

헤어리베치의 추파시기에 따른 녹비의 수량 및 질소량 변화

서종호*[†] · 이호진** · 김시주*

*농진청 작물시험장, **서울대학교 농업생명과학대학

Changes of Green Manure and Nitrogen Yield of Hairy Vetch According to Seeding Date in Autumn

Jong-ho Seo*[†], Ho-jin Lee** and Si-ju Kim*

*National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

**College of Agric. & Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

ABSTRACT: Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth), leguminous green manure crop, can increase soil fertility and reduce chemical nitrogen application for cash crop such as spring corn. More yield of hairy vetch is needed at planting cash crop to obtain higher effect of green manure. Hairy vetch was seeded on Sep. 10, Oct. 1, and Oct. 20 and at 10, 20, 30 and 40 kg/ha of seeding rate respectively, in 1996 and 1997. Dry matter and nitrogen yield of hairy vetch were measured on May 1 in 1997 and 1998. Proper seeding rate of hairy vetch was 30 kg/ha irrespective of years and seeding dates. Above-ground dry matters of hairy vetch on May 1 in 1997 and 1998 decreased according to delayed seeding, and those were 5.5~7, 4~4.5, 1.3~2.2 ton/ha on Sep. 10, Oct. 1 and Oct. 20 of seeding date, respectively in seeding rate 30~40 kg/ha. Also nitrogen yield of hairy vetch on May 1 decreased according to delayed seeding, and those were 220~280, 160~180, 60~100 kg/ha on Sep. 10, Oct. 1 and Oct. 20 of seeding date, respectively in seeding rate 30~40 kg/ha. Therefore, we suggest that hairy vetch has to be seeded earlier in autumn to obtain high green manure yield in spring. To determine the detailed optimum seeding time in autumn, hairy vetch was seeded on Aug. 20, Aug. 31, Sep. 10, Sep. 20, and Sep. 30 in 1999 and was harvested on April 22, April 27, and May 2 in 2000, respectively. Dry matter and nitrogen yield of hairy vetch by seeding in late August were higher than those by seeding in September indicating that dry matter of hairy vetch were 7~8, 6~7, 4~5, 2~3 ton/ha and nitrogen yield were 240~290, 200~260, 150~220, 70~120 kg/ha, respectively when seeded on Aug. 20, Aug. 31, Sep. 10, Sep. 20 and Sep. 30 and harvested on April 22~May 2. Increase of dry matter and N yield of hairy vetch by 10 days delayed harvest was higher in late August seeding than in September seeding. So hairy vetch should be seeded in late August if possible to obtain much more

green manure yield and be seeded until September because green manure yield decrease rapidly when seeded after October.

Keywords : hairy vetch, green manure, dry matter, nitrogen yield, seeding time, harvesting time.

헤어리베치는 내한성 및 월동력이 아주 강하고 10°C의 정도의 낮은 온도에서 생육 및 질소고정력이 높아(Power & Zachariassen, 1993) 타 동계 두과작물보다 적어도 1% 이상의 높은 질소함량을(N 3.6~4.1%) 가지고 있다(Smith *et al.*, 1987). 따라서 뒷작물의 질소공급을 위한 녹비작물과 토양피복작물로써의 이용이 유망시 되는 동계작물이다(Seo *et al.*, 1998; Vaughan and Evanylo, 1998).

일반적으로 맥류의 적정 파종기는 보통 10월 이후이나 동계 두과작물은 초기생육이 현저히 늦어 가을에 일찍 파종을 하지 않으면 월동전 충분한 지상부 및 지하부의 생체중을 확보하지 못해 월동시 고사할 경우가 있고, 월동 후에도 재생이 느려 이른 봄에 많은 수량을 기대할 수가 없다. 헤어리베치는 10월 이후에 파종했을 때는 수량이 많이 감소하고, 특히 춘파는 추파에 비해 수량이 현저히 감소한다(高崎, 1929). 옥수수-녹비용 헤어리베치 작부체계에서는 보통 옥수수는 4월 하순에 파종되며 파종기가 5월 이후로 늦어질수록 옥수수 수량이 감소하므로 늦어도 녹비환원 및 옥수수의 파종은 4월 하순까지는 이루어져야 한다(Seo *et al.*, 2000).

따라서 본 시험에서는 헤어리베치 가을철 적정 파종시기를 알기 위해 옥수수 수확 후 파종이 가능한 8월 하순부터 10월 중순에 걸쳐 헤어리베치를 파종하여 이듬해 옥수수 파종이 실시되는 4월 하순경에 지상부 녹비를 수확하여 수량 및 토양에 환원 가능한 질소량을 살펴 봄으로서 헤어리베치 재배의 기초 자료를 얻기 위하여 실시되었다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6758 (E-mail) sjh3022@rda.go.kr

<Received November 6, 2000>

재료 및 방법

첫번째 실험은 1996/1997년과 1997/1998년의 가을~봄의 헤어리베치의 재배기간에 반복적으로 실시되었는데 파종기를 9월 10일, 10월 1일, 10월 20일에 각각 파종량을 10, 20, 30, 40 kg/ha 로 하여 파종하고 이듬해 5월 1일에 녹비를 수확 조사하였다. 시험구배치는 파종기를 주구, 파종량을 세구로 한 분할구배치 4반복으로 하였다. 헤어리베치의 파종은 60 cm로 조파하였으며 5월 1일에 시험구당 3 m²의 헤어리베치를 수확하여 지상부 생체중을 조사하였다. 또 1997년 수확시(5월 2일)에는 9월 10일 파종한 시험구의 헤어리베치 뿌리를 시험구당 면적 1 m², 토층 30 cm에서 채취하여 건물중 및 질소함량을 조사하였다. 생체중 1 kg을 각각 건조하여 건물중 및 건물중을 조사하였다. 건조된 시료는 Willey miller로 곱게 마쇄하여 전질소와 전탄소함량을 조사하였고 식물체의 섬유소 lignin, cellulose, hemicellulose를 각각 분석하였는데, 전질소는 질소자동분석기(Kjel-Auto, 일본MRK社)에 의한 켈달분석으로, 전탄소는 탄소자동분석기(CHN1000, 미국LECO社)로 분석하였고, lignin, cellulose, hemicellulose는 Vansoest-Robert법으로 하였다.

두 번째 실험은 1999/2000년의 가을~봄의 헤어리베치 재배시기에 걸쳐 적정파종기 및 수확기(녹비 토양환원기)를 더 정확히 알아보기 위하여 8월 20일부터 10월 1일까지 10일 간격으로 5회에 걸쳐, 수확은 4월 22일부터 5월 2일까지 5일 간격으로 3회에 걸쳐 실시하였다. 식물체의 수량 및 질소함량의 분석은 첫 번째 시험과 동일하였고 헤어리베치의 P, K, Ca, Mg의 함량은 ICP(Integra XL, 호주 GBC사)로 분석하였다.

시험이 실시된 수원지방의 1996년~1998년, 1999년~2000년의 헤어리베치의 생육기간인 9월부터 4월까지의 평균기온과 강우량은 Fig. 1과 같다. 1996/1997년, 1997/1998년의 헤어리베치 재배기간은 예년에 비해 평균기온이 2~5°C 높았는데 특히 헤어리베치가 월동에 들어가는 11월 하순에서부터 재생을 시작하는 3월 상순까지의 평균기온이 현저히 높았으며 왕성한 생육을 하는 3월 하순부터 4월 하순까지도 모두 예년기온보다 높았다. 강우량을 보면 1997년과 1998년의 헤어리베치 재

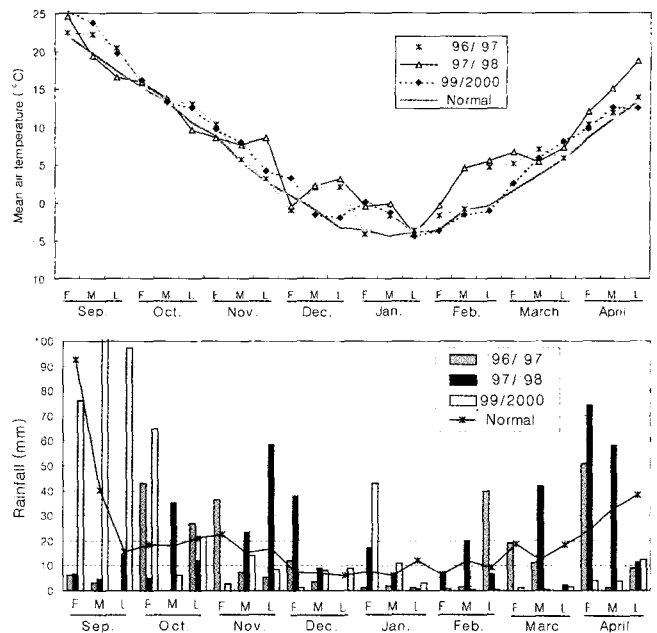


Fig. 1. Mean air temperature and rainfall during hairy vetch growing season for three experimental years in Suwon (F; the first ten days, M; the middle ten days, L; the last ten days).

생기인 3~4월에 예년에 비해서 아주 많은 강우량을 나타내었지만 2000년의 3월 및 4월의 강우량은 예년에 비해 현저히 낮아 헤어리베치의 생육에 다소 지장이 있을 것으로 보였다.

결과 및 고찰

헤어리베치 식물체 특성 및 질소함량

헤어리베치의 파종기별 식물체 주요 화학성분을 보면(Table 1) 1998년은 lignin함량이 평균 7.9%, 1999년은 10.7% 였으나 파종시기별 큰 차이가 없었다. Cellulose 함량은 1997년 및 1998년의 평균이 각각 19.5% 19.0% 였고 파종기가 빠를 수록 뿌리가 증가하였는데 그것은 헤어리베치의 파종기가 빠

Table 1. Chemical composition of hairy vetch shoot harvested on May 1 as affected by different seeding dates.

Year	Seeding date	C	N	C : N ratio	Lignin	Cellulose	Hemicellulose
		%			%		
1997	Sep.10	37.5c [†]	3.93b	9.6a	8.1a	22.0a	6.4a
	Oct. 1	38.5b	4.11b	9.4a	8.0a	19.7b	5.3b
	Oct.20	39.3a	4.82a	8.2b	7.6a	16.9c	4.8b
	Mean	38.4	4.29	9.1	7.9a	19.5	5.5
1998	Sep.10	39.8a	3.91b	10.3a	10.4b	20.9a	-
	Oct. 1	40.0a	4.22a	9.6b	10.3b	19.0b	-
	Oct.20	39.7a	4.33a	9.2b	11.3a	17.0c	-
	Mean	39.8	4.15	9.7	10.7	19.0	-

[†]Means within a column not followed by same letter are significantly different by DMRT 5%.

Table 2. Dry weights and nitrogen yields of hairy vetch root harvested on May 2 as affected by seeding rates.

Seeding rate (kg/ha)	Dry weight (ton/ha)	N %	N yield (kg/ha)
10	0.48	2.72	13
20	0.54	2.89	16
30	0.69	2.86	20
40	0.65	3.03	20
Mean	0.59	2.88	17
LSD(0.05)	0.28	0.41	8

Hairy vetch root was sampled at plot of seeding date Sep. 10 in 1996.

를수록 생육단계가 빨리 진전되었기 때문으로 생각된다. 전질소 함량은 1997년 및 1998년이 각각 4.29%, 4.15%였는데 질소함량은 cellulose와 마찬가지로 2년 모두 파종기가 빠를수록 질소함량이 낮아져 9월 10일 파종이 3.91~3.93%를 나타내었다. 헤어리베치의 뿌리(1996년 9월 10일 파종)의 건물중, 질소함량, 그리고 질소량을 보면(Table 2) 뿌리의 질소함량은 2.7~3%로 지상부에 비하여 1% 정도 낮았다. 뿌리의 건물중 및 질소량은 평균 각각 0.6 ton/ha, 17 kg/ha로 지상부의 녹비 건물중 및 질소량에 비해 현저히 적었는데 환원되는 대부분의 녹비 및 녹비질소는 헤어리베치의 지상부에 존재한다는 Mitchell & Teel (1977)의 보고와도 일치하였다.

Table 3은 1999년 8월 20일부터 9월 30일까지 10일 간격으로 5회에 걸쳐 파종한 헤어리베치를 2000년 4월 22일, 4월 27일, 5월 2일에 수확하여 분석한 헤어리베치 지상부의 N, P, K, Ca 및 Mg함량이다. 질소함량을 보면 수확기 4월 22일과 4월 27일에는 약 3.4~3.8% 로 헤어리베치의 파종기간 차이를

Table 4. Shoot dry weight of hairy vetch harvested on May 1 as affected by seeding dates and rates in 1997 and 1998.

Year	Seeding date	Seeding rate (kg/ha)				
		10	20	30	40	Mean
----- ton/ha -----						
1997	Sep. 10	4.30	4.70	5.55	5.57	5.03a [†]
	Oct. 1	2.62	3.42	3.94	3.75	3.44b
	Oct. 20	0.63	1.00	1.25	1.55	1.11c
	Mean	2.51c	3.04b	3.58a	3.63a	
1998	Sep. 10	5.31	6.27	6.68	6.97	6.31a
	Oct. 1	3.62	3.60	3.92	4.41	3.89b
	Oct. 20	1.29	1.80	2.18	2.20	1.87c
	Mean	3.41c	3.89b	4.26a	4.52a	

[†]Means within a column or within a row not followed by same letter are significantly different by DMRT 5%.

볼 수 없었다. 그러나 5월 2일 수확시에는 가을 파종기가 늦추어질 수록 계속적으로 질소함량이 증가하였는데 파종기 8월 20과 10월 1일 사이에 질소함량이 약 1% 정도 차이가 났다. 인산함량은 파종기 및 수확기에 관계없이 0.35~0.40%를 나타내었고, 양이온 K, Ca 및 Mg도 파종기 및 수확기에 관계없이 각각 0.6~0.8%, 1.2~1.4% 및 0.3~0.45%를 나타내었다.

파종기별 헤어리베치 녹비수량의 변화

1997년 및 1998년 5월 1일에 수확한 헤어리베치 지상부의 건물중은 Table 4에 나타내었다. 9월 10일, 10월 1일 및 10월 20일 파종에서 파종량 평균으로 1997년이 각각 5.03, 3.44, 1.11 ton/ha, 1998년이 각각 6.31, 3.89, 1.87 ton/ha로 2년 모두 파종시기가 늦을수록 건물중이 현저히 감소하였으며

Table 3. Nutrient concentration of hairy vetch at three harvesting dates in spring.

Harvesting date	Seeding date	Nutrient concentration (% Dry weight)				
		N	P	K	Ca	Mg
April 22	Aug. 20	3.48 ± 0.14	0.38 ± 0.01	0.74 ± 0.02	1.28 ± 0.05	0.34 ± 0.01
	Aug. 31	3.61 ± 0.02	0.35 ± 0.01	0.68 ± 0.05	1.29 ± 0.02	0.37 ± 0.00
	Sep. 10	3.45 ± 0.08	0.36 ± 0.01	0.56 ± 0.05	1.43 ± 0.04	0.41 ± 0.02
	Sep. 20	3.29 ± 0.02	0.35 ± 0.02	0.69 ± 0.06	1.35 ± 0.03	0.40 ± 0.01
	Sep. 30	3.63 ± 0.13	0.33 ± 0.01	0.68 ± 0.04	1.34 ± 0.02	0.40 ± 0.01
April 27	Aug. 20	3.42 ± 0.04	0.33 ± 0.01	0.61 ± 0.01	1.26 ± 0.03	0.34 ± 0.01
	Aug. 31	3.83 ± 0.07	0.39 ± 0.02	0.58 ± 0.02	1.27 ± 0.06	0.38 ± 0.02
	Sep. 10	3.50 ± 0.14	0.38 ± 0.01	0.68 ± 0.03	1.34 ± 0.02	0.38 ± 0.01
	Sep. 20	3.55 ± 0.04	0.36 ± 0.02	0.69 ± 0.03	1.38 ± 0.09	0.41 ± 0.02
	Sep. 30	3.70 ± 0.18	0.26 ± 0.01	0.65 ± 0.05	1.53 ± 0.01	0.44 ± 0.02
May 2	Aug. 20	3.46 ± 0.06	0.31 ± 0.02	0.72 ± 0.06	1.14 ± 0.08	0.31 ± 0.03
	Aug. 31	3.75 ± 0.09	0.30 ± 0.01	0.60 ± 0.01	1.30 ± 0.05	0.34 ± 0.01
	Sep. 10	3.99 ± 0.06	0.38 ± 0.01	0.67 ± 0.07	1.31 ± 0.11	0.38 ± 0.03
	Sep. 20	4.13 ± 0.29	0.38 ± 0.04	0.82 ± 0.02	1.19 ± 0.07	0.36 ± 0.01
	Sep. 30	4.46 ± 0.04	0.35 ± 0.01	0.78 ± 0.02	1.60 ± 0.01	0.47 ± 0.00

[†]Mean ± SE

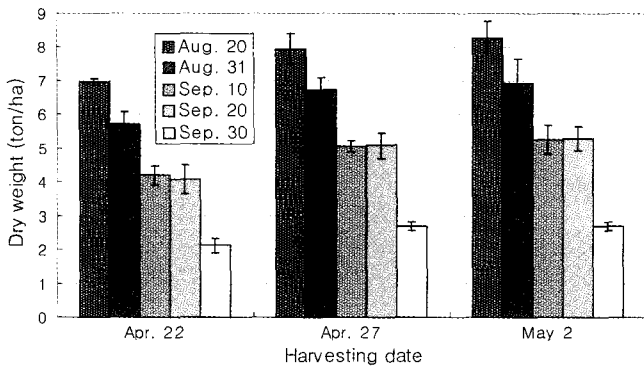


Fig. 2. Dry weights of hairy vetch as affected by different seeding date at three harvesting date in spring of 2000.

특히 파종기가 10월로 늦어지면서 녹비 건물중이 현저히 감소하였다. 파종량에서는 파종량의 증가에 따라 녹비수량이 증가하였는데 2년 모두 파종량 30 kg/ha과 40 kg/ha간에 건물중의 차이가 없어 밭에서 헤어리베치의 적정 파종량은 30 kg/ha임을 알 수 있었다. 高崎(1929)도 헤어리베치의 파종기 시험에서 추파는 춘파보다 녹비수량 및 질소고정량이 현저히 많았으며 추파시에는 9월 초순부터 파종기가 빠를수록 월동 후 생육, 건물중 및 질소량이 현저히 증가하였다고 하였다.

1999/2000년 헤어리베치 파종시험에서는(Fig. 2) 4월 22일, 4월 27일 및 5월 2일 수확에서 8월 20일 파종이 건물중 7~8 ton/ha로 가장 많았고, 8월 31일 파종이 6~7 ton/ha, 9월 10일과 9월 20일 파종이 4~5 ton/ha로 감소하였고, 9월 30일 파종은 2.1 ton/ha로 가장 적었다. 따라서 옥수수의 파종시 베치 녹비수량을 증가시키기 위해서는 9월 초순 뿐만 아니라 옥수수 수확 후 헤어리베치의 파종이 가능한 8월 중하순까지 파종기를 최대한 당기는 것이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

4월 22일과 5월 2일의 수확시점 비교에서는 파종기 8월 30일은 수확시점의 10일 지연에 따라 건물중이 1 ton/ha 증가하여 수확기 4월 22일에서 파종기 8월 20일의 7 ton/ha과 비슷하였으나 파종기 9월 10일 이후는 수확시점을 10일 정도 늦추어도 건물중을 8월 하순 파종의 수준으로 회복할 수 없었으며 특히 9월 하순 이후로 베치가 파종될 때는 특히 그 경향이 뚜렷하였다. 따라서 녹비수량을 증가시키기 위해서는 봄에 녹비의 토양 환원시기를 늦추는 것보다 가을에 파종시기를 조금이라도 당기는 것이 더 중요하다고 생각되었다. 특히 동계 헤어리베치녹비 + 하계 사료용 옥수수 작부체계일 경우, 옥수수 파종시기가 5월 이후로 늦추어 질수록 옥수수의 수량이 감소하였기 때문에(Seo et al., 2000) 베치의 토양환원시기는 늦출수가 없으므로 가을에 옥수수 수확 후 헤어리베치의 파종시기를 최대한 빠르게 하는 것이 필요하다고 생각된다.

파종기에 따른 베치녹비 질소량의 변화

Table 5는 1997년 및 1998년 5월 1일에 수확한 헤어리베치

Table 5. Nitrogen yield of hairy vetch on May 1 as affected by seeding date and rate in 1997 and 1998.

Year	Seeding date	Seeding rate (kg/ha)				Mean
		10	20	30	40	
----- kg/ha -----						
1997	Sep. 10	179	183	215	226	201a [†]
	Oct. 1	122	149	162	149	145b
	Oct. 20	31	51	62	72	54c
	Mean	111c	128b	147a	149a	
1998	Sep. 10	200	247	274	282	251a
	Oct. 1	150	150	174	182	164b
	Oct. 20	56	79	95	98	82c
	Mean	135c	159b	181a	187a	

[†]Means within a column or within a row not followed by same letter are significantly different by DMRT 5%.

의 지상부에 포함된 질소량이다. 녹비질소량은 파종기별 질소 함량에 큰 차이가 없었기 때문에 녹비건물중과 대부분 비례하였는데 1997년, 1998년이 파종량 평균으로 9월 10일 파종시 각각 201, 251 kg/ha의 녹비질소량을 얻었으나 파종기가 지연되면서 질소량이 현저히 감소하여 10월 1일 파종에서는 1997년, 1998년이 각각 145, 164 kg/ha로 감소하였고, 10월 20일 파종시 각각 평균 54, 82 kg/ha의 질소량 밖에 얻을 수 없었다. 파종량별 질소량도 녹비건물중과 같이 2년 모두 파종량 30와 40 kg/ha 간에 차이가 없었다. 헤어리베치 파종량 30 kg/ha의 9월 10일 파종시에서 녹비질소량이 1997년, 1998년이 각각 215 kg/ha, 274 kg/ha로 9월 초순까지만 파종하면 이듬해 옥수수 파종시 옥수수가 생육하기에 필요한 질소량은 충분히 얻을 수 있을 것으로 보여졌다. 10월 1일 파종은 2년 모두 질소량 160 kg/ha 이상을 얻을 수 있으므로 9월 하순까지만 파종하면 옥수수에 충분한 녹비질소량을 얻을 수 있을 것으로 보였다. 이때 옥수수에 대한 부족분은 질소 추비로 조금 보충해 주면 될 것으로 보였다. 그러나 파종기가 10월 하순으로 늦어지면 베치의 월동율이 현저히 떨어지고 녹비량 및 녹

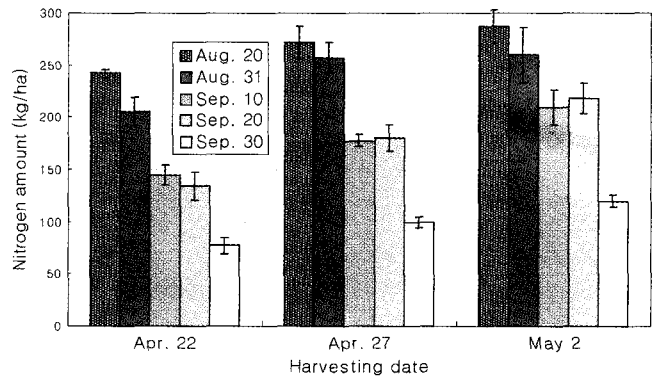


Fig. 3. Nitrogen yields of hairy vetch as affected by different seeding date at three harvesting date in 2000.

비질소량도 현저히 감소하기 때문에 녹비재배의 의미가 현저히 떨어진다고 할 수 있다.

Fig. 3은 2000년 4월 하순의 헤어리베치 지상부의 질소량이다. 질소량도 건물중과 비슷한 경향을 나타내었는데 4월 22일, 4월 27일 및 5월 2일의 세 수확기에서 파종기 8월 20일이 240~290 kg/ha로 가장 많았고 파종기 8월 30일이 200~260 kg/ha로 그 다음의 충분한 양을 얻을 수 있었어 헤어리베치는 8월 하순까지만 파종하여도 250 kg/ha 내외의 녹비질소량은 확보할 수 있을 것으로 보였다. 9월 중순에 해당하는 9월 10일과 9월 20일 파종하여 5월 2일에 수확했을 때는 녹비질소량이 120 kg/ha로 현저히 줄었다. 그러나 9월 30일 파종해도 4월 하순에 100 kg/ha 내외의 녹비질소량은 얻을 수 있으므로 녹비의 이용시 뒷작물(옥수수)의 질소비료를 많이 절약할 수 있을 것으로 보였다.

따라서 헤어리베치는 8월 하순에 파종하는 것이 가장 많은 녹비량을 얻을 수 있으며 또한 뒷작물에 공급가능한 충분한 녹비량을 얻기 위해서는 적어도 9월 중순까지는 파종을 끝내는 것이 필요하다고 생각되어진다. 또 옥수수가 4월 하순 이후로 파종기가 지연되면 토양에 환원된 헤어리베치녹비의 질소를 충분히 이용하지 못하여 옥수수의 수량이 감소되므로 봄에 녹비의 토양환원시기를 늦추는 것보다 가을에 옥수수의 수확시기를 당기고 헤어리베치의 파종시기를 8월 중하순으로 당기는 것이 좋을 것으로 생각된다. 보통 사료용 옥수수의 수확은 8월 중순부터 이루어지므로 8월 하순에 헤어리베치의 파종은 가능할 것으로 보이며 이때 옥수수 파종이 이루어지는 4월 중하순에는 옥수수의 생육에 필요한 녹비질소량 200 kg/ha 이상은 충분히 확보할 수 있을 것으로 보인다.

적 요

헤어리베치의 추계 파종시기별 이듬해 4월 하순의 녹비량 및 녹비질소량의 변화를 살펴보기 위하여 첫째 1996년 및 1997년 파종기 9월 10일, 10월 1일 및 10월 20일에 각각 파종량 10, 20, 30 및 40 kg/ha의 처리를 두어 이듬해 1997년 및 1998년의 5월 1일에 각각 수확하였고, 둘째 1999년의 8월 20일부터 9월 30일까지 10일 간격으로 5회에 걸쳐 파종하고 이듬해 4월 22일, 4월 27일, 5월 2일의 3회에 걸쳐 수확하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1997년 및 1998년 5월 1일 수확시 헤어리베치의 질소함량은 4% 내외, 2000년 수확시는 3.5% 내외를 나타내었는데 파종이 빠를수록 수확시 질소함량이 다소 감소하였다. 헤어리베치의 파종량이 증가할수록 녹비의 수량은 증가하였으나 2년 모두 파종량 30 kg/ha와 40 kg/ha 간에 차이가 없어 적정 파종량은 30 kg/ha로 생각되었다. 적정 파종량에서 녹비건물중이 9월 10일 파종은 5.5~7 ton/ha, 10월 1일 파종은 4~4.5 ton/ha, 10월 20일 파종은 1.3~2.2 ton/ha로 파종시기가 늦을수록 감소하였는데, 특히 파종기 10월 이후에서 현저히 감소하였다. 녹비의 질소량은 녹비건물중과 거의 비례하였는데 지상부에 포함된 질소량(파종량 30~40 kg/ha)은 9월 10, 10월 1일 및 10월 20일 파종이 각각 220~280, 160~180, 60~100 kg/ha로 파종기의 지연에 따라 뚜렷이 감소하였다.

2000년의 4월 하순 수확에서는 8월 20일, 8월 31일, 9월 10일과 9월 20일 및 9월 30일 파종이 각각 7~8, 6~7, 4~5 및 2~3 ton/ha의 녹비건물중을 나타내어 파종이 8월 하순이 9월에 비해 현저히 증가하였다. 녹비질소량 역시 8월 20일, 8월 31일, 9월 10일과 9월 20일 및 9월 30일 파종이 각각 240~290, 200~260, 150~220 및 70~120 kg/ha 나타내어 8월 하순 파종이 9월 파종에 비해 증가하였다.

引用文獻

- Mitchell, W. H. and M. R. Teel. 1977. Winter-annual cover crops for no-tillage corn production. *Agron. J.* 69 : 569-573.
- Power, J. F. and J. A. Zachariassen. 1993. Relative nitrogen utilization by legume cover crop species at three soil temperatures. *Agron. J.* 85 : 134-140.
- Seo, J. H., H. J. Lee., and I. B. Huh and S. J. Kim. 1998. Effect of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) green manure on maize growth and nitrogen uptake. *RDA. J. Agro-Envir. Sci.* 40(1) : 62-68.
- Seo, J. H., H. J. Lee., and I. B. Huh and S. J. Kim. 2000. Nitrogen use and yield of silage corn affected by hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) soil-incorporated at different time in spring. *Korean J. Crop Sci.* 45(4) : 272-275.
- Smith, M. S., W. W. Frye and J. J. Varco. 1987. Legume winter cover crops. *Advances in Soil Sci.* 7 : 95-139.
- Vaughan D. J. and G. K. Evanylo. 1998. Corn response to cover crop species, spring desiccation time, and residue management. *Agron. J.* 90 : 536-544.
- 高崎達藏, 早田久七. 1929. ヘアリベツチの播種期試験成績. 朝鮮總督府勸業模範場彙報.