아 라이그라스 등과 혼파하였을 때, 유채+호밀, 유채+보리 혼파구에서 건물수량 증가가 높았으며, 유채+호밀 혼파구에서 생초수량이 높았다고 하였다. 본 연구는 남부지방에서 친환경적인 양질의 조사료를 생산하기 위하여 청보리와 콩과 식물의 혼파에 관한 시험을 수행하고 그 결과를 제시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2003년부터 2005년까지 경상남도 농업기술원 전작시험포장(경도 128° 5', 위도 35° 11', 표고 25m)에서 실시하였다. 시험포장 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같았는데, 토양 pH는 6.8(적정수준 6.5~7.0)인 약산성 토양이었고, EC는 0.39(적정범위 0.30~1.00), 유기물 함량은 23.8 g/kg(적정범위 20~30 g/kg), 칼슘 함량은 6.91 cmolc/kg(적정범위 6.0~7.0 cmolc/kg)으로 적정수준이었다. 그러나 토양 유효인산 함량은 570 mg/kg으로 적정범위인 150~250 mg/kg 보다 2배 이상 높았으며, 칼륨 함량은 0.99 cmolc/kg으로 적정범위인 0.45~0.55 cmolc/kg 보다 2배 정도 높았고, 마그네슘 함량도 3.05 cmolc/kg으로 적정범위인 2.0~2.5 cmolc/kg 보다 높았다.

Table 1. Chemical properties of upland soil used in the experiment

Item	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cat.(cmolc/kg)		
					K	Ca	Mg
Measurement value	6.8	0.39	23.8	570	0.99	6.91	3.05
Optimal range	6.5~7.0	0.30~1.00	20~30	150~250	0.45~0.55	6.0~7.0	2.0~2.5

청보리와 콩과 작물과의 혼파 시험을 위한 시험재료는 보리(영양보리), 헤어리베치 그리고 자운영을 공시하였다. 파종방법을 주구로 혼파와 간작의 2처리를 두었으며, 혼파방법은 보리와 콩과작물을 70:30 비율(w/w)로 혼합하여 파종하였고, 간작은 보리와 콩과작물을 각각 한 줄씩 반복하여 파종하였다. 세구는 혼파 조합으로서 보리+자운영과 보리+헤어리베치의 조합을 비교하였다. 그리고 질소 시비량은 세 세구에 배치하였는데, 질소 시비량(kg/10a)은 7.8, 3.9, 그리고 질소 비료를 생략한 세 수준으로 하였다. 인산과 가리는 10a당 6.8kg과 3.9kg을 전량 기비로 사용하였으며, 재식거리는 휴복과 파복을 40×18cm로 하여 줄뿌림하였다. 조사 및 분석은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(2003. 11)에 준하였으며, 기타 재배법 및 시험포장 관리는 경남농업기술원 표준 재배법에 준하여 실시하였다. 청보리와 혼파작물을 황숙기(출수후 30일경)에 단위면적을

예취하여 처리별 청에 및 건물수량을 비교하였다. 사료품질은 국립식량과학원 벼맥류부 사료맥류 연구실에 의뢰하여 분석하였는데, ADF(acid detergent fiber)와 NDF(neutral detergent fiber)은 Van Soest법을 이용하여 분석하였고, 가소화양분총량 TDN(total digestible nutrients) = 88.9 - (0.79 - ADF)에 의해 산출하였다. 처리간의 유의성 검정은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 LSD 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 파종방법별 혼파조합에 따른 토양의 화학성 변화

Table 2는 청보리의 재배 전 후의 토성을 조사하기 위하여 청보리 단작과 청보리와 헤어리베치 또는 청보리와 자운영의 혼파와 간작 등 파종방법과 파종조합 및 질소 수준별로 각각의

Table 2. Changes of chemical properties of the soil at early growth stage and after harvest according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	pH (1:5)			EC (ds/m)			OM (g/kg)		
			BS ³⁾	AH ⁴⁾	Diff. ⁵⁾	BS	AH	Diff.	BS	AH	Diff.
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	7.3	7.4	0.1	0.43	0.28	0.15	21.9	23.1	1.2
	+	3.9	7.4	7.4	0.0	0.45	0.31	0.14	22.4	24.0	1.6
	Barley	7.8	7.5	7.6	0.1	0.42	0.35	0.07	21.5	23.1	1.6
	CMV ²⁾	0	7.4	7.5	0.1	0.51	0.26	0.25	22.8	24.3	1.5
	+	3.9	7.3	7.5	0.2	0.55	0.27	0.28	23.2	24.3	1.1
	Barley	7.8	7.2	7.4	0.2	0.43	0.29	0.14	22.2	22.3	0.1
Inter-seeding	HV	0	7.4	7.4	0.0	0.36	0.26	0.1	22.3	23.5	1.2
	+	3.9	7.3	7.4	0.1	0.41	0.30	0.1	22.9	23.6	0.7
	Barley	7.8	7.3	7.4	0.1	0.42	0.32	0.1	23.2	24.2	1.0
	CMV	0	7.4	7.6	0.2	0.41	0.35	0.06	22.4	22.6	0.2
	+	3.9	7.3	7.4	0.1	0.47	0.31	0.16	22.9	24.7	1.8
	Barley	7.8	7.4	7.5	0.1	0.63	0.28	0.35	23.0	23.3	0.3
Barley single cropping		7.8	7.4	7.5	0.1	0.47	0.31	0.17	22.3	23.5	1.2

¹⁾ HV : hairy vetch.

²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

³⁾ BS : Before seeding.

⁴⁾ AH : After harvest.

⁵⁾ Diff. : difference.

파종 전과 수확 후의 토양 특성 변화를 조사한 결과이다. pH의 변화는 파종 전 7.3에 비해 시험 후 7.4로 다소 높아지는 경향을 보였다. 특히, 자운영과 보리를 혼파한 경우 수확기 토양의 pH가 높아지는 경향이였다. 토양의 EC 값은 모든 처리에서 파종 전보다는 수확 후에 낮아졌다. 이것은 다른 사료작물 재배 때와는 다소 다른 결과를 보였는데, 이는 콩과작물 혼파에 따른 질소 시비량의 차이에서 기인하는 것으로 생각되었다. 유기농업에서의 질소공급은 콩과작물의 질소고정과 가축분이나 가축 퇴비의 시용으로 충분히 질소를 공급할 수 있으며 (한 등, 1995; 北村과 西村, 1971; Whitehead, 1970; Wana 및 Miller, 1978), 이러한 이유 때문에 유럽의 유기농가에서는 간작으로 녹비작물의 49.3%를 재배하고 있다(Chalk, 1996; Cummins, 1981). 유기물 함량은 혼파와 간작을 했을 때 생육초기보다 수확기에 높아지는 경향을 보였다. 특히, 콩과작물과 보리를 혼파를 한

경우 간작에 비해 토양의 유기물 함량은 높아지고 EC 값은 낮아지는 결과를 나타내었다.

2. 파종방법별 혼파조합에 따른 청보리의 생육

혼파방법, 조합 및 질소 시비량에 따른 초기 생육상태를 보면 (Table 3), 헤어리베치와 보리를 혼파하였을 때, 보리의 출현이 다소 불량하였으나, 한해(寒害)는 적었던 것으로 나타났다. 혼파에서 청보리의 출현이 다소 불량했는데, 이는 헤어리베치와 물리적 경합상태에 의한 것으로 보였다. 보리에서 심하게 발생하는 토양 전염성병인 보리 호위축병 발생은 혼파조합에 상관없이 혼파에서 발생이 경감되어 여기에 대한 검토가 필요한 것으로 보였다. 보리 호위축병 (BaYMV)은 *Polymixa graminis*라는 곰팡이에 의해 매개되는 바이러스로 보리에서 심각한 수량감소 요인이 되고 있으며, 연작시 그 발생이 심화되는데, 이는 연작장해로 인한 병충해나

Table 3. Comparison of agronomic characteristics of the early growth stage and BaYMV occurrence according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Emergence ³⁾		Before wintering			Cold injury (0-9)	BaYMV ⁴⁾ (0-9)
			Vetch	Barley	Plant height (cm)	No. of panicle (No./m ²)	No. of leaf		
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	1	2	13.6	708	3.1	1	1
	+	3.9	1	2	13.1	622	2.8	1	1
	Barley	7.8	1	2	13.4	728	3.1	1	1
	CMV ²⁾	0	2	1	13.2	745	3.0	3	1
	+	3.9	2	1	13.3	730	3.0	3	1
	Barley	7.8	2	1	13.9	663	3.1	3	1
Inter-seeding	HV	0	1	1	16.1	519	3.1	3	3
	+	3.9	1	1	15.8	580	2.8	3	3
	Barley	7.8	1	1	15.1	579	3.0	3	3
	CMV	0	2	1	16.8	553	3.2	3	3
	+	3.9	2	1	16.2	600	2.9	3	3
	Barley	7.8	2	1	16.4	619	3.1	3	3

¹⁾ HV : hairy vetch,

²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

³⁾ 1 : good, 2 : nil.,

⁴⁾ BaYMV : Barley Yellow Mosaic Virus.

잡초 등의 악영향에 대한 위험분산 및 지력유지 등 많은 장점이 있다(北村와 西村, 1971)고 한 결과에서 시사점을 찾을 수 있을 것으로 보였다.

Table 4는 본시험에서 청보리 생육단계와 생육상태를 나타낸 것이다. 질소 시비량이 늘어날수록 출수 및 성숙기가 지연되었으며, 도복도 다소 발생하였다. 최고분얼경수 및 단위면적당 수수도 대체로 비슷한 경향이었으며, 간작에서 혼파보다 다소 많아서 혼파하였을 때 두 초종이 경쟁관계를 보인 것으로 보였다. 혼파에서 청보리의 단위면적당 수수가 간작보다 적었는데, 이는 혼파에서는 간작보다 헤어리베치나 자운영의 생육이 청보리보다 상대적으로 우점된 상태가 되었기 때문으로 판단되었다.

3. 파종방법별 혼파조합에 따른 청보리의 품질 특성

Table 5는 파종방법별 혼파조합에 따른 청보

리의 사료가치를 나타낸 것이다. 일반적으로 생산된 사료의 가치는 생산수량도 중요하지만, 성분 및 섭취량 등에 따라 서로 달라지며, 결국 사료작물의 생산목적은 가축에게 급여 이용하는 것이므로 기호성 및 채식량은 가축 대사작용에 중요한 요인으로 작용한다(吉田 등, 1986). 그러므로 조사료 작부방식 및 생육시기에 따른 작물의 양분수준과 섭취량의 차이는 가축 생산성에 중요한 영향을 미친다고 할 수 있다(조, 1960).

불용성 섬유질인 ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber) 함량은 파종방법 및 작부조합 간에는 일정한 경향을 볼 수 없었으나, TDN (total digestible nutrients) 함량은 질소 시비량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 한편 청보리 단작에 비해서는 청보리와 콩과작물의 혼파 및 간작이 전체적으로 사료가치가 높은 경향을 볼 수 있었다.

보리의 생육단계별 가소화 건물 축적은 생육 후반부인 황숙기 전후에서 가장 높았다. 청보

Table 4. Comparison of the growth stage, number of maximum tiller and plant height according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Growth stage		Maximum tiller (No./m ²)	Lodging (0-9)	Spike (No./m ²)	Plant height (cm)
			Heading date	Maturing date				
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	23 April	31 May	1,468	0	622	81
	+	3.9	24 April	31 May	1,608	0	732	85
	Barley	7.8	25 April	1 June	1,943	0	713	85
	CMV ²⁾	0	24 April	30 May	1,642	0	640	81
	+	3.9	24 April	30 May	1,950	0	682	86
	Barley	7.8	25 April	31 May	1,840	0	797	85
Inter-seeding	HV	0	24 April	30 May	1,775	0	1,025	84
	+	3.9	26 April	1 June	2,118	1	1,217	85
	Barley	7.8	27 April	2 June	1,915	1	1,455	86
	CMV	0	24 April	30 May	1,738	0	963	85
	+	3.9	25 April	31 May	1,992	1	1,322	84
	Barley	7.8	26 April	1 June	2,107	1	1,362	86

¹⁾ HV: hairy vetch, ²⁾ CMV: Chinese milk vetch.

Table 5. Comparison of nutritive value according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer in plant cut in mid May

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Nutritive value (%)		
			ADF ³⁾	NDF ⁴⁾	TDN ⁵⁾
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	38.2	63.1	56.2
	+	3.9	35.8	56.7	68.8
	Barley	7.8	39.1	59.8	65.0
	CMV ²⁾	0	37.9	57.5	64.2
	+	3.9	40.4	53.0	64.4
	Barley	7.8	31.0	56.3	70.3
Inter-seeding	HV	0	37.9	59.6	55.4
	+	3.9	41.3	52.9	61.3
	Barley	7.8	37.8	57.3	65.7
	CMV	0	39.2	60.1	63.9
	+	3.9	39.6	58.3	67.2
	Barley	7.8	38.8	56.6	72.9
Barley single cropping		7.8	40.8	64.5	62.7

¹⁾ HV : hairy vetch,

²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

³⁾ ADF=Acid detergent fiber,

⁴⁾ NDF=Neutral detergent fiber,

⁵⁾ TDN=Total digestive nutrients.

리는 벼와의 작부체계에 문제가 없는 이상 가소화 건물수량 및 에너지 생산성이 가장 높은 호숙기~황숙초기에 수확하여 사일리지로 이용하는 것이 좋다. 이보다 늦을 경우 알곡의 탈립으로 영양분 손실이 커져 불리하다. 청보리 사료화의 장점으로는 첫째, 단위 중량당 사료 가치가 높아 배합사료 대체 효과가 크고, 둘째, 종자의 자가생산 이용이 가능하며, 호밀보다 기계화 작업이 용이하며, 또한 소화율이 높아 육성우에 효과가 크고, 기능성 식이섬유인 베타글루칸 성분이 많아 과잉 지방축적을 예방하는 등의 많은 장점을 가지고 있다.

Table 6은 예취시기별 청보리 단작 또는 청보리와 헤어리베치, 청보리와 자운영의 파종 방법, 파종 조합 및 질소 수준별 acid detergent fiber (ADF) 함량을 나타낸 것이다. 6월 예취를 제외하고는 모두 간작보다 혼파에서 높았으며, 헤어리베치와의 혼파구가 자운영보다 다소 높은 것으로 나타났으며, 혼파시 보리 단작보다 높았다. 또한, 질소 시용량 간에는 일정한 경향

을 나타내지 않았다.

Seo 등 (2000) 청보리와 헤어리베치를 혼작했을 때, 조단백질 함량은 보리 단작에 비해 6.6%, ADF 함량은 4% 높아졌으며, NDF 함량은 6% 이상 낮아지는 결과를 보였다고 하였는데, 본 시험에서도 헤어리베치와 자운영 모두 간작보다 혼파시 ADF 함량은 높았고, NDF 함량은 낮아지는 경향을 보였기 때문에, 간작보다 혼파가 유리할 것으로 판단되었다.

Table 7은 청보리 단작 또는 청보리와 헤어리베치, 청보리와 자운영의 파종 방법, 파종 조합 및 질소 수준별 NDF 함량을 나타낸 것이다. NDF 함량은 간작보다 혼파구에서 다소 높은 것으로 나타났으며, 청보리와 헤어리베치를 간작으로 재배했을 때 대체로 높은 것으로 보였다.

청보리 단작 또는 청보리와 헤어리베치, 청보리와 자운영의 파종 방법, 파종 조합 및 질소 수준별 TDN 함량은 Table 8과 같다. ADF 및 NDF의 경우와 다소 다른 결과를 보였는데,

Table 6. Comparison of acid detergent fiber (ADF) contents in different cutting times according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Acid detergent fiber contents(%)		
			April	May	June
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	26.64	40.30	48.21
	+	3.9	30.42	31.70	35.89
	Barley	7.8	33.33	31.47	49.10
	CMV ²⁾	0	31.11	38.32	37.90
	+	3.9	34.83	38.27	50.40
	Barley	7.8	34.36	44.41	31.04
Inter-seeding	HV	0	26.29	34.36	47.90
	+	3.9	25.20	40.78	41.36
	Barley	7.8	28.16	28.86	37.81
	CMV	0	23.96	30.77	39.22
	+	3.9	26.15	30.27	59.64
	Barley	7.8	23.58	34.83	28.84
Barley single cropping		7.8	29.58	33.93	40.80

¹⁾ HV : hairy vetch, ²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

Table 7. Comparison of neutral detergent fiber (NDF) contents in different cutting times according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Neutral detergent fiber contents(%)		
			April	May	June
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	52.92	69.76	73.16
	+	3.9	53.86	54.90	56.74
	Barley	7.8	51.69	65.33	69.89
	CMV ²⁾	0	50.49	60.23	57.58
	+	3.9	53.28	60.97	73.01
	Barley	7.8	53.28	71.06	56.31
Inter-seeding	HV	0	47.52	54.01	69.65
	+	3.9	53.32	58.88	62.91
	Barley	7.8	44.38	62.77	57.31
	CMV	0	40.69	55.80	60.11
	+	3.9	39.16	50.29	78.34
	Barley	7.8	34.66	62.73	56.61
Barley single cropping		7.8	52.83	61.03	64.54

¹⁾ HV : hairy vetch, ²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

칭보리와 콩과 목초를 혼파했을 때보다 간작했을 때가 약간 높은 경향이었으며, 헤어리베치보다 자운영 간작시 TDN 함량이 다소 높은 결과를 보였다. 이 등(1997; 1999)은 수수×수단그라스 교잡종과 대두와의 간작에서 단작재배에

비해 ADF 함량 변화는 크지 않았으나, 단백질 함량 등이 증가된다고 하여 효과적인 파종방법이라고 보고하였다. 본 시험에서는 파종 방법 및 질소시비량 차이에 따른 TDN의 함량 차이는 크지 않았으며, 이는 한 등(1995)이 주작물

Table 8. Comparison of total digestive nutrients (TDN) contents in different cutting times according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Total digestible nutrients contents (%)		
			April	May	June
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	76.39	62.74	56.27
	+	3.9	73.95	70.10	65.83
	Barley	7.8	71.41	70.18	55.00
	CMV ²⁾	0	74.03	64.58	64.24
	+	3.9	68.96	65.06	54.45
	Barley	7.8	70.13	60.04	70.37
Inter-seeding	HV	0	76.19	68.22	55.46
	+	3.9	76.26	63.30	61.35
	Barley	7.8	73.61	72.33	65.74
	CMV	0	78.08	70.91	63.91
	+	3.9	76.60	71.30	47.23
	Barley	7.8	74.85	67.61	72.90
Barley single cropping		7.8	73.09	68.23	62.75

¹⁾ HV : hairy vetch, ²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

과 부작물의 파종량 및 질소시비량은 조단백질 함량에 큰 영향을 주지 않았다고 보고한 것과 비슷한 결과이다.

Fig. 1, Fig. 2 그리고 Fig. 3은 청보리 단작, 청보리와 콩과작물과의 혼파 및 간작과 예취 시기별 ADF, NDF 및 TDN 함량의 경시적 변화를 나타낸 것이다.

Fig. 1에서는 파종방법별 예취시기별 ADF

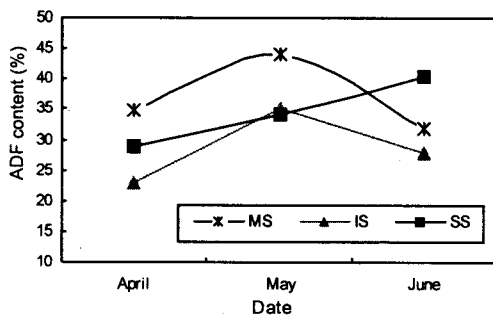


Fig. 1. Changes of the acid detergent fiber (ADF) contents in different cutting times with time progress in plant according to seeding methods.

* MS : mixed-seeding, IS : inter-seeding, SS : barley single cropping.

함량의 경시적 변화를 나타내었다. 4월 중순 예취에서는 청보리와 헤어리베치의 혼파가 ADF 함량이 가장 높았으며, 그 다음이 청보리 단작과 청보리와 자운영 간작이었다. 5월 중순 예취에서는 청보리와 자운영 간작의 ADF 함량이 청보리 단작보다 약간 높았다. 6월 상순 예취에서는 청보리 단작의 ADF 함량이 가장 높아 상대적으로 예취시기가 늦어질수록 사료가치가

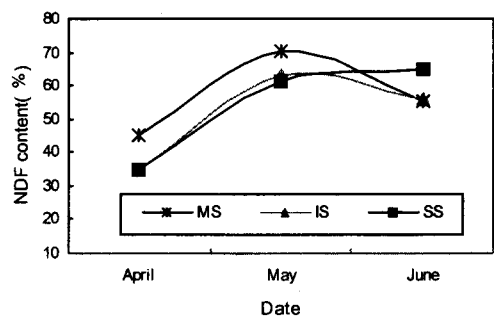


Fig. 2. Changes of the neutral detergent fiber (NDF) contents in different cutting times with time progress in plant according to seeding methods.

* MS : mixed-seeding, IS : inter-seeding, SS : barley single cropping.

떨어지는 것으로 나타났다.

Fig. 2는 파종방법별 예취시기별 NDF 함량의 경시적 변화를 나타내었다. 4월 중순과 5월 중순 예취에서의 NDF 함량은 혼파, 간작 그리고 단작의 순이었으며, 6월 상순 예취에서는 ADF 함량과 마찬가지로 NDF 역시 청보리 단작에서 가장 높아 사료가치를 기준으로 할때 청보리 단작의 예취시기에 대한 검토가 필요할 것으로 생각되었다.

파종방법별 예취시기별 TDN (total digestible nutrients) 함량의 경시적 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 4월 중순 예취에서는 청보리와 자운영 간작이 TDN 함량이 가장 높았으며, 그 다음이 청보리 단작이었고, 청보리와 헤어리베치 혼작이 가장 낮았다. 5월 중순 예취에서는 TDN 함량이 전체적으로 감소하였다가 6월 상순 예취에서는 청보리와 자운영 간작, 청보리와 헤어리베치 혼파 청보리 단작의 순이었다. 한편 청보리의 TDN 함량은 예취시기가 늦어질수록 경

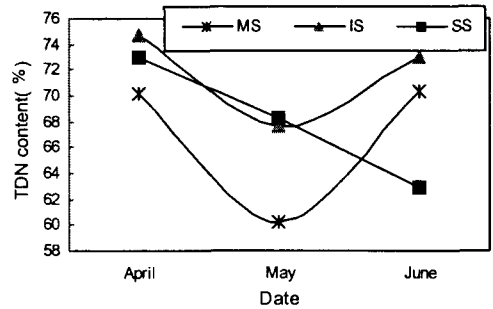


Fig. 3. Changes of the total digestible nutrients (TDN) contents in different cutting times with time progress in plant according to seeding methods.

* MS:mixed-seeding, IS:inter-seeding, SS:barley single cropping.

파함에 따라 감소되는 경향을 나타내었다.

4. 파종방법별 혼파조합에 따른 청보리의 생산성

Table 9는 청보리의 청예, 건물 및 TDN 수

Table 9. Comparison of the fresh and dry matter yields according to seeding methods, mixed combinations and fertilizer nitrogen

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Yield (kg/10a)	
			Fresh	Dry matter
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	4,258	930
	+	3.9	4,235	953
	Barley	7.8	4,423	1,089
	CMV ²⁾	0	2,860	910
	+	3.9	3,760	1,179
	Barley	7.8	3,767	1,171
Inter-seeding	HV	0	3,777	934
	+	3.9	4,019	917
	Barley	7.8	4,125	1,037
	CMV	0	2,721	785
	+	3.9	3,194	834
	Barley	7.8	3,156	959
Barley single cropping		7.8	4,344	1,276
LSD(5%) Seeding method		—	ns	ns
Mixed combination		—	380.9	ns
Nitrogen amount		—	ns	55.6

¹⁾ HV : hairy vetch, ²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

량을 조사하기 위하여 청보리 단작과 청보리와 헤어리베치 또는 청보리와 자운영의 혼파와 간작 등 파종방법과 파종조합 및 질소 수준별로 조사한 결과이다.

파종방법별로는 보리 단작에 비하여 혼파 및 간작 공히 수량이 비슷하거나 낮았으며, 혼파가 간작에 비해 청예수량과 건물중 및 TDN 수량이 다소 높았다. 헤어리베치와 보리의 혼파구가 자운영과 보리의 혼파구에 비하여 청예수량은 높았으나 건물중 및 TDN 수량은 자운영과 보리의 혼파구에서 높았다. 질소 시비량별로는 시비량이 많을수록 청예 및 건물수량 그리고 TDN 수량 공히 높았으며, 특히 자운영과 보리의 혼파 조합에서 질소를 7.8 kg/10a 시비한 구에서 TDN 수량이 높았다. 간작에서는 헤어리베치와 보리 간작 및 자운영과 보리 간작 공히 보리 단작에 비하여 청예수량, 건물중 및 TDN 수량 공히 낮았으며, 헤어리베치와 보리 간작 조합이 자운영과 보리 간작 조합보다 청예수량, 건물중 및 TDN 수량에서 다소 우수한

경향을 나타내었다. 파종방법간에는 청예수량, 건물중, TDN 수량 모두 차이를 인정할 수 없었으나, 작부조합 간에는 헤어리베치와의 작부조합이 자운영과의 작부조합보다 청예수량이 높았으며, 질소 시비량 차이에 따른 유의성은 청예수량에서는 차이를 인정할 수 없었으나, 건물수량에서는 질소 시비량이 증가할수록 건물수량이 증가하는 경향을 보였다. 한편 TDN 수량에서의 유의차는, 간작보다 혼파에서 높았으며, 질소 시용량이 많아질수록 TDN 수량은 높아지는 결과를 보였다. 김 등(2002)은 연맥 + 헤어리베치 혼파에서 연맥 단작에 비해 혼파시 조단백질 및 TDN 함량이 높아졌으며, 청예 및 건물수량도 증가하였고, 또한 전과 이(1995)도 옥수수 단작에 비해 헤어리베치 혼파가 옥수수의 건물수량 및 TDN 수량을 증가시켰다고 한 보고와 같은 경향이였다.

Table 10은 청보리 단작과 청보리와 헤어리베치 또는 청보리와 자운영의 혼파와 간작 등 파종방법과 파종조합 및 질소 수준별로 각각의

Table 10. Variation of fresh and dry matter (DM) yields in different cutting time according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	Fresh yield (kg/10a)			DM yield (kg/10a)		
			April	May	June	April	May	June
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	2,554	4,258	2,700	398	930	1,147
	+	3.9	3,108	4,235	2,879	457	953	1,361
	Barley	7.8	3,656	4,423	3,956	511	1,089	1,660
	CMV ²⁾	0	2,429	2,860	1,167	390	910	895
	+	3.9	3,488	3,760	1,325	522	1,179	1,095
	Barley	7.8	3,415	3,767	1,429	502	1,171	1,170
Inter-seeding	HV	0	2,825	3,777	2,461	368	934	1,040
	+	3.9	3,349	4,019	2,074	456	917	958
	Barley	7.8	3,586	4,152	1,870	478	1,037	877
	CMV	0	2,194	2,721	1,158	361	785	853
	+	3.9	2,852	3,194	1,311	430	834	1,007
	Barley	7.8	3,226	3,156	1,351	455	959	979
Barley single cropping		7.8	3,261	442	1,869	442	1,276	1,275
LSD(5%) Seeding method			ns	ns	90.6	ns	ns	161.5
Seeding combination			ns	380.9	ns	309.9	ns	ns
Nitrogen amount			427.5	ns	109.3	469.0	55.6	ns

¹⁾ HV : hairy vetch, ²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

예취시기별 청에 및 건물수량을 나타낸 것이다. 5월 중순에 청에 수량이 가장 높았고, 6월에는 건물수량이 높아지는 경향을 보였다. 혼파하였을 때가 간작보다 높은 청에 및 건물수량을 보였으며, 혼파조합 간에는 큰 차이가 없었다. 또한, 질소 시비량이 늘어날수록 청에 및 건물수량도 많아지는 경향이였다. 4월 중순과 5월 중순 예취시 파종방법간에는 청에 및 건물 수량이 통계적 유의차를 볼 수 없었으나, 생육 후기에서는 유의성을 인정할 수 있었다. 또한, 질소 시비량 차이에 따른 유의차도 관찰되었다.

川本 등(1987)은 생육초기에는 간작의 효과가 작으므로 파종당시 적정량의 질소시용이 필요하지만 다량의 질소시비는 화분과의 과번무로 근류균 생성에 악영향을 미쳐 간작의 효과가 떨어진다고 하였는데, 본 시험에서도 비슷한 결과를 보였다. 서 등(2001)은 추파 연맥 + 옥수수 이모작 작부체계에서 옥수수 단작시의 헤어리베치 녹비보다는 효과가 적지만, 연맥 이모작시에는 연맥과의 혼파가 헤어리베치의 녹비 및 질소비료 절감효과도 크며, 녹비의 누적효과도 기대할 수 있다고 하였다. 콩과작물의 뿌리에 공생하는 미생물은 숙주인 콩과작물로부터 생활에 필요한 에너지를 얻고 반대로 작물이 필요한 질소를 공급한다. 뿐만 아니라 혼생하는 화분과 작물에 질소를 공여해 주고 나아가서 토양에 이 성분을 환원시킨다(이와 박, 2002). 콩과작물의 고정 질소가 혼생하는 화분과 작물로의 이동 메카니즘은 콩과작물 뿌리로부터 암모늄, 아미노산 그리고 아미이드 등이 삼출되어 옆의 화분과 작물로 뿌리로 흡수 이동하는 것으로 밝혀져 있다(Brophy와 Heichel, 1987). 자운영 간작 또는 혼작에 비해 헤어리베치와 청보리는 간작 또는 혼작 했을 때, 예취시기별로 모두 청에 및 건물수량이 높았으며, 이 등(1997, 1999)은 동부와 수수 × 수단그라스 교잡종 간작시 동부가 사료작물의 생육을 저하시켜 건물수량이 떨어지고 기호성도

낮으나, 대두와 간작했을 때는 수수 × 수단그라스 교잡종의 건물수량이 증가되었다고 한 것과 같이 본 시험에서도 콩과 목초간 차이를 볼 수 있었으며, 이는 질소 고정 능력 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

Table 11은 청보리 단작과 청보리와 헤어리베치 또는 청보리와 자운영의 혼파와 간작 등 파종방법과 파종조합 및 질소 수준별로 각각의 예취시기별 건물물(DMR)과 가소화양분(TDN) 수량을 조사한 결과이다. 파종방법별로는 DMR 및 TDN은 예취시기에 관계없이 간작보다 혼파에서 다소 양호하였으며, 혼파조합별로는 헤어리베치와 보리의 조합과 자운영과 보리의 조합은 뚜렷한 경향이 없었다. 질소 시비량은 시비 수준이 높아질수록 DMR은 약간씩 증가되는 경향이었고, TDN은 뚜렷한 증가를 나타내었다. TDN 수량은 4월 중순을 제외하고는 간작보다 혼파에서 높았으며, DMR과 TDN 모두 혼파구에서 높은 경향이였다. 그리고 질소 시용량이 많아질수록 DMR은 낮아지고 TDN 수량은 높아지는 결과를 보였다. TDN 수량은 5월과 6월 예취시 유의차가 있었으나, 혼파 조합 간에는 유의차를 보이지 않았다. 김 등(2002)은 연맥+ 헤어리베치 혼파에 의한 사료가치 생산성 향상 연구에서 연맥과 헤어리베치의 생육은 큰 차이가 없었으며, 연맥 단작에 비해 혼파시 조단백질 및 TDN 함량이 높아졌고, 청에 및 건물수량도 증가했다고 보고 하였다. 또한 전과 이(1995)도 옥수수 단작에 비해 헤어리베치 혼파가 옥수수의 건물수량 및 TDN 수량을 증가시켰다고 하였는데, 본 시험에서도 동일한 결과를 보였다.

Table 12는 청보리와 헤어리베치 또는 청보리와 자운영의 혼파와 간작 등 파종방법과 파종조합 및 질소 수준별로 각각의 시험을 수행한 결과를 예취시기별 청에, 건물수량 및 TDN 수량에 대해 단독 또는 상호작용을 분석한 결과이다.

파종방법간에는 청에수량은 유의성을 보이지

Table 11. Variation of the dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) in different cutting times according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Seeding methods	Seeding combinations	Nitrogen amount (kg/10a)	April		May		June	
			DM (%)	TDN (kg/10a)	DM (%)	TDN (kg/10a)	DM (%)	TDN (kg/10a)
Mixed-seeding	HV ¹⁾	0	15.6	263	21.8	614	42.5	696
	+	3.9	14.7	302	22.8	629	42.3	757
	Barley	7.8	14.0	337	24.7	719	47.0	898
	CMV ²⁾	0	16.1	257	31.8	601	76.8	591
	+	3.9	15.2	345	31.4	778	82.5	723
	Barley	7.8	14.9	331	31.1	773	81.9	772
Inter-seeding	HV	0	13.9	243	24.7	616	42.8	686
	+	3.9	13.6	301	22.8	605	46.6	632
	Barley	7.8	13.3	315	25.0	684	46.6	579
	CMV	0	16.5	238	28.8	518	73.6	563
	+	3.9	15.2	284	26.0	550	76.9	665
	Barley	7.8	14.0	300	25.5	633	72.5	646
Barley single cropping		7.8	14.0	415	45.5	763	83.5	842
LSD(5%) Seeding method				ns		59.7		106.6
Seeding combination				ns		ns		ns
Nitrogen amount				36.7		72.1		ns

¹⁾ HV : hairy vetch, ²⁾ CMV : Chinese milk vetch.

Table 12. Analysis of interaction variation between the yield and treatment in different cutting times, according to seeding methods, seeding combinations and amount of nitrogen fertilizer

Source	Fresh matter			Dry matter			TDN		
	April	May	June	April	May	June	April	May	June
Method (S)	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	**	**
Combination (C)	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Nitrogen (N)	**	*	ns	**	*	ns	**	*	ns
S*C	ns	**	**	ns	*	**	ns	*	**
S*N	*	ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns
C*N	*	*	**	ns	*	ns	ns	*	ns
S*C*N	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	**

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.
ns =non-significant.

않았고, 건물 및 TDN 수량은 4월을 제외하고는 고도의 유의성이 인정되었다. 혼파 조합간에는 5월과 6월 청예수량에서만 유의성이 나타

났으나, 건물 및 TDN 수량에서는 유의성을 나타내지 않았다. 질소 시비량 간에는 4월과 5월 예취구에서는 청예, 건물 및 TDN 수량에서 유

의적인 차이가 있었으나 4월 예취는 유의차를 보이지 않았다. 파종방법과 혼파 조합간 상호작용으로는 5월과 6월 청에 수량에서만 유의성이 나타났으나, 건물 및 TDN 수량에서는 유의성을 나타내지 않았다. 혼파 조합과 질소 시비량 간 상호작용으로는 4월, 5월 및 6월 공히 청에 수량에서 유의적인 차이를 나타내었다. 파종방법과 파종조합 및 질소 시비량 간 상호작용에서는 6월 예취에서 청에, 건물 및 TDN 수량에서 고도의 유의차가 인정되었다.

IV. 요약

친환경적인 조사료 생산과 사료가치 향상을 위해 콩과 작물과 청보리 혼파에 관한 시험을 수행하였다. 최근 보리 재배시 심하게 발생하여 감수를 초래하는 토양 전염성 병원 호위축 바이러스 (BaYMV) 발생은 간작에서 3정도 발생하였으나, 혼파했을 때는 발생이 1 정도로 경감되었다. 청보리와 헤어리베치 또는 자운영을 혼파했을 때, 혼파에서 출수 및 성숙기가 간작보다 다소 빨랐으며, 질소 시비량이 늘어날수록 생육이 지연되었다. 청보리의 단위면적당 수수는 간작에서 혼파보다 많았으며, 질소 시비량이 많을 수록 증가하였고 간작도 비슷한 경향이였다. 예취시기별 청에수량은 혼파에서 다소 많았는데, 헤어리베치와 혼파하였을 때가 자운영과 혼파하였을 경우보다 많아 혼파시 유리할 것으로 생각되었다. 또한, 질소 시용량이 많아질수록 청에 및 건물수량이 증가했으나 경제성 및 친환경 농업을 위한 전지에서 질소를 표준시비량의 1/2 정도로 줄여도 가능할 것으로 보였다. 청보리와 콩과 목초를 혼파 또는 간작했을 때, 토양 EC가 수확 후 다소 낮아졌으며, 유기물 함량은 증가하는 결과를 나타내었다. ADF (acid detergent fiber)와 NDF (neutral detergent fiber) 함량은 파종방법 및 작부조합간에는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었으나, TDN (total digestible nutrients) 함량은 질소 시비량이

증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 또한, 청보리 단작에 비해서는 청보리와 콩과작물과의 혼파 및 간작이 대체적으로 사료가치가 높은 경향을 볼 수 있었다. 청보리와 두과 작물과의 혼파는 사료가치의 향상효과 및 지력유지, 화학비료 절감 등 친환경 지속적농업을 위한 유망한 재배기술이라고 판단되었다.

V. 인용 문헌

1. 조재영. 1960. 사료작물과 윤작. 신농업기술 pp. 153-158.
2. 한인규, 김동암, 조무환, 한건준. 1995. 최대 청에 사료 생산을 위한 수단그라스계 잡종 및 호밀 2모작 작부체계에서의 적정 파종량 및 질소시비 수준. 한축지. 37(6):661-668.
3. 전병태, 이상무. 1995. 수수×수단그라스 교잡종과 대두간작 재배시 생육단계에 따른 예취회수가 생육특성, 건물수량, 및 조단백질 수량에 미치는 영향. 건국대 자연과학연구논문집. 제6집. pp. 5-21.
4. 김종근, 정의수, 윤세형, 서 성, 서종호, 박근제, 김충국. 2002. 연맥-헤어리베치 혼파에 의한 사료가치 및 생산성 향상 연구. 한초지. 22(1):31-36.
5. 김원호, 신재순, 임영철, 서 성, 김기용, 이종경. 2005. 논에서 여름 및 겨울 사료작물이 최적 작부체계에 관한 연구. 한초지. 25(4):233-238.
6. 이효원, 박형수. 2002. 콩과 작물의 질소고정과 유기조사료생산을 위한 작부체계. 한국유기농학회지. pp. 49-63.
7. 이상무, 전병태. 1996. Sorghum×sudangrass 교잡종과 간작에 의한 청에 콩과작물 선발. 한초지. 16(2):93-104.
8. 이상무, 육완방, 전병태. 1997. 질소시비 수준이 수수×수단그라스 교잡종과 대두와의 간작재배에 미치는 영향. 한초지. 17(2):67-176.
9. 이상무, 문상호, 전병태. 1999. 수수×수단그라스 교잡종과 대두와의 단작 및 간작에 따른 생육단계별 자유 채식량에 관한 연구. 한초지. 19(1): 63-74.
10. 서종호, 이호진, 허일봉. 2001. 옥수수-연맥 헤어리베치 작부체계에서 옥수수에 대한 헤어리베치 녹비효과. 한작지. 46(3):189-194.

11. Brophy, L.S. and Heichel, G.H. 1987. Nitrogen Release from Roots of Alfalfa and Soybean Grown in Sand Culture. *Plant and Soil*. 116: 77-84.
 12. Chalk, P.M. 1996. Nitrogen Transfer from Legumes to Cereals in inter-cropping Proceedings of International Workshop. JIRCAS.
 13. Cummins, D.G. 1981. Yield and quality changes with maturity of silage-type sorghum fodder. *Agron. J.* 73:988-990.
 14. Evans, H.J. and S.A. Russel. 1971. The chemistry and biochemistry of nitrogen fixation. Plenum Press. London. p. 191.
 15. Holderbaum, J.H., A.M. Decker, J.J. Meisinger, F.R. Mulford and L.R. Vough. 1990. Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the Humid East. *Agron. J.* 82:117-124.
 16. Kickapoo Organic Resource Network. 1996. Organic dairy farming community conservation consultants. WI.
 17. Seo, J.H., H.J. Lee, I.B. Huh, and S.J. Kim. 2000. Nitrogen use and yield of silage corn as affected by hairt vetch (*Vicia villosa* Roth) soil-incorporated at different time in spring. *Korean J. Crop Sci.* 45(4):272-275.
 18. Seo, J.H., H.J. Lee, I.B. Huh and S.J. Kim. 2000. Use of hairt vetch green manure as nitrogen fertilizer for corn production. *Korean J. Crop Sci.* 45(5):294-299.
 19. Simpson, J.R. 1965. The temperature of nitrogen from pasture legumes to an associated grass under several systems of management in pot culture. *Aust. J. Agric. Res.* 16:915-926.
 20. Stem, W.R. and C.M. Donald. 1962. Light relationship in grass-clover swards. *Aust. J. Agr. Res.* 13:599-614.
 21. Wahna. T.A.T. and D.A. Miller. 1978. Effects of inter-cropping on soybean N₂-fixation and plant composition on associated sorghum and soybean. *Agron. J.* 70:292-295.
 22. Whitedhead, D.C. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. CAB, Hurley. p. 14.
 23. 吉田幸正, 光井武, 早瀬文繁, 野上興志朗, 天野省吾, 古市充利, 古川陽一, 岸川良吉. 1986. 轉換畑における飼料作物の周年多収栽培技術體系の検討. *岡山懸酪試報告* 23:52-62.
 24. 川本康傳, 増田泰久, 五斗一朗. 1987. 青刈ソルガムと青刈大豆と混作栽培における窒素施肥が乾物生産, 窒素吸収及び根粒活性に及ぼす影響. *日草誌*. 33(1):1-7.
 25. 北村征生, 西村修一. 1971. 暖地型マメ科・イネ科 兩草種の混作栽培に関する研究. VIII. カウビとトウモロシと競合能力および生育窒素との固定關係 *日作誌*. 25(1):35-42.
- (접수일: 2009년 4월 29일, 수정일 1차: 2009년 5월 15일, 수정일 2차: 2009년 8월 24일, 게재확정일: 2009년 8월 27일)