

과제 구분	대형공동	LS0204	수행구분	전후반기	연구기간	'99~'01(완결)
연구과제명	헤어리베치 피복작물을 이용한 경사지 환경보존형 신규농업 개발				과제책임자	민 황 기
세부과제명	헤어리베치 재배에 의한 경사지 옥수수생산 연구					
연구원별임무						
구 분	소 속		성 명		담 당 임 무	
세부과제책임자	옥수수시험연구팀		박종열		세부과제 총괄수행	
공동연구자	"		류시환		연구협조 및 조사지원	
	"		박기진		"	
	"		허남기		"	
색인 용어	헤어리베치, 옥수수, 경사지, 토양유실					

1. 연구배경

최근에 환경농업의 중요성이 부각됨에 따라 화학비료 절감, 무농약 재배, 기타 다른 환경농법 등이 대두되고 있다. 수량증가를 위한 질소 시비량 증가는 그 이용률을 감소시키고 토양 및 수질의 환경부하를 증가시킬 수 있다고 하였다(윤 등, 1993). 따라서 새롭게 대두된 환경농업의 부각에 따라 화학비료의 절감은 토양의 지력유지를 위하여 유기물 투입이 요구되고 있다. 이런 유기물 투입 방법으로 생산부산물, 축산 부산물 등 다양하게 있으나 이것 또한 비용이 많이 든다는 단점을 가지고 있다. 그러나 겨울철 녹비작물 재배를 이용한 유기물 공급은 유기물 자체의 공급뿐만 아니라 토양 물리성 개선, 유용 미생물 생장 개선 등 환경농업의 중요한 개선 중의 하나이다. 또한 강원도와 같은 경사지가 많은 밭 토양에서는 녹비 뿐만 아니라 피복 작물로 토양유실이 방지되어 토양의 지력유지에 큰 도움을 준다.

겨울철 우리나라에서 재배할 수 있는 녹비작물은 대개 호밀과 이탈리아라이글라스 등 화본과 녹비작물과 헤어리베치, 자운영 및 클로버류 등 두과작물로 크게 나뉜다. 화본과 녹비작물은 C/N율이 높아 토양분해시 일시적 질소기아 현상을 초래하는데 비해 두과 녹비작물은 질소고정에 따른 후작물에 질소 공급뿐만 아니라 C/N율이 낮아 분해가 빨라 질소기아 현상이 일어나지 않는다(서 등, 2000; Torbert 등, 1996). 그래서 옥수수 밭에서 호밀을 대신한 두과작물의 동계재배는 윤작효과를 기대 할 수 있을 뿐 아니라(Torbert 등, 1996), 녹비 투입으로 많은 질소를 절감 할 수 있다(Utomo 등, 1990).

1920년대에 우리나라에 도입된 헤어리베치는 내한성 및 월동력이 아주 강하여 남부 지역은 물론 중북부 지역까지 재배가 가능한 녹비작물이다. 그러나 우리나라에서 1960년대 화학비료의 발달로 재배가 현저히 줄어들어 지금은 재배가 되지 않는다고 하였다(서, 2000).

따라서 본 연구는 동계 헤어리베치 및 호밀 재배가 강원도 경사지 토양에서 하계 본 작물인 찰옥수수 생산과 연계하여 녹비 및 피복 효과를 구명하기 위해 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 1998년 가을부터 2001년 가을까지 3년간 강원도농업기술원 옥수수시험장에서 경사도가 15. 인 시험포장을 임차하여 수행하였다. 시험작물로는 동계피복 및 녹비작물로 헤어리베치와 호밀을, 하계 주 작물로 찰옥수수 「찰옥2호」로 시험을 수행하였고, 피복 및 녹비에 대한 처리는 헤어리베치 피복구, 호밀 피복구 및 관행 나지구로 처리를 하였고, 헤어리베치 피복구는 옥수수 재배시 녹비투입 방법을 경운과 최소경운(고사)로 하였다.

1998년 헤어리베치는 9월 3일 10a당 3kg, 호밀은 9월 20일 10a당 20kg 산파 하였다. 옥수수는 1999년 5월 22일 2kg/10a 1주 2분씩 파종하여 1주만 남기고 썩아 주었다. 시비량은 헤어리베치는 무비, 호밀은 18-9-7kg(N-P₂O₅-K₂O/10a), 옥수수는 15-13-13kg(N-P₂O₅-K₂O/10a)을 시비하였다. 그 외 옥수수 재배관리는 표준 재배법에 준하여 재배하였다.

1999년 헤어리베치는 8월 23일 5kg/10a, 50cm 간격으로 조파 하였고, 호밀은 9월 27일 15kg/10a 산파 하였다. 옥수수는 2000년 5월 24일 2kg/10a 1주 2분씩 파종하여 1주만 남기고 썩아 주었다. 시비량은 헤어리베치와 호밀 파종시 인산만 13kg/10a를 시비하였고, 옥수수 재배시 질소 시비량을 달리하여 수행 하였는데 녹비 투입구는 무비, 1/2비, 표준비로 처리하였고, 헤어리베치구의 1/2비구는 7엽기때 추비를, 호밀구의 1/2비는 질소 기아현상을 고려하여 기비로 시비 하였으며, 표준비구는 기비, 추비 각각 50% 시비하였다.

2000년 헤어리베치는 8월 19일, 호밀은 9월 25일 파종하였고, 옥수수는 2001년 5월 21일 파종하였고 그 외의 처리는 1999~2000년 시험과 동일하게 수행하였다.

조사항목은 토양 유실량, 동계작물의 생육 및 건조수량, 옥수수 생육 및 수량을 조사하였고 토양유실량을 조사하기 위해 각 시험구를 7.5m×20m(150a)로 칸막이를 설치하여 물이 유입이 되도록 설치를 하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 동계작물의 월동율

동계작물인 헤어리베치와 호밀의 월동율을 보면 <표 1>과 같다.

표 1. 시험시기별 헤어리베치와 호밀의 월동율

연 도	작 물	월동율(%)*
1998 ~ 1999	헤어리베치	7.9
	호밀	-
1999 ~ 2000	헤어리베치	15.6
	호밀	65.9
2000 ~ 2001	헤어리베치	35
	호밀	68

* 월동율 조사일 : 2월 하순

<표 1>에서 보는바와 같이 전반적인 헤어리베치의 월동율이 낮은 원인은 2월 말에 조사하였기 때문이며 이후 온도가 상승함에 따라 생존 개체수가 증가 하였다. 1998~1999년의 헤어리베치의 월동율이 낮았는데 그 원인은 헤어리베치의 파종이 늦었고, 1998년 가을 가뭄으로 인해 헤어리베치의 초기 생육이 부진하여 월동에 문제가 있었고 호밀은 파종 후 초기 생육이 양호하여 월동에는 문제가 없었다. 헤어리베치의 월동율을 높이기 위해서는 강원지역의 파종은 적어도 8월 하순경에 이루어져야 할것으로 사료되며, 또한 파종후 가뭄은 발아율 뿐만 아니라 발아후에도 초기생육이 저하되어 월동에 문제가 발생하는 것으로 생각된다.

나. 동계작물의 초장

동계작물인 헤어리베치와 호밀의 초장을 보면 <표 2>와 같다.

표 2. 시험시기별 헤어리베치와 호밀의 초장

연 도	작 물	초 장(cm)*
1998 ~ 1999	헤어리베치	55.5
	호밀	143.1
1999 ~ 2000	헤어리베치	72.3
	호밀	105.3
2000 ~ 2001	헤어리베치	106
	호밀	158

* 조사일 : 5월 중순

<표 2>에서 보는 바와 같이 헤어리베치와 호밀의 초장은 2000~2001년이 가장 컸으며 헤어리베치는 1998~1999년이, 호밀은 1999~2000년이 가장 작았다.

다. 동계작물의 수량

시험기간 동안 동계작물인 헤어리베치와 호밀의 생초중 및 건조중을 보면 <표 3>과 같다.

표 3. 시험시기별 헤어리베치와 호밀의 생체중 및 건조중

년 도	작 물	수 량*(kg/10a)		건물율 (%)
		생체중	건물중	
1998 ~ 1999	헤어리베치	353	88	24.9
	호밀	1,810	555	30.7
1999 ~ 2000	헤어리베치	3,565	345	9.7
	호밀	3,080	500	16.2
2000 ~ 2001	헤어리베치	3,015	738	24.5
	호밀	1,740	568	32.6

* 조사일 : 5월 중순

<표 3>에서 보는 바와 같이 건조중은 2000~2001년이 가장 좋았으며, 1998~1999년의 헤어리베치의 수량이 낮은 이유는 헤어리베치의 파종이 늦었고, 1998년 가을 가뭄으로 인해 헤어리베치의 초기 생육이 부진하여 월동에 문제가 있었기 때문으로 사료되며 건물율의 차이를 보이는 것은 1999~2000년은 수확기 때 많은 강우로 인하여 식물체내에 수분을 충분히 함유하고 있어 건물율이 낮은 것으로 생각되며, 1998~1999년과 2000~2001년은 수확기 때 가뭄으로 인하여 높게 나타난 것으로 사료되었다.

라. 옥수수 생육 및 수량

동계작물 수확 후 재배한 옥수수의 생육 특성 및 수량은 <표 4, 5, 6>과 같다.

표 4. 1999년(1년차) 각 처리별 옥수수의 생육특성 및 수량

처리*	출웅기 (월. 일)	출사기 (월. 일)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭 수량 (kg/10a)
I	7. 20	7. 23	13.3	3.36	509
II	7. 19	7. 23	14.7	3.48	554
III	7. 19	7. 23	13.5	3.37	531
IV	7. 18	7. 22	13.7	3.57	541

* I: 무처리구 II: 헤어리베치 + 무경운구 III: 헤어리베치 + 경운구 IV: 호밀 + 경운구

표 5. 2000년(2년차) 각 처리별 옥수수의 생육특성 및 수량

처리*	N 공급량 (kg/10a)	출웅기 (월. 일)	출사기 (월. 일)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭 수량 (kg/10a)
I	15	7. 19	7. 21	16.4	3.6 bcd	714
	0	7. 16	7. 20	14.6	3.5 cd	459
II	7.5	7. 16	7. 20	16.0	3.8 ab	737
	15	7. 16	7. 20	16.3	4.0 a	911
III	0	7. 19	7. 21	15.4	3.9 a	838
	7.5	7. 19	7. 21	15.8	3.9 a	827
IV	15	7. 19	7. 21	15.7	4.0 a	901
	0	7. 23	7. 27	17.3	3.4 d	646
IV	7.5	7. 18	7. 22	17.6	3.5 bcd	902
	15	7. 18	7. 22	15.5	3.8 abc	821

* I: 무처리구 II: 헤어리베치 + 무경운구

III: 헤어리베치 + 경운구 IV: 호밀 + 경운구

표 6. 2001년(3년차) 각 처리별 옥수수의 생육특성 및 수량

처리*	N 공급량 (kg/10a)	출웅기 (월. 일)	출사기 (월. 일)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭 수량 (kg/10a)
I	15	8. 2	8. 6	16.1 ab	3.8	821 ab
	0	8. 1	8. 4	13.4 c	3.8	697 b
II	7.5	8. 1	8. 4	14.6 bc	3.7	716 b
	15	8. 1	8. 4	16.7 a	3.9	904 a
III	0	8. 2	8. 5	15.9 ab	3.8	829 ab
	7.5	8. 2	8. 5	16.0 ab	3.8	828 ab
	15	8. 2	8. 5	16.3 ab	3.9	900 a
IV	0	8. 4	8. 8	15.3 abc	3.7	729 b
	7.5	8. 3	8. 7	15.6 ab	3.8	845 ab
	15	8. 3	8. 7	15.2 abc	3.9	851 ab

* I: 무처리구 II: 헤어리베치 + 무경운구 III: 헤어리베치 + 경운구 IV: 호밀 + 경운구

<표 4>에서 보는 바와 같이 1999년 옥수수 생육상황은 호밀구가 다른구에 비해 출웅·출사일수가 1~2일 빨랐으며 이삭중은 나지구에 비해 호밀구가 106%, 헤어리베치 최소경운구가 109%, 헤어리베치 경운구가 104%였다. 그러나 옥수수 수량은 다른 해에 비해 수량도 낮았고, 녹비효과도 크게 나타나지 않았는데 이는 헤어리베치의 월동율이 낮아 녹비효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 2000년 옥수수 이삭경은 <표 5>에서 보는 바와 같이 헤어리베치 경운구가 질소 시비량에 상관없이 컸고, 출사일수는 호밀 무비구가 다른구에 비해 5~7일 늦었다. 그리고 옥수수 이삭중은 호밀 무비구(91%) 및 헤어리베치 최소경운 무비구(64%)만 나지구에 비해 적었고 다른구는 103~126% 증수 하였으며 2001년 옥수수 출사일수는 <표 6>에서 보는 바와 같이 헤어리베치 최소경운구가 1~4일 빨랐으며, 옥수수 이삭중은 헤어리베치 표준비구(900~904kg/10a)가 우수하였다.

2000년, 2001년 성적을 종합하면 <표 7>과 같다.

표 7. 각 처리별 2000년과 2001년의 옥수수 평균 수량특성

처리*	N 공급량 (kg/10a)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭 수량 (kg/10a)
I	15	16.3	3.7	768
	0	14.0	3.7	598
II	7.5	15.3	3.8	727
	15	16.5	4.0	908
III	0	15.7	3.9	834
	7.5	15.9	3.9	828
	15	16.0	4.0	901
IV	0	16.3	3.6	688
	7.5	16.6	3.7	874
	15	15.4	3.9	836

* I: 무처리구 II: 헤어리베치 + 무경운구 III: 헤어리베치 + 경운구 IV: 호밀 + 경운구

<표 7>에서 보는 바와 같이 2000년과 2001년 2년을 종합하여 보면 옥수수 이삭중은 헤어리베치 최소경운 표준비구, 헤어리베치 경운구, 호밀 1/2비구 및 호밀 표준비구가 나지구에 비해 108 ~ 118% 였으며, 헤어리베치 피복 후 옥수수 파종 전 제초제로 고사시킨 후 옥수수를 파종하면 옥수수 표준 시비량을 주어야 수량의 감소가 없지만 헤어리베치 피복 후 경운하여 녹비를 투입하면 옥수수 재배시 질소 비료를 주지 않아도 수량이 증가하였다. 호밀 피복후 옥수수 재배는 녹비를 투입하면 표준시비량에 비하여 기비로 반량의 질소비료 사용이 적정할 것으로 사료되었다.

마. 토양 유실량

동계작물 재배로 겨울철 동안 피복이 경사지에서의 토양 유실량을 조사하였는데 그 결과는 <표 8>과 같다.

표 8. 동계작물의 토양 피복 형태에 따른 경사지 토양의 유실정도

년 도	처 리	토양 유실량 (kg/10a)
1998 ~ 1999	무처리	184
	헤어리베치 + 무경운	183
	헤어리베치 + 경운	127
	호밀 + 경운	16
1999 ~ 2000	무처리	498
	헤어리베치 + 무경운	6
	헤어리베치 + 경운	146
	호밀 + 경운	21
2000 ~ 2001	무처리	138
	헤어리베치 + 무경운	5
	헤어리베치 + 경운	7
	호밀 + 경운	13

<표 8>에서 보는 바와 같이 1998 ~ 1999년은 헤어리베치의 월동율 저하로 피복효과가 없었으나 호밀은 유실량이 91% 감소하였다. 1999 ~ 2000년은 헤어리베치의 생육이 양호하여 헤어리베치의 최소경운구에서 98%, 헤어리베치 경운구에서 79%, 호밀 경운구에서 96%의 유실량이 감소하였고 2000 ~ 2001년은 옥수수 생육기간인 여름철 가뭄으로 인하여 헤어리베치 경운구도 유실량이 95% 감소하였다.

4. 적 요

본 연구는 동계기간에 헤어리베치 및 호밀 재배가 경사지 토양에서 하계 본 작물인 찰옥수수 생산과 연계하여 녹비 및 피복 효과를 구명하기 위해 1998년부터 2001년까지 3년간 실시하였으나, 전작물의 생육이 부진한 1년차(1998 ~ 1999) 성적을 제외한 1999년부터 2개년 성적을 요약하면 다음과 같다.

가. 헤어리베치의 월동율은 23 ~ 28%, 호밀은 67% 였다.

나. 토양유실량은 나지구에 비해 호밀구는 8.9%, 헤어리베치구는 2.1 ~ 22.5% 수준이었으며 헤어리베치 경운구는 2000년의 많은 강우로 높게 나타났다.

다. 건물중은 호밀구가 534kg/10a, 헤어리베치구는 542kg/10a 였으며 건물율은 호밀구가 24.4%, 헤어리베치구가 17.1% 였다.

라. 옥수수 이삭중은 헤어리베치 무경운 표준비구, 헤어리베치 경운구, 호밀 1/2비구 및 호밀 표준비구가 나지구에 비해 108 ~ 118% 높았다.

5. 인용문헌

Hanway, J.J. 1963. Growth stages of corn. Agron. J. 55:487-492

Larson, W.E. and J.J., Hanway. 1977. Corn production. In corn and corn improvement. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

Mitchell, W.W. and M.R., Teel. 1977. Winter-annual cover crops for no-tillage corn production. Agron. J. 74:562-564.

Phillips, R.E., R.L. Blevin, G.W. Thomass, W.W. Frye and S.H. Phillips. 1980. No-tillage agriculture. Sci. 208:1108-1113.

Power, J.F., J.W., Doran and P.T., Koerner. 1991. Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production. J. Prod. Agric. 4:62-67.

Torbert, H.A., D.W. Reeves and R.L. Mulvaney. 1996. Winter legume cover crop benefits to corn: rotation vs. fixed-nitrogen effects. Agron. J. 88:527-535.

Utomo, M., W.W. Frye and R.L. Blevins. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. Agron. J. 82:979-983.

서종호. 2000. 헤어리베치 녹비시용에 따른 토양질소 증진 및 후작 옥수수의 질소비료 절감효과. 서울대학교 대학원 학위논문.

서종호, 이호진. 1998. 헤어리베치 피복을 이용한 옥수수 무경운 재배에 관한 연구, 1. 헤어리베치 피복량별 토양 무기태 질소 함량, 옥수수 수량 및 질소 흡수량의 변화. 한초지 18(1):43-48.

서종호, 이호진, 허일봉, 김시주, 김충국, 조현숙. 2000. 동계 녹비작물 초종별 화학성분 및 생산성 비교. 한초지 20(3):193-198.

윤순강, 유수호. 1993. 토양중 질산태 질소의 행방과 지하수질. 한국환경 농학회지 12(3):281-297.

6. 연구결과 활용제목

“헤어리베치의 경사지 토양유실과 옥수수 재배에 미치는 영향”