

최 종  
연구 보고서

# 겨울철 유희 경작지에서의 헤어리베치 재배 이용 환경 친화형 농업기술개발

Study on development of technologies for  
environment friendly agriculture with cropping  
systems using Hairy vetch on fallow land in  
unoccupied farming season

연구 기관

충 북 대 학 교

농 립 부



# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “겨울철 유휴 경작지에서의 헤어리베치 재배이용 환경 친화형 농업기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 12월 일

주관연구기관명 : 충북대학교

총괄연구책임자 : 송범헌

연 구 원 : 이철원

연 구 원 : 김홍식

연 구 원 : 정봉진

연 구 원 : 남택수

연 구 원 : 이승환

연 구 원 : 김은정

연 구 원 : 김윤정

연 구 원 : 손은호

협동연구기관명 : 상지대학교

협동연구책임자 : 류종원

연 구 원 : 최종순

연 구 원 : 손준규

# 요 약 문

## I. 제목

겨울철 유향 경작지에서의 헤어리베치 재배이용 환경 친화형 농업기술 개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

### 1. 목적

본 연구는 녹비, 피복 및 사료작물인 헤어리베치를 농한기 겨울철 경작지에 재배 이용하여 환경친화형 작부체계를 개발하여 안정적인 작물의 생산성을 취하고, 화학비료 및 제초제 절감기술을 개발하며, 토지 이용율을 향상시키면서 토양개량 효과를 얻을 수 있는 환경친화형 농업기술을 개발하고자 실시하였다.

가. 겨울철 농한기 논에서 헤어리베치를 재배 이용하여 환경친화형 벼 재배기술 개발의 일환으로 논에서의 헤어리베치의 발아, 내냉성 및 월동정도 등 헤어리베치의 생육 및 생산성을 조사하고, 답의 효율적인 작부체계 도입으로 안정적 생산기반을 조성함과 동시에 헤어리베치를 활용한 화학비료 절감 및 토양개량 효과 및 비옥도를 증진시키고자 함.

나. 밭에서 겨울철 농한기에 헤어리베치를 재배 이용한 환경친화형 작부 방식 개발의 일환으로 밭에서의 헤어리베치의 발아, 내냉성 및 월동



정도 등 헤어리베치의 생육 및 생산성을 조사하고, 효율적인 작부체계 도입으로 안정적 생산기반을 조성함과 동시에 헤어리베치를 활용한 화학비료 및 제초제 절감 기술을 개발하고, 토양개량 효과 및 토양 비옥도를 증진시키고자 함.

- 다. 고랭지 채소재배 단지에서의 헤어리베치 재배 이용 헤어리베치와 채소의 작부체계에 의한 환경친화형 농업기술을 개발하기 위하여 고랭지 채소재배 지대에서 헤어리베치-채소작부체계를 위한 기초 및 응용 연구로서 헤어리베치의 추파, 춘파에 따른 수량, 질소생산성, 헤어리베치의 녹비에 의한 채소의 생육과 잡초방제 효과, 녹비질소의 이용 효과를 구명하고자 함.

## 2. 중요성

헤어리베치는 내한성이 강한 1년생 두과작물로서 겨울철 경작지에 잘 생육하는 작물적특성을 지니고 있고, 또한 녹비와 사료로서의 이용가치가 높아 유휴 경지의 활용을 증대하고, 높은 질소 고정 능력과 건물생산성으로 화학비료와 농약 사용을 절감시킬 수 있다. 그리고 헤어리베치는 월동후 초기생육이 매우 신속하여 5월중하순에 다량의 생체 및 건물을 생산할 수 있어서 후작물 재배에 유리하고, 식물유체는 분해속도가 빨라 후작물에 질소를 비롯한 무기영양성분을 적절히 공급할 수 있다. 현재 우리 농업은 과도한 화학비료와 농약의 사용으로 토양은 점차 황폐화되었고 병해충의 방제를 위해 농약의 다량 살포로 농업생태계는 크게 파괴되어 있는 상태라고 볼 수 있다. 이러한 현상은 전세계적으로 비슷하여 1980년대에 환경 친화형 농업(또는 지속적 농업: Sustainable Agriculture)이란 용어가 널리 퍼지면서 농업생산활동의 환경에 대한 영향이 구체적으로 검토되기 시작했고, 어떻게 하면 생산성을 안정적으로 유지하면서 환경도 잘 보존할 수 있을 까하는 쪽

으로 관심을 기울이기 시작했다고 볼 수 있다. 또한 농업생산활동은 인류의 생활자체 뿐만 아니라 환경에도 지대한 영향을 미친다는 사실을 새롭게 인식하게 되었다고 볼 수 있다. 그 예로 농업이 환경에 미치는 공익기능, 즉 대기정화, 수질정화, 토양유실방지, 지하수 함양 및 대기냉방효과 등의 기능이 있다고 이미 농촌진흥청과 산림청의 연구보고서에서 밝힌바 있으며, 이에 반하는 환경에 대한 역기능, 즉 화학비료의 과다사용으로 토양의 염류 집적, 농약 및 제초제의 과다 사용으로 생태계의 파괴 및 음식물의 안정성 등의 문제가 제기되어 환경에 대한 문제는 아주 중요한 문제로 제기되었다.

1992년부터 미국 농무성 벨스빌 농업연구센터(BARC)에서는 환경농업의 실천방안으로 식량 및 채소작물의 재배에 저투입 저비용 농법을 개발하기 시작하였다. 헤아리베치를 녹비 및 피복작물로 이용하여 토마토를 재배하고, 옥수수 및 콩의 재배에도 이용하여 플라스틱의 피복재배 효과, 잡초방제 효과, 식물영양분 공급 효과, 살충 및 살균제 방제 효과, 그리고 토양개량 및 토양유실방지 효과 등을 면밀히 검토하고 있으며 생산성과 품질성 향상면에서 좋은 결과를 얻고 있다.

국내에서는 녹비작물에 대한 연구가 농촌진흥청과 일부 대학에서 이루어지고 있으나 연구자체에 그치고 농가에 환경친화형 농법을 보급할 수 있는 단계까지는 아직 발전시키지 못한 상태라고 볼 수 있다. 또한 피복작물과 녹비작물로서, 즉 플라스틱 재배 대체 목적으로 피복 및 잡초방제효과, 영양분 공급효과, 공중질소 고정량, 토양유실방지 및 토양개량 효과 등이 구체적으로 연구되어 환경친화형 농업기술 개발 뿐만아니라 국가의 근본 재산인 토양의 보존관리 및 토양의 비옥화를 통해서 식량의 안정적 생산과 환경보존 관리는 물론 국민들을 위한 쾌적한 자연환경을 가꾸어 나아가는 것은 매우 중요한 해결과제라고 확신한다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 헤어리베치의 내동성 및 내한성 조사</li> <li>0 월동후 헤어리베치의 성장특성, 생산성 검토</li> <li>0 논, 밭, 채소재배 단지에서의 녹비작물로서의 토양 개량 효과</li> <li>0 환경친화형 작부체계 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 자료수집 및 연구방향의 설정</li> <li>0 가을 파종후 헤어리베치의 내동성 및 내한성 조사연구</li> <li>0 월동후 헤어리베치의 주요 생육시기별 생체중, 건물중 및 생산성 조사</li> <li>0 헤어리베치를 포함한 환경친화형 작부체계 조합 및 이용성 조사연구</li> <li>0 헤어리베치를 재배 이용한 작부체계 효과 및 생산성에 대한 조사연구</li> <li>0 헤어리베치를 재배 이용한 토양 피복 효과 및 토지 이용을 향상 효과 조사</li> <li>0 논, 밭, 채소재배단지에서의 헤어리베치를 녹비작물로서 재배이용시 토양의 물리화학적 개량효과</li> </ul>
2차 년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 헤어리베치의 내동성 및 내한성 검토</li> <li>0 헤어리베치의 성장반응 및 생산성 조사연구</li> <li>0 녹비작물의 재배이용에 의한 식량작물의 안정적인 생산성 향상</li> <li>0 헤어리베치의 이용 논, 밭, 채소재배단지의 토양개량 효과 구명</li> <li>0 헤어리베치 이용 환경친화형 작부방식 개발</li> <li>0 헤어리베치 이용 환경친화형 농업에 대한 경제성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 내동성 및 내한성 조사연구</li> <li>0 월동후 헤어리베치의 주요 생육시기별 생체중, 건물중 및 생산성 조사</li> <li>0 헤어리베치를 재배 이용한 작부체계 효과 및 생산성, 토양 피복 효과 및 토지 이용을 향상 효과 조사</li> <li>0 헤어리베치의 파종량별 생산성 등의 검토로 적정 파종량 결정</li> <li>0 헤어리베치의 시기별 생산성 검토 및 녹비작물로서의 화학비료 절감효과</li> <li>0 헤어리베치를 포함한 환경친화형 작부체계 개발 및 이용성 조사연구</li> <li>0 밭과 채소재배단지의 신 작부체계 도입에 의한 생산성 검토 및 토양의 물리화학적 조사연구에 의한 토양개량효과 구명</li> <li>0 헤어리베치 이용 환경친화형 농업기술에 대한 경제성 분석</li> </ul>

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

#### 세부과제 1 : 논외 환경친화형 벼 생산성 향상을 위한 헤어리베치 재배 및 이용

논에서 헤어리베치를 재배하여 녹비작물로서의 기능을 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 파종기별 지상부와 지하부의 건물생산량은 10월 5일 파종구가 가장 높았으며, 헤어리베치 생산량은 4월 21일에 비하여 5월 10일 예취구가 현저히 증가하는 것으로 나타났다.

나. 헤어리 베치 지하부에 착생한 근류균수는 논에서 5월 10일 수확기에는 10월 5일 파종구에서만 형성되었고, 밭에서는 파종기가 이른 10월 3일 파종구에서 많은 것으로 나타났고, 파종기가 늦어질수록 감소하였다.

다. 헤어리베치 건물의 질소 농도는 4월 21일 예취구에서는 2.8~3.6%이었으며, 5월 10일 예취구에서는 2.0~2.9% 정도 이었다. 인산과 칼리 함량은 파종기와 예취기 간에 큰 차이가 없었다.

라. 헤어리베치 시용구와 무처리구의 벼 초장은 헤어리베치 시용구가 무처리구에 비하여 증가하였고, 분얼수와 엽색도도 증가하는 것으로 나타났다.

마. 주당 수수는 헤어리베치 시용구가 무시용구에 비하여 증가하는 것으로 나타났고, 수당 영화수도 동일한 결과이었다. 수량은 헤어리베치 시용구가 무시용구에 비하여 8~15%증가되는 것으로 나타났다.

**세부과제 2 : 밭 토양개량 및 환경친화형 전작물 생산성 향상을 위한  
헤어리베치 재배 및 이용**

**1. 발아율 및 내동성시험**

가. 헤어리베치의 발아율은 10℃조건하에서도 기간은 오래걸렸지만 60% 정도 양호한 편이었으며, 15℃이상에서는 90%의 발아율을 보이며 발아력이 온도별로 큰 차이없이 높았다.

나. 9월부터 10하순까지의 파종시기별 헤어리베치의 발아력은 80%를 넘어 전반적으로 양호하였다.

다. 충북지역에서 헤어리베치의 겨울철 월동후 생존율은 87.6%이상이었다.

**2. 헤어리베치의 성장반응 및 생산성 검정시험**

가. 헤어리베치의 생체 및 건물수량은 5월 중하순경에 최대에 이르고, 그 이후 6월부터는 고사하기 시작한다.

나. 헤어리베치의 건물수량은 파종시기가 빠를수록 파종량이 많을수록 높은 경향이었으며, 최대건물수량은 약 1050 kg/10a 였다.

**3. 투입 헤어리베치의 부숙화 및 양분유출 속도 시험**

가. 헤어리베치의 부숙화는 처리후부터 약 100일경까지 점진적으로 지속 되는 것으로 나타났으며, 50% 정도의 부숙화율은 피복 처리후 2000년에는 약 80일 정도, 2001년에는 약 60일 정도가 소요되는 것으로 나타났다.

나. 투입된 헤어리베치로부터의 질소 유출량은 초기 10일부터 100일까지 지속적으로 일정하게 일어 났으며, 처리후 100일후에 50 - 60%의 질소가 헤어리베치로부터 용출되었다.

다. 투입된 헤어리베치로부터의 질소와 인산은 초기부터 마지막 조사일

까지 완만히 유출되는 반면에 카리는 초기에는 매우 느린 용출량을 보이다가 50일 이후 아주 빠른 용출량을 보였다.

라. 헤어리베치의 이용에 의해 토양의 pH가 약간 높아졌으며, 전기전도도는 큰차이가 없었고, CEC는 헤어리베치를 이용한 작부체계에 의해 5.0에서 높게는 8.8까지 올랐다. 석회요구량이 현저히 낮아 졌다.

#### 4. 헤어리베치-콩 작부체계시 헤어리베치의 피복 및 녹지작물로서의 효과

가. 콩의 초장은 2000년도와 2001년도 공히 생육초기부터 개화기까지는 일직선적으로 자랐으며, 개화기이후에는 초장의 신장이 둔화되었고, 헤어리베치, 헤어리베치 + NPK, 농가관행 등의 처리간에 초장은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

나. 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 건물중 분배는 개화기 이후엽으로부터 협으로 이동되었으며, 헤어리베치를 이용한 환경친화형 작부체계에 의해 많은 건물생산이 일어났고, 많은 량의 건물이 협으로 이동되었다.

다. 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체부위별 질소와 인산의 전류를 추정해 보면, 개화기를 전후하여 질소와 인산은 엽에 많이 존재하다가 개화기 이후에는 협으로 이동하는 경향이 뚜렷하였으나 카리의 경우는 오히려 반대의 현상이 나타났다.

라. 헤어리베치-콩 작부체계시 경작시 헤어리베치의 피복 처리시 시험구별 발생 잡초는 바랭이, 어저귀, 쇠비름, 명아주, 망초, 그리고 쑥의 6종이 조사되었으며, 헤어리베치 피복처리구가 무처리 및 농가관행구에서보다 훨씬 적은 잡초발생량을 보였다. 헤어리베치 피복량별로 비교해 볼 때 헤어리베치의 피복량이 많을수록 잡초 발생량이 적은 것으로 나타났다.

마. 피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초방제가는 전 헤어리베치 처리구에서 70% 이상의 방제가를 보였으며, 제초제를 처리한 농가관행구는 개체수를 이용해 산출한 방제가는 40% 이하의 방제가를 보인 반면 건물중으로 환산한 방제가는 70% 정도의 방제가를 보여 방제가 산출방법에 따라 큰 차이를 보였다.

바. 개체수로 산출한 방제가와 건물중으로 산출한 방제가의 차이는 헤어리베치 6톤 + NPK 처리구에서는 차이가 있었지만 다른 처리구들에서는 큰 차이가 없었으며, 헤어리베치를 10a당 6톤 처리한 시험구에서 가장 높은 80 - 90%이상의 방제가를 보였다.

사. 콩의 수량은 2000년도에는 분지수, 개체당 협수가 헤어리베치 피복구에서 전반적으로 높았고, 개체당 입수가 높았기 때문에 단보당 수량이 헤어리베치 피복구에서 3 - 52%까지 증수되는 것으로 나타났다. 2001년도의 조사 결과는 분지수, 개체당 협수, 그리고 개체당립수가 헤어리베치를 피복한구가 다른 시험구들보다 높아 7 - 30%의 수량 증수를 보였다.

## 5. 헤어리베치-옥수수 간작 작부체계시 헤어리베치와 옥수수간의 공생 관계 구명시험

가. 헤어리베치 휴간에 옥수수를 파종하여 공생관계를 조사한 결과 전반적으로 농가관행구에 비해 옥수수의 생육이 저조하였으며, 옥수수와 헤어리베치간의 공생관계 유지보다는 어떤 면에서 경합관계에 서로 있는 것을 관찰할 수 있었다.

나. 옥수수-헤어리베치의 혼작 재배시 수량구성요소 및 수량이 농가관행구에 비해 현저히 낮았다. 수량지수면에서 헤어리베치와 혼작을 함으로 인해 옥수수는 약 28 - 55%까지 생육 및 수량이 감소하는 것으로 나타났다.

### 세부과제 3 : 헤어리베치 재배 이용 채소재배단지에서의 환경친화형 농업기술개발

가. 헤어리베치 type은 woolly pod type 베치에 비하여 월동률이 높았다. 고랭지인 대관령 지방에 헤어리베치의 월동률은 70%이었으나 woolly pod type은 0~50%의 월동율을 나타내었다. 고랭지 지방에서 추파재배 품종으로 Woolly pod type의 품종은 적합하지 않았다.

나. 헤어리베치 동계재배구는 헤어리베치의 높은 피복도에 의하여 잡초 억제 능력이 높아로 초봄 잡초 밀도가 동계휴한구에 비하여 월등하게 낮았다.

다. 고랭지 지역에서 헤어리베치 춘파 재배시 생산성은 생초수량은 2,500~5,500kg이었으며 건물수량으로 460~670kg으로 생산성이 매우 높았다. 배추재배전 헤어리베치를 녹비로 이용하면 질소량으로 7-18kg/10a를 얻을 수 있었다. 헤어리베치 재배에 의하여 토양의 유기물, 질소, 인산 치환성 칼리함량이 높아져 헤어리베치 재배는 토양의 지력의 유지, 증진효과가 있었다.

라. 헤어리베치 녹비 시용구는 무처리구에 비하여 무와 배추의 생육과 수량이 증가되었다.

바. 고랭지 지역에서 헤어리베치를 이용한 채소 작부체계는 추파 헤어리베치 + 여름채소, 춘파 헤어리베치 + 가을 채소의 작부 조합이 가능하였다. 헤어리베치 녹비에 의하여 지력이 개선될 뿐만아니라 시비질소를 50% 절감하고 잡초발생을 억제할 수 있는 장점으로 인하여 앞으로 환경농업에서 채소 전작물로 헤어리베치를 가을 혹은 봄에 도입하는 것이 유망하다고 할 수 있다.



## 2. 활용에 대한 건의

본 연구는 해방전후의 비료가 부족했던 시대에 녹비작물로서 많이 활용되었지만 충분한 비료공급으로 재배이용이 되지 않고 있던 헤어리베치가 최근 환경문제가 전세계적으로 크게 대두되면서 다시 새롭게 연구가 되고 있다. 헤어리베치는 사료, 피복, 녹비작물로서 활용이 가능하며 우리나라의 경우에는 겨울철 농한기에 재배이용이 가능하기 때문에 여러 가지 용도로 이용할 가치가 큰 식물자원중의 하나이다. 특히 두과작물이며 체내 질소함량이 타작물보다 전생육기간을 통해서 높게 유지되어 피복 및 녹비작물로서의 활용은 화학비료와 제초제의 사용을 절감할 수 있으며, 토양개량 및 비옥도 증진에 활용하면 친환경 농업기술 개발 차원에서 가장 좋은 천연 에너지 자원이라고 볼 수 있다.

가. 헤어리베치는 내냉성 및 내동성이 강하고 습지가 아니면 발아력이 좋아 증복부 이상의 논, 밭, 그리고 채소재배단지 및 과수원에서 다양하게 녹비 및 피복작물로서 활용할 수 있다.

나. 환경친화형 농업기술개발의 일환으로 헤어리베치의 논과 밭에서의 이용은 토지 이용을 증대는 물론 토양의 개량 및 비옥도 증진면에서 활용하면서 동시에 신 작부체계를 도입하여 작물의 안정적인 생산성 유지 및 품질향상을 유도할 수 있다.

다. 겨울철 농한기 유휴 경작지에서의 헤어리베치의 재배 이용은 천연에너지 활용 극대화로 통하여 화학비료 및 농약, 제초제등의 사용을 절감할 수 있는 환경농업 기술개발은 물론 농촌의 작업환경을 안전하고 쾌적하게 할 수 있다.

라. 겨울철 농한기의 헤어리베치의 재배는 들판을 푸르게 하여 국민들의 정서함양에 큰 도움이 됨은 물론 천연 에너지의 생산 및 재순환 기술개발로 쾌적한 환경을 보존하며, 분해가 잘되고, 높은 질소 및 조단백질을 함유하고 있는 헤어리베치를 토양에 재환원함으로써 국가의 기본자산인 토양의 개량화 및 비옥화를 꾀 할 수 있다.

## SUMMARY

This study was conducted to develop the agricultural methods of environment friendly by cultivation and utilization of hairy vetch on the fallow land in unoccupied farming season. The ratio of germination, winter survival, productivity, use ability of cropping systems, decomposition velocity of dry matter of hairy vetch, and soil improvement by using Hairy vetch were examined on the paddy field, the upland field, and the cultivating area of mainly vegetable crops. The detail objectives of this research were to develop the sustainable agricultural techniques using hairy vetch in establishing new cropping systems, to fine the cultural methods to decrease the using amounts of chemical fertilizers and herbicides, to increase the ratio of land use, and to gain the effects of soil improvement.

The research was conducted in three different sub-projects: 1) development of agricultural techniques for environment friendly with using Hairy vetch in paddy field, 2) development of agricultural techniques for environment friendly with using Hairy vetch in upland field, and 3) development of agricultural techniques for environment friendly with using Hairy vetch in major cultivating areas of vegetable crops.

## **Research I : development of techniques for environment friendly agriculture with using Hairy vetch in paddy field**

1. Comparing the productivity of dry weight of hairy vetch with different seeding time, the highest dry weight of shoot and root was appeared in treatment on Oct. 5. The dry matter production of hairy vetch was clearly increased until at the end of May or at the beginning of June throughout passing the time after winter and then it was not increased and hardened.

2. The nodules that were produced in the roots of hairy vetch was shown on May 10 in the paddy field with only the seeding time on Oct. 5. In case of the upland field, more nodules were produced when the hairy vetch was seeded earlier compared to those when it was seeded later. The production of nodules was reduced with delaying the seeding times.

3. The N contents of hairy vetch which was cultivated in paddy field and pre-harvested on April 21 were ranged to 2.8 - 3.6%. The N contents of hairy vetch pre-harvested on May 10 were ranged to 2.0 - 2.9%. Unlike the content of nitrogen, phosphate and potassium were not clearly different among both seeding times and harvesting times.

4. When the hairy vetch was incorporated into the paddy field as a organic matter, the plant height of rice was appeared higher with the application of hairy vetch than that with the control. The tiller

number and the color degree of leaves were also higher with the application of hairy vetch compared to that with the control.

5. The spike number per plant was higher in treatment of hairy vetch than that without hairy vetch and the grain number per spike showed similar tendency with the spike number. The yields were increased to 8 - 15% with application of hairy vetch compared to that with the control.

## **Research II : development of techniques for environment friendly agriculture with using Hairy vetch in upland field**

### **1. Germination rate and winter survivals**

a. The germination rate of hairy vetch was to about 60% at 10°C, although it took time longer compared to those at more than 15°C, which showed higher germination rates than 90%. Above 15°C, the germination rates of hairy vetch were not remarkably different among the temperatures.

b. The germination rate of hairy vetch on upland field that was seeded with different times, from September to the end of October, was generally higher than 80%. Therefore, it is assumed that the germination rate was not any problem to use the hairy vetch in upland fields.

c. The ratios of survival of hairy vetch after winter in Chungbuk province were higher than 87.6%.

## **2. Growth responses and productivity**

a. Yields of fresh and dry matters of hairy vetch were maximized at the end of May and then decreased, because the hairy vetch was hardened after May.

b. Dry matter yields of hairy vetch were higher both with earlier seeding times and with more seeding amounts. The maximum of dry matter yield was about 1,050 Kg/10a.

## **3. Velocity of decomposition and minerals dissolving**

a. When the hairy vetch was applied into soil as a covering purposes to get two effects of green manure and weed control, the decomposition was continued to 100 days after the treatment of hairy vetch, the 50% of decomposition rate was appeared at about 80 days after the treatment in 2000 and about 60 days in 2001.

b. The dissolving amounts of nitrogen from the incorporated hairy vetch were continuously maintained with similar patterns from 10 days after treatment to 100 days after treatment. 50 to 60% of nitrogen in hairy vetch were dissolved out at 100 days after treatment in 2000 and 2001.

c. Nitrogen and phosphate were gradually dissolved out from hairy vetch throughout the period of treatment, while potassium was dissolved slowly at earlier time and then dissolved rapidly after 50

days after treatment.

d. With incorporation of hairy vetch into soil, soil pH was slightly increased, CEC was clearly increased to 8.8 from 5.0, the required amount of lime was remarkably decreased. However, EC was not big different with application of hairy vetch.

#### **4. Effects of hairy vetch as green manure and covering crops in cropping system of hairy vetch - soybean**

a. Using hairy vetch as green manure and covering crops in cropping system of hairy vetch - soybean, plant height of soybean was linearly grown from early growth stage to flowering stage in both 2000 and 2001. It was not increased much after flowering stage and was not shown clearly among the treatments of hairy vetch, hairy vetch + NPK, and conventional cultivation.

b. The distribution of dry matter, i.e. photosynthates, was moved from leaves to pods after the flowering stage. More dry matters of soybean were produced with the cropping system of hairy vetch - soybean and more photosynthates were transported to pods from leaves.

c. Investigating the distribution of minerals, especially nitrogen, phosphate, and potassium, among different plant tissues with the cropping system of hairy vetch - soybean, nitrogen and phosphate were transported into the pods from the leaves after the flowering stage, whereas potassium was shown reversely compared to those of nitrogen and phosphate.

d. Examining the appearances of weeds in the cropping system of

hairy vetch - soybean, 6 weeds were investigated on the experimental field. They were *Digitaria citiaris* (Retz.) Koeler., *Abutilon theophrasti* Medic., *Potulaca oleracea* L., *Chenopodium album* L. var. *centrorubrum* Makino., *Artemisia princeps* Pampan., and canadian horseweed. The appearances of weeds were much lower on covering treatment of hairy vetch than those on the control and the conventional cultivation. More amount of covering hairy vetch was treated, lower appearances of weeds were shown.

e. The control value of weeds was calculated to more than 70% with covering treatments of hairy vetch compared to that of the control. The control value of weeds was shown differently with the calculating methods, such as calculating the plant numbers and the dry weight of weeds, showing about 40% of weed control with the plant number and about more than 70% with the dry weight.

f. Comparing the weed control values with different treatments, they were not big different among the treatments except for the treatment of HV 6ton + NPK. The highest control value was shown in the treatment of HV 6 ton.

g. In 2000, grain yield of soybean with covering treatments of hairy vetch was increased to about 3 - 52% compared to that with the control, due to higher pod number per plant and grain number per plant. In 2001, grain yield of soybean with covering treatments of hairy vetch was increased to about 7 -30% compared to that with the control, due to higher branch number per plant, pod number per plant, and grain number per plant.



## **5. Symbiotic relationship on mixed cropping system of hairy vetch - corn**

a. The growth responses of hairy vetch and corn were investigated on mixed cropping system of hairy vetch - corn in order to examining the symbiotic relationship between grasses and legumes plants. The growth of corn was damaged very much with the mixed cultivation of hairy vetch and corn compared to the conventional culture. There are some competitive relation between hairy vetch and corn, such as water, mineral nutrients, etc.

b. Yields and yield components of corn was quietly lower with the mixed cropping system of hairy vetch - corn than that of the conventional cultivation. Comparing them with yield indexes, they were decreased to about 28 - 55% with the mixed cropping system of hairy vetch - corn

## **Research III : development of techniques for environment friendly agriculture with using Hairy vetch in upland field of vegetable cultivation**

In Alpine areas, green manure of hairy vetch(*Vicia villosa* Roth) has not been commonly practiced. Field experiment were carried out to investigate the effects of different residue treatment and sowing time of hairy vetch on soil improvement, vegetable growth and weed control under hairy vetch-chinese cabbage cropping systems. Under hairy

vetch-chinese cabbage relay cropping system, where whole planting of hairy vetch was mulched or removed. The soil nitrate content, chinese cabbage growth and yield were measured. It was suggested for korea environment-friendly sustainable agriculture that the importance of green manure in crop rotation system for maintenance of soil fertility, weed control and disease control. This experiment was conducted in Alpine area from 2000 to 2001. The result are summarized as follows,

1. The dry weight of hairy vetch plants increased with the progress of growth stage until flowering stage. The winter tolerance in hairy vetch was strong in Alpine areas, but variety of woolly pod type was not winter survival.

2. The protein content of hairy vetch was higher in spring sowing than that of autumn sowing. The hairy vetch has a high digestibility level before flowering stage.

3. With the progress of plant growth of hairy vetch, the desities of weeds decreased to the depression by the over-shaded hairy vetch canopy.

4. The plots of live-mulching and vetch-removed increased the concentration of soil nitrate.

5. We concluded that hairy vetch could have an effect on weed control, effective green manure for vegetable. The hairy vetch was a good alternative for use in crop rotations for controlling weed control and building of soil nitrogen.

## CONTENTS

<b>Chapter I. Introduction</b> .....	24
<b>Chapter II. Development of techniques for environment friendly agriculture with using Hairy vetch in paddy field</b> .....	27
Section 1. Introduction .....	27
Section 2. Materials and Methods .....	28
Section 3. Results and Discussion .....	29
Section 4. Summary .....	38
<b>Chapter III. Development of techniques for environment friendly agriculture with using Hairy vetch in upland field</b> .....	39
Section 1. Introduction .....	39
Section 2. Materials and Methods .....	42
Section 3. Results and Discussion .....	45
1. Germination rate and winter survivals .....	45
2. Growth responses and productivity .....	47
3. Velocity of decomposition and minerals dissolving .....	51
4. Effects of hairy vetch as green manure and covering crops in cropping system of hairy vetch-soybean .....	60
5. Symbiotic relationship on mixed cropping system of hairy vetch-corn .....	80
6. Analysis of economic effect .....	83

Section 4. Summary .....	84
<b>Chapter IV. Development of techniques for environment friendly agriculture with using Hairy vetch in upland field of vegetable cultivation .....</b>	<b>88</b>
Section 1. Introduction .....	88
Section 2. Materials and Methods .....	89
Section 3. Results and Discussion .....	91
1. Growth responses .....	91
2. Experiment of Spring seeding .....	103
3. Experiment of cropping system .....	106
Section 4. Summary .....	118
<b>References .....</b>	<b>119</b>

# 목 차

<b>제 1 장 서 론</b> .....	24
제 1 절 연구개발의 목적과 범위 .....	24
<b>제 2 장 논의 환경친화형 벼 생산성 향상을 위한 헤어리베치 재배 및 이용</b> .....	27
제 1 절 서 설 .....	27
제 2 절 재료 및 방법 .....	28
제 3 절 결과 및 고찰 .....	29
제 4 절 연구결과 요약 .....	38
<b>제 3 장 밭 토양개량 및 환경친화형 전작물 생산성 향상 위한 헤어리베치 재배 및 이용</b> .....	39
제 1 절 서 설 .....	39
제 2 절 재료 및 방법 .....	42
제 3 절 결과 및 고찰 .....	45
1. 밭아울 및 월동울 시험 .....	45
2. 헤어리베치의 생장반응 및 생산성 검정시험 .....	47
3. 헤어리베치의 부숙화 및 양분유출 속도시험 .....	51
4. 헤어리베치-콩 작부체계시 헤어리베치의 피복 및 녹비작물로서의 효과 .....	60
5. 헤어리베치-옥수수 간작 작부체계시 헤어리베치와 옥수수간의 공생관계 구명시험 .....	80

6. 헤어리베치 활용 경제성 분석 .....	83
제 4 절 연구결과 요약 .....	84

## 제 4 장 헤어리베치 재배이용 채소재배

### 단지에서의 환경친화형 농업기술개발 .....

제 1 절 서 설 .....	88
제 2 절 재료 및 방법 .....	89
제 3 절 결과 및 고찰 .....	91
1. 헤어리베치의 생육반응 .....	91
2. 헤어리베치의 춘파시험 .....	103
3. 헤어리베치의 작부체계 시험 .....	106
제 4 절 연구결과 요약 .....	118

참고 문헌 .....	119
-------------	-----

## 제 1 장 서 론

식량문제는 오랜 옛날부터 현재까지 인류의 생존과 직접 연관되기 때문에 가장 중요한 현안과제로 여겨오고 있으나 아직도 식량의 원활한 공급은 해결되지 않은 상태이다. 우리나라는 식량을 자급자족할 수 있는 기반을 구축하기 이전에 공업화전략으로 산업사회로 진입하면서 과거보다는 풍요로운 생활을 누리고 있지만 정작 가장 중요한 식량문제는 외국수입농산물에 70%이상을 의존해야만 하는 실정이다. 또한 환경 불친화형 고도의 중공업 및 산업사회의 발달로 인해 야기되는 환경파괴와 오염문제는 우리 주변환경을 악화시키고 있어 법과 규정으로 주변 환경파괴 및 오염을 방지하려는 노력이 진행되고 있으나, 자연환경을 쾌적하게 하고 자연에너지의 다양한 순환 체계하에서 오염원들을 정화할 수 있는 기능을 갖는 농업생산활동도 식량의 생산성 향상 및 농가 소득증대를 주된 목적으로 한 일변된 경영으로 화학비료 및 농약을 과다 사용하여 잘 유지 보존되어야 할 농경지 생태를 파괴하여 왔다.

에너지 고갈에 대비하고, 토양 및 수자원 등의 잘 보존될 수 있도록 하는 영농방법이 제안되었는데, 이것이 환경친화형 농업이다. 즉, 농업용 화학제재나 화석연료의 사용을 줄이고, 농가자체에서 조달할 수 있는 재생 자원의 공급을 높이며, 에너지의 재순환과 작부방식을 효율적으로 개발하는 등의 방법을 이용하여 환경을 잘 유지 보존하면서 생산성도 유지하는 것이라고 할 수 있다. 이러한 노력은 전세계적인 추세이며, 이의 효율성을 높이기 위하여 투입된 에너지의 이용효율 증대, 투입에너지의 대체화, 시스템의 재구성 등 여러 가지 면을 연구개발하고 있다. 최근 미국 농무성에서는 환경친화형 농업, 농한기를 이용한 토지 이용을 증대, 천연에너지 재순환, 생물학적 제초방제 효과 등에 대한 연구를 위해 헤어리베치를 선정하여 농업

의 생산성 향상은 물론 화학비료 및 제초제 사용량 감소 등의 다양한 연구를 시작한 상태이다.

따라서 본 연구는 녹비작물이며 사료작물인 헤어리베치를 이용하여 겨울철에 토지 이용율을 높일 뿐만 아니라 자연환경도 아름답게 하면서 대기 가스중에 약 78%로 대량 존재하나 쉽게 이용하지 못하는 공중질소를 생물학적으로 고정하도록 하여 논과 밭에서 재배하는 주요 식량작물 및 원예작물 등에 투입함으로써 화학비료 및 제초제 절감 효과 및 토양의 유기물 함량을 높여 토양의 물리 화학성을 개선하는 효과 등을 기대할 수 있으며, 겨울철 이른 봄에 생육이 왕성한 헤어리베치는 화분과 사료작물과 적절히 혼합하면 질이 좋은 사료가 될 수 있어 가축사료가 부족한 시기에 사료원으로 이용할 수 있고, 농한기 유휴 경작지를 이용함으로써 환경친화형 작부체계를 개선할 수 있을 뿐만 아니라 공중질소, 태양에너지, 이산화탄소 및 농업부산물 등의 천연에너지 활용을 다양하게 극대화시킬 수 있기 때문에 환경친화형 농업기술 개발에 매우 적합한 연구내용이라 할 수 있다.



# 제 1 절 연구개발의 목적과 범위

## 가. 연구개발목표와 내용

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 헤어리베치의 내동성 및 내한성 조사</li> <li>0 월동후 헤어리베치의 성장특성, 생산성 검토</li> <li>0 논, 밭, 채소재배 단지에서의 녹비작물로서의 토양 개량 효과</li> <li>0 환경친화형 작부체계 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 자료수집 및 연구방향의 설정</li> <li>0 가을 파종후 헤어리베치의 내동성 및 내한성 조사연구</li> <li>0 월동후 헤어리베치의 주요 생육시기별 생체중, 건물중 및 생산성 조사</li> <li>0 헤어리베치를 포함한 환경친화형 작부체계 조합 및 이용성 조사연구</li> <li>0 헤어리베치를 재배 이용한 작부체계 효과 및 생산성에 대한 조사연구</li> <li>0 헤어리베치를 재배 이용한 토양 피복 효과 및 토지 이용을 향상 효과 조사</li> <li>0 논, 밭, 채소재배단지에서의 헤어리베치를 녹비작물로서 재배이용시 토양의 물리화학적 개량효과</li> </ul>
2차 년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 헤어리베치의 내동성 및 내한성 검토</li> <li>0 헤어리베치의 성장반응 및 생산성 조사연구</li> <li>0 녹비작물의 재배이용에 의한 식량작물의 안정적인 생산성 향상</li> <li>0 헤어리베치의 이용 논, 밭, 채소재배단지의 토양개량 효과 구명</li> <li>0 헤어리베치 이용 환경친화형 작부방식 개발</li> <li>0 헤어리베치 이용 환경친화형 농업에 대한 경제성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 내동성 및 내한성 조사연구</li> <li>0 월동후 헤어리베치의 주요 생육시기별 생체중, 건물중 및 생산성 조사</li> <li>0 헤어리베치를 재배 이용한 작부체계 효과 및 생산성, 토양 피복 효과 및 토지 이용을 향상 효과 조사</li> <li>0 헤어리베치의 파종량별 생산성 등의 검토로 적정 파종량 결정</li> <li>0 헤어리베치의 시기별 생산성 검토 및 녹비작물로서의 화학비료 절감효과</li> <li>0 헤어리베치를 포함한 환경친화형 작부체계 개발 및 이용성 조사연구</li> <li>0 밭과 채소재배단지의 신 작부체계 도입에 의한 생산성 검토 및 토양의 물리화학적 조사연구에 의한 토양개량효과 구명</li> <li>0 헤어리베치 이용 환경친화형 농업기술에 대한 경제성 분석</li> </ul>

## 제 2 장 논의 환경친화형 벼 생산성 향상을 위한 헤어리베치 재배 및 이용

### 제 1 절 서 설

우리 나라의 논 면적은 2000년 현재 120만 ha 이며 이중 답리작으로 이용되고 있는 면적은 ha로서 그 비율은 %에 불과하다. 겨울철 이모작 작물로는 맥류가 주류를 이루고 있고, 일부 지방에서는 채소류가 재배되고 있는 실정이다. 겨울철 푸른 들 가꾸기 사업은 논의 재배 이용성을 늘리기 위한 방안이며, 헤어리베치 재배는 겨울 녹화 및 논의 이용성 증대와 토양 개량에 매우 적합한 작물로서 알려져 있다. 헤어리베치는 내한성이 극히 강하여 녹비작물로서의 자운영이 남부지방에서 일부 재배되고 있는데 반하여 중북부 이북지방에서까지도 재배가 가능한 작물이다. 헤어리베치는 겨울작물로서 이른 봄부터 신속하게 맹아가 출현하여 4월 중하순이후에는 군락을 형성하고, 5월 중하순에는 최고의 건물생산량을 이루는 두과 작물이다. 또한 헤어리베치는 척박한 토양에서도 잘 자라는 작물이다. 특별한 시비를 하지 않아도 공중질소를 고정하여 스스로 생육하는 특성이 있기 때문에 재배상 효율적인 생육이 가능하고, 지상부 및 지하부 바이오매스의 질소 함량이 높아서 이를 녹비로 사용할 경우에는 토양 질소 공급에도 매우 유리한 특성을 지니고 있다. 이러한 녹비 작물을 겨울철 논의 유휴기에 재배하면 논의 이용성이 높아지고, 토질을 개량케하여 벼의 수량을 높힐 수 있을 뿐만 아니라 화학비료의 사용량도 줄일 수 있는 잇점이 있다. 논에서 벼 수확후 헤어리베치를 파종하고, 월동후 이앙전에 잘 생육한 헤어리베치를 로타리시 전충시비하여 논토양에 공급하는 것은 질소의 천연공급량을 증가시키고, 토성을 개량하는 효과가 있다.

본 연구에서는 벼 수확후 헤어리베치의 파종기를 달리하고, 화학비료 시용구와 헤어리베치 시용구를 대비하여 헤어리베치의 질소 공급능을 조사하고, 벼의 수량 및 수량구성 요소에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시된 것이다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

본 시험은 경기도 화성군 정남면 동부한농 농업기술연구소 시험 포장에서 실시하였다.

### <시험 1> 헤어리베치 파종기 시험

논과 밭에서 벼 수확후 적정 파종기를 구명하기 위하여 10월 5일, 10월 16일, 10월 25일에 10a당 3kg를 파종하였다. 기비는 10a당 N-P-K를 성분량으로 3-2-3kg을 시용하였다. 파종 방법은 경운 쇄토후 휴폭 50cm에 골뿌림하였다.

### <시험 2> 헤어리베치 시비 효과 시험

공시 품종은 추청벼로 하였으며 파종은 4월 20일 이앙은 5월 20일에 실시하였다. 이앙전에 헤어리베치를 전량 로타리 하였다. 화학비료는 표 2-1과 같이 10a당 N-P-K를 11-4.5-5.7kg을 시용하였다. 질소는 기비 40%, 분얼비 30%, 수비 30%로 분시하였으며, 인산은 이앙전 전층시비하였고, 칼리는 기비 70%, 수비 30% 분시하였다.

표 2-1. 헤어리베치 효과시험 처리 내용

No	처리 내용	파종시기 (월. 일)	화학비료 시비량 (kg/10a, N-P-K)	헤어리베치 시비방법	비 고
1	헤어리베치	10. 5	0-0-0	로타리전층시비	화학비료 무비구
2	파종구	10.16	"		
3		10.25	"		
4	"	10. 5	11-4.5-5.7	"	화학비료+헤 어리베치
5	"	10.25	"		
6	관행 시비구	-	"	-	화학비료 단용구
7	무비구	-	0-0-0	-	무비구

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 헤어리베치 파종기 시험

##### 가. 입모율

논과 밭에서 헤어리 베치의 파종기에 따른 입모율을 조사한 결과는 그림 2-1과 같다. 경작지별 입모율은 논이 밭보다 입모율이 높았고, 논에서는 10월 16일에서 가장 높았으며, 밭에서는 10월 5일 파종구가 가장 높았다. 그러나 10월 25일 만파구에서는 논, 밭 모두 각각 11.2, 14.4%로서 매우 낮아서 입모율을 고려하면 10월 중순까지는 파종하는 것이 유리할 것으로 판단되었다. 논에서 입모율이 밭보다 높았던 것은 논의 수분 조건이 밭보다 더 높은데에 기인된 것으로 사료되었다.

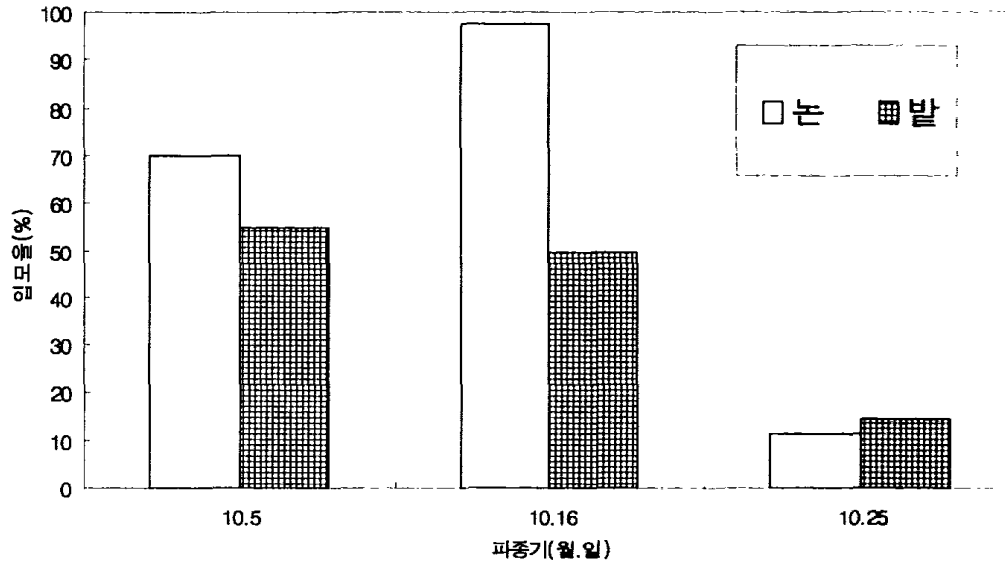


그림 2-1. 논과 밭에서 파종시기에 따른 헤어리베치의 입모율

#### 나. 건물 생산량

논과 밭에 파종하여 생육한 헤어리베치의 지상부 건물 생산량을 조사한 결과는 표 2-2와 같다. 월동후 논에서 4월 21일 조사한 헤어리베치의 생산량은 10월 5일 파종구에서 10a당 75.7kg이었으나 5월 10일에 이르러서는 167.1kg으로 급격한 생산 증가가 이루어졌으며, 파종기별로는 10월 16일 파종구까지는 큰 차이가 없었으나 10월 25일 파종구는 현격하게 생산량이 저하하여 논에서는 최소한 10월 중순 이전에 파종하는 것이 헤어리베치 생산에 유리할 것으로 판단되었다. 밭에서도 논에서와 같은 경향의 생산량을 보였으나 4월 21일까지는 논에 비하여 생산량이 떨어지는 것으로 나타났고, 5월 10일 조사시기에는 10월 5일 파종구의 생산량이 가장 크게 증가하였다. 그러나 논에서와는 달리 10월 16일 파종구는 10월 5일 파종구보다 현저히

감소함으로서 밭에서는 10월 초순까지 파종하는 것이 월동후 헤어리베치 생장량을 증가시키는데 효과적인 것으로 나타났다.

표 2-2. 논과 밭에서 파종기 이동에 따른 건물생산량과 근류균 형성량

경작지	파종기 (월. 일)	4월 21일		5월 10일	
		지상부 건물중 (kg/10a)	근류균수 (개/㎡)	지상부 건물중 (kg/10a)	근류균수 (개/㎡)
논	10. 5	75. 7	0	167. 1	714
	10. 16	41. 5	0	155. 7	0
	10. 25	11. 0	0	61. 3	0
밭	10. 5	38. 0	508	294. 0	3008
	10. 16	14. 5	184	109. 0	1716
	10. 25	4. 7	81	48. 8	136

근류균수는 논보다는 밭에서 월동한 개체수가 많은 것으로 나타났다. 논에서 4월 21일 조사기에는 근류균이 형성되지 않았으며, 5월 10일에 전년도 10월 5일 파종구에서 ㎡당 714개이었고, 10월 16일 이후의 파종기에서는 근류균이 형성되지 않는 것으로 나타났다. 밭에서는 4월 21일에 조사한 결과 전년도 10월 5일에 파종한 구의 근류균수는 508개이었고, 10월 16일, 10월 25일 파종구에서는 각각 184개, 81개로 감소하였으며, 5월 10일까지는 10월 5일 파종구의 근류균수가 3008개로 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 전년도 10월 16일 이후 파종구의 근류균수는 크게 감소하는 것으로 나타나서 근류균 착생에 유리한 파종기는 10월 초순 이전이 되어야 할 것으로 판단되었다.

## 2. 헤어리베치 시비 효과 시험

### 가. 무기 성분 함량

논에서 재배한 헤어리베치의 지상부 무기성분 함량을 조사한 결과는 표 2-3과 같다. 헤어리베치 재배에서 가장 중요한 요소인 질소함량은 4월 21일 조사한 것은 2.84~3.57%로서 5월 10일 조사한 구의 2.02~2.88%보다 현저히 높게 나타났고, 파종기별로 보면 양 조사시기 모두 10월 5일 파종한 구가 가장 낮은 것으로 나타났는데, 이는 건물 생산량이 높은데서 기인된 것으로 건물 함량이 높아지면 체내의 질소 농도는 낮아지는 성향으로 볼 수 있다. 인산은 4월 21일 조사기에는 파종기별 차이가 없었으나 5월 10일 조사기에는 파종기가 늦어질수록 높아지는 경향이였다. 칼리는 조사시기가 이른 4월 21일이 5월 10일에 비하여 현저히 높은 경향이였고, 파종시기가 늦어질수록 낮아지는 것으로 나타났다. 그러나 5월 10일 수확기에 이르러서는 파종기간 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

표 2-3. 논에서 재배한 헤어리베치 지상부의 시기별 무기성분 함량

조사일 (월. 일)	파종기 (월. 일)	무기성분(%)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
4. 21	10. 5	2.84	0.54	4.48	2.45	0.72
	10.16	3.43	0.58	4.31	2.83	0.58
	10.25	3.57	0.57	3.63	2.88	0.74
5. 10	10. 5	2.02	0.46	3.34	2.88	0.64
	10.16	2.16	0.61	3.32	2.90	0.68
	10.25	2.88	0.58	3.52	2.89	0.74

표 2-4은 헤어리베치의 지하부 무기성분 함량을 조사한 것이다. 질소는 4월 21일 조사구의 1.75~1.96%에 비하여 5월 10일 조사구는 1.92~3.23%로 지하부의 질소 함량이 현저히 높아지는 것으로 나타났다. 인산은 파종시기

와 조사시기에 따라서 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나, 칼리의 함량은 4월 21일 조사기에는 0.79~0.86%이었으나 5월 10일 생육기에는 3.55~3.83%로 급격하게 증가되는 것으로 나타났다.

표 2-4. 논에서 재배한 헤어리베치 지하부의 시기별 무기성분 함량

조사일 (월. 일)	파종기 (월. 일)	무기성분(%)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
4. 21	10. 5	1.96	0.85	0.86	1.26	0.52
	10.16	1.75	0.49	0.84	1.29	0.58
	10.25	1.77	0.46	0.79	1.35	0.55
5. 10	10. 5	3.23	0.81	3.55	0.92	1.98
	10.16	1.92	0.47	3.83	1.00	1.54
	10.25	2.06	0.48	3.78	1.06	2.03

#### 나. 벼 생육 상황

##### 1) 초장

헤어리베치 재배후 벼 초장의 변화를 조사한 것은 표 2-5와 같다. 헤어리베치 단용시용구는 무처리구에 비하여 현저한 초장 증가가 있는 것으로 나타났다. 이양후 30일이 경과한 6월 20일의 초장을 보면 무비구가 27.4cm인데 비하여 헤어리베치 단용구는 10월 5일 파종구가 35.8cm, 10월 16일 파종구가 33.6cm, 10월 25일 파종구는 29.6cm이었다. 즉 무처리구에 비하여 각각 8.4cm, 6.2cm, 2.2cm 큰 것으로 나타났다. 헤어리베치와 화학비료를 병행한구와 화학비료 단독처리구를 보면 각각 32.4~38.5cm, 33.8cm 로서 헤어리베치를 병행한 구가 화학비료 단독구에 비하여 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 이양후 55일에도 동일한 것으로 나타났다. 이는 헤어리베치의 부속시 공여된 질소의 영향으로 판단되는데, 헤어리베치는 맥류와



달리 신속하게 분해되는 특성이 있기 때문에 토양 중에 부속된 유기물에서 발생하는 질소는 토양에 곧 흡착되고 서서히 벼 생육에 이용된다. 이러한 점에서 헤어리베치의 논 재배는 질소공급 측면에서 질소 수탈 작물인 화본과 맥류보다 유리한 것으로 판단되었다.

표 2-5. 헤어리베치와 화학비료 시용에 따른 벼 초장 변화

No	처리 내용	헤어리베치파종기 (월. 일)	화학비료 시비량 (kg/10a, N-P-K)	월. 일		
				6.20	7.14	9.11
1	헤어리베	10.5	0-0-0	35.8	69.2	108.9
2	치	10.16	"	33.6	69.3	109.9
3	파종구	10.25	"	29.6	59.6	111.3
4	"	10.5	11-4.5-5.7	32.4	71.3	117.6
5	"	10.25	"	38.5	78.2	110.8
6	관행 시비구	-	"	33.8	70.6	117.3
7	무비구	-	0-0-0	27.4	57.4	104.3

## 2) 분얼

헤어리베치 시용구와 화학비료 단용구 및 무처리구에 대한 벼 분얼수를 조사한 결과는 표 2-6과 같다. 이양후 30일의 무비구에 대한 헤어리베치 재배구의 분얼수는 무비구가 포기당 12.3개에 불과하였으나, 헤어리베치 단용구는 파종기에 따라 다르지만 1.8~9.2개 많은 것으로 나타났으며, 헤어리베치와 화학비료 병행구에서는 화학비료 단용구에 비하여 3.7~9.7개 더 많아지는 것으로 조사되었다. 이러한 경향은 이양후 50일에도 동일한 경향으로 관찰되었다. 따라서 헤어리베치의 논 재배는 전기와 같이 초장의 증가뿐만 아니라 분얼수의 증가에도 유리한 것으로 판단되었다. 이삭수를 조기

에 확보할수록 유효경비율이 높아지고, 안전출수기 내에 출수하게 되므로 등숙률과 천립중이 증가되는 경향이 있다. 헤어리베치의 재배는 벼 분얼기인 영양생장기에 다량의 질소를 요구함으로써 왕성한 생육을 도모함으로써 신속하고 강건한 분얼을 확보하는데에 유리할 것으로 판단되었다.

표 2-6. 헤어리베치와 화학비료 시용에 따른 벼 분얼 변화

No	처리 내용	헤어리베치파종기 (월.일)	화학비료 시비량 (kg/10a, N-P-K)	월. 일		
				6.20	7.14	9.11
1	헤어리베 치 파종구	10.5	0-0-0	14.1	16.3	14.8
2		10.16	"	19.1	20.0	17.8
3		10.25	"	21.5	20.5	17.7
4	"	10.5	11-4.5-5.7	21.2	22.4	20.1
5		10.25	"	26.6	23.9	19.6
6	관행 시비구	-	"	17.5	19.7	17.5
7	무비구	-	0-0-0	12.3	15.2	14.0

### 3) 엽색도

헤어리베치 시용후 벼 잎의 엽색도를 측정한 결과는 표 2-7과 같다. 벼 이앙후 30일에 벼 엽색도는 무비구가 33.6인데 비하여 헤어리베치 단용구는 35.2~36.4를 보였고, 헤어리베치와 화학비료 병행 시용구는 36.5~37.3으로서 무비구에 비하여 2.9~3.7 정도 더 높았고, 화학비료 단용구에 비하여 헤어리베치+화학비료구가 더 높은 것으로 나타났다. 엽색도는 엽록소 함량을 간접적으로 측정하는 것으로 엽록소 함량이 높으면 광합성도 높은 것이 일반적인 경향으로 생각하면 헤어리 베치의 시용은 질소 공급을 증가시키고 엽색도가 증가됨으로서 광합성이 높아지고, 벼의 성장도 높아질 것으로 판

단되었다.

표 2-7. 헤어리베치와 화학비료 시용에 따른 옆의 엽색도(SPAD) 변화

No	처리 내용	헤어리베치 파종기 (월. 일)	화학비료 시비량 (kg/10a, N-P-K)	월. 일		
				6. 20	7. 14	9. 11
1	헤어리	10. 5	0-0-0	36. 4	32. 5	25. 0
2	베치	10. 16	"	35. 2	31. 1	25. 2
3	파종구	10. 25	"	35. 4	28. 9	21. 2
4	"	10. 5	11-4. 5-5. 7	36. 5	31. 8	26. 3
5	"	10. 25	"	37. 3	30. 7	22. 5
6	관행 시비구	-	"	36. 8	30. 8	26. 9
7	무비구	-	0-0-0	33. 6	31. 2	24. 0

다. 수량 및 수량 구성 요소

헤어리베치 시용에 따른 수량 및 수량 구성 요소를 조사한 결과는 표 2-8과 같다.

1) 주당 수수

주당 수수는 헤어리베치를 시용하고 화학비료를 시용하지 않은 구는 14.2~16.8개이었으며, 무비구의 13.7개에 비하여 0.7~3.1개 많은 것으로 나타났다. 헤어리베를 이앙전에 전충 로타리 시용하고 화학비료를 병행한 시험구의 주당 수수는 19.1개이었으나 화학비료 단독 처리구는 17.5개로 1.6개 많음으로서 헤어리베치 시용은 주당 수수를 높히는데 기여하는 것으로 나타났다.

2) 수당 영화수

이삭당 영화수는 헤어리베치 단독 시용구 중에서 적정 파종기인 10월 5일

에 파종하여 재배한 구에서 73.2개이었으며 무처리구에 비하여 10.7개 증가하는 것으로 조사되었다.

### 3) 등숙률과 천립중

등숙률은 헤어리베치 시용 및 무처리구간에 차이가 없는 것으로 나타났으며, 천립중도 동일한 경향이었다.

### 4) 수량

수량은 헤어리베치 단독 시용구가 무처리구에 비하여 8~15%의 증수 효과가 있는 것으로 나타났으며, 헤어리베치와 화학비료 병행 시용구는 무처리구에 비하여 16% 증수되는 것으로 나타났다. 헤어리베치 파종기는 10월 5일에 파종하여 월동후 이앙전에 전층 시비하는 것이 수량 증수에 효과적인 것으로 판단되었다.

표 2-8. 헤어리베치와 화학비료 시용에 따른 벼의 수량 및 수량구성요소

No	처리 내용	헤어리베치 파종기 (월. 일)	화학비료 시비량(kg/10a, N-P-K)	주당 수수 (개)	수당 영화 수 (개)	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (kg/10a)
1	헤어리	10. 5	0-0-0	14.2	73.2	95.7	24.3	522.1(115)
2	베치	10.16	"	16.4	57.5	94.9	24.2	491.4(108)
3	파종구	10.25	"	16.8	52.9	94.6	25.0	453.6(100)
4	"	10. 5	11-4.5-5.7	19.1	58.5	93.3	23.4	528.5(116)
5	"	10.25	"	17.5	52.0	93.8	24.8	453.7(100)
6	관행 시비구	-	"	17.3	63.9	94.3	25.2	568.4(125)
7	무비구	-	0-0-0	13.7	62.5	95.8	25.7	453.7(100)

( ) : 수량지수

## 제 4 절 연구결과 요약

논에서 헤어리베치를 재배하여 녹비작물로서의 기능을 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 파종기별 지상부와 지하부의 건물생산량은 10월 5일 파종구가 가장 높았으며, 헤어리베치 생산량은 4월 21일에 비하여 5월 10일 예취구가 현저히 증가하는 것으로 나타났다.

나. 헤어리 베치 지하부에 착생한 근류균수는 논에서 5월 10일 수확기에는 10월 5일 파종구에서만 형성되었고, 밭에서는 파종기가 이른 10월 3일 파종구에서 많은 것으로 나타났고, 파종기가 늦어질수록 감소하였다.

다. 헤어리베치 건물의 질소 농도는 4월 21일 예취구에서는 2.8~3.6%이었으며, 5월 10일 예취구에서는 2.0~2.9% 정도 이었다. 인산과 칼리 함량은 파종기와 예취기 간에 큰 차이가 없었다.

라. 헤어리베치 시용구와 무처리구의 벼 초장은 헤어리베치 시용구가 무처리구에 비하여 증가하였고, 분얼수와 엽색도도 증가하는 것으로 나타났다.

마. 주당 수수는 헤어리베치 시용구가 무시용구에 비하여 증가하는 것으로 나타났고, 수당 영화수도 동일한 결과이었다. 수량은 헤어리베치 시용구가 무시용구에 비하여 8~15%증가되는 것으로 나타났다.

# 제 3 장 밭 토양개량 및 환경친화형 전작물 생산성향상 위한 헤어리베치 재배 및 이용

## 제 1 절 서 설

헤어리베치 *Vicia villosa* Roth(영명 : hairy vetch, 한글명 : 털갈퀴덩굴)는 서부아시아 및 동지중해가 원산인 월년생 두과작물로 사료작물 또는 녹비 및 피복작물로 많이 재배된다. 척박한 토양과 나쁜 기후조건에 잘 적응하고 특히 내한성이 강하여 온대지방에서 추파하여 월동하는 대표적인 두과작물이다. 헤어리베치는 우리 나라에 1920년대 전후에 도입되어 일제시대 및 해방 후 비료가 부족한 시기에 질소비료를 대체하기 위해 자운영과 함께 답리작에 이용된 대표적 녹비작물이었다. 헤어리베치는 질소고정능력이 매우 뛰어날 뿐만 아니라 내한성이 강하여 일명 Winter vetch, Russian vetch, Siberian vetch로도 불리워 지며, 또한 Sand vetch로도 불리워 지는데 이는 헤어리베치가 특히 배수 양호한 사질양토에서 생육 및 질소 고정력이 뛰어나기 때문이라고 하였다.

일제시대 우리 나라에서는 추파는 9월내지 10월 상순, 춘파는 3월 내지 4월 상순에 하였는데 휴폭은 60cm로 하여 35kg/ha~45kg/ha의 종자를 조파하였다. 高崎(1929)는 헤어리베치를 가을에 9월 1일부터 11월 1일까지 10일 간격으로, 봄에 3월21일부터 4월21일까지 10일 간격으로 파종했을 때 추파는 파종기가 늦어짐에 따라 수량이 감소하였는데 추파 10월11일 파종까지는 감

수비율이 비교적 적었으나 그 이후는 수량이 급락하였고 춘파는 추파에 비해 수량이 적어 1/3에 불과하였다고 했다.

헤어리베치는 다른 두과 녹비작물에 비해 내한성 및 월동 후 재생력이 강하여 건물중의 생산증대가 빠르고 왕성한 질소고정에 의해 질소함량이 타 두과 녹비작물에 비해 높는데 Brown등(1985), Varco 등(1984), Ebelhar 등(1984)은 헤어리베치와 호밀을 동시에 파종하여 수확시 헤어리베치의 질소량에서 호밀의 토양질소 흡수량을 순수한 질소고정에 의해 식물체에 축적된 것이라고 하였다. 또 헤어리베치는 다른 두과 녹비작물보다 적어도 1% 이상의 높은 질소함량을 (N 3.6~4.1%)가지고 있어 헤어리베치가 다른 초종보다 녹비 및 피복작물로서 유망하다고 하였다. Power(1993)은 헤어리베치, 스위트 클로버, 화이트 클로버, 크림슨클로버, Lespedeza, 완두, Faba bean 및 콩의 질소 고정력을 조사하였는데 온도 20℃와 30℃에서는 하계 두과작물인 콩이 가장 높은 질소 고정력을 나타낸 반면 온도 10℃의 낮은 온도에서는 헤어리베치가 가장 높은 질소 고정력 및 질소함량을 나타내었다고 하였다. Holderbaum(1990)도 헤어리베치를 포함한 14종의 동계 두과작물을 공시하여 시험한 결과 헤어리베치, 크림슨클로버 및 Austrian winter pea가 우수한 피복작물이라고 하였고, 그 중 헤어리베치가 가장 유망하여 질소를 350 Kg N/ha 까지도 생산할 수 있다고 하였다. Blevins(1990)은 옥수수의 피복작물 이용시 헤어리베치의 건물중, 질소함량 및 질소생산량은 각각 3.35 ton/ha, 3.54%, 103 kgN/ha로 bigflower vetch 및 호밀보다 현저히 많았다고 한다. 高崎(1929)은 헤어리베치의 질소함량은 파종기간에 지상부가 3.3%~3.7%, 지하부가 2.3~2.6% 범위로 큰 차이가 없었다고 했다.

미국에서는 옥수수 파종 전에 헤어리베치를 제초제로 고사시켜 토양 표면에 피복하는 형태로 많이 이용하고 있다. 헤어리베치를 무경운 피복 하였을 경우 112 kgN/ha, 90~100 kgN/ha, 75 kgN/ha의 질소비료의 대체효과가 있

었다고 했다. Frye와 Blevin(1977)도 휴한구와 hairy vetch, bigflower vetch, crimson clover 및 호밀을 피복작물로 이용한 옥수수의 실험에서 헤어리베치 및 bigflower vetch 구에서 옥수수의 종실수량이 높았으며 특히 질소비료 무비구에서는 헤어리베치 피복시에 옥수수의 종실수량이 6.4 ton/ha로 가장 높았다고 하였다. Power(1991)는 헤어리베치를 지표에 피복했을 때와 녹비로 토양에 혼입했을 때 종실중이 각각 1580, 2980 lb/acre로 토양혼입이 토양피복보다 약 2배 가까운 수량을 나타내었는데 그 이유로 토양에 피복했을 때는 헤어리베치 질소의 많은 부분이 질소가스의 형태로 공기 중으로 유실되기 때문이라고 하였다. Varco(1989)는 헤어리베치를 경운하여 녹비로 이용했을 때 토중 10~20cm 에서의 무기태 질소의 증가가 많았으며 헤어리베치의 경운 토양환원이 무경운의 토양피복보다 옥수수의 질소 흡수량이 60 kgN/ha 많았다고 한다.

두과 작물은 화분과 작물에 비해 분해속도가 빠르고 특히 식물체를 토양에 혼입하였을 때는 토양에 피복했을 때 보다 분해가 훨씬 빠르는데, Willson과 Hargrove(1986)는 크립슨클로버를 토양의 표면에 피복했을 때는 처리 후 4주 이내에 40%의 질소가 토양중으로 유출되었던 것에 비해 토양속으로 경운하여 넣었을 때는 63%의 질소가 방출되었다고 하였다.

본 연구는 헤어리베치를 이용하여 환경친화형 농업기술개발의 일환으로 신 작부체계 확립 및 피복과 녹비작물로 활용하기 위하여 헤어리베치의 발아력 검정, 내냉성 및 내동성 검정, 토양에 환원후 분해속도 및 양분 유출 속도, 토양개량 효과, 작부방식 검정 등의 기초 및 응용연구가 수행되었다.



## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 발아율 및 내동성시험

헤어리베치의 발아시험은 실험실과 포장에서 수행되었다. 실내에서는 Petri-dish를 이용하면서 4개의 온도조건(10, 15, 20, 25℃)하에서 Petri-dish당 100개의 종자를 넣어 항온실에서 발아율을 조사하였다. 포장에서는 3개 파종시기(9월20일, 10월 10일, 10월 30일)를 달리하여 플라스틱 box를 이용하여 box당 200개씩의 종자를 파종한 후 발아율 및 월동 후 생존율을 조사해 내냉성 정도를 조사하였다.

### 2. 헤어리베치의 생장반응 및 생산성 검정시험

헤어리베치의 생체 및 건물 생산성을 조사하기 위하여 충북대학교 농과대학 전작포장에서 콩수확 후 2개의 파종시기(10월 10일, 10월 30일)로 나누어 휴간거리를 60cm로 하여 조파하여 이듬해 월동후 주요 생육시기별로 시료를 채취하여 채취후 곧바로 생체수량을 평량하고, 건물중은 78℃로 유지되는 열풍건조기에 24시간 건조후 평량하여 헤어리베치의 생체 및 건물 생산성을 조사하였다.

### 3. 투입 헤어리베치의 부숙화 및 양분유출 속도 시험

헤어리베치를 수확후 일정량의 헤어리베치를 망사자루에 넣어 피복시키는 헤어리베치속에 넣어 피복되는 헤어리베치와 동일하게 토양에서 유지되도록 처리한 후 10일 간격으로 처리된 망사자루를 채취하면서 시기별 중량

의 변화를 조사하여 부식화율을 산출하였으며, 각 시기별로 채취된 시료는 건조후 조제하여 무기성분을 분석하였다. 분석된 무기영양성분의 양으로 헤어리베치로부터 무기영양성분들의 유출량을 산출하였다. 그 산출공식은 다음과 같다.

$$* \text{부식화율}(\%) = \frac{(\text{최초 건물중} - \text{처리후 시기별 건물중})}{\text{최초 건물중}} \times 100$$

$$* \text{유출량}(\%) = \left[ 1 - \frac{(\text{최초 건물내 } N\% - \text{처리후 시기별 } N\%)}{\text{최초 건물내 } N\%} \right] \times 100$$

#### 4. 헤어리베치-콩 작부체계시 헤어리베치의 피복 및 녹지작물로서의 효과

헤어리베치와 콩은 황금콩을 공시하여 헤어리베치와 콩의 작부체계시 헤어리베치의 녹비 및 피복 효과를 조사하기 위하여 헤어리베치를 전년 10월 10일에 파종하여 재배한 후 이듬해 5월25일에 수확한 후 5월 30일 콩을 파종한 후에 피복시켜 피복된 헤어리베치로 인한 토양개량 및 제초방제 효과 등에 의한 콩의 생육과 수량, 무기영양성분들의 흡수이용 및 수량구성요소들이 조사되었다. 생장방응은 주요 새육시기별로 각 처리구당 15개체씩 3반 복으로 조사하였으며, 식물체 부위별로 건물중 분배를 측정하기 위하여 엽, 엽병, 줄기, 협으로 나누어 건조후 건물중 분배율을 조사하였고, 이 시료들을 조제하여 무기영양성분들을 조사하는 시료로 이용하였다.

무기영양성분 분석은 시료를 채취한 후 78℃로 유지되는 열풍건조기에서 48시간 건조시킨 후 시료 분쇄기를 이용하여 조제하였다. 조제된 시료 0.5g을 평량하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>법을 이용하여 습식분해 하였다. 습식분해 후 Whatman No. 2 여과지를 이용하여 증류수와 함께 100ml volumetric flask 내로 여과

시키며 100ml로 채운 후, 이를 분석용액으로 이용하였다. 전 질소함량은 Indophenol blue법(665nm), 인산함량은 Vanadate법(420nm)을 이용하여 Spectro- photometer (HP 8453)로 측정하였다. K, Ca, Mg, Fe, Mn 등의 양 이온함량은 syringe에 filter(MFS-13, 0.5 $\mu$ m, ADVANTEC MFS, Inc, USA)를 부착시켜 분석용액을 여과시킨 후 유도결합플라즈마 발광광도분석기 (ICP-OES, GBC Integra XMP)로 측정하였다.

수량 및 수량구성요소는 각 처리구당 10개체씩을 채취하여 3반복으로 조사하였는데, 협당비대립을 조사하기 위하여 협크기별로 비대립을 조사하였고, 다른 조사내용은 농촌진흥청 농사시험조사기준에 의거 조사하였다.

#### 5. 헤어리베치-옥수수 간작 작부체계시 헤어리베치와 옥수수간의 공생 관계 구명시험

헤어리베치와 옥수수(수원19호)를 공시하여 헤어리베치-옥수수간의 공생 관계를 조사하기 위하여 헤어리베치는 전년도 11월10일에 휴간거리를 60cm로 하여 조파하고, 옥수수는 이듬해 4월 27일에 헤어리베치가 휴간 서로 맞닿지않을 정도로 자랐을 때 헤어리베치 휴간에 파종하였다. 헤어리베치의 파종량은 1, 3, 5, 7, 9 kg/10a로 하였고, 옥수수의 재식거리는 60 x 20cm로 파종하였다. 각 시험구의 1/2면적은 옥수수 4엽기에 농가관행의 50%에 해당하는 NPK시용하여 옥수수와 헤어리베치의 생육을 조사하였다. 조사내용은 옥수수의 성장반응, 생체 및 건물 수량을 주요 생육시기별로 조사였으며, 옥수수의 수량 및 수량구성요소를 조사하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 발아율 및 내동성시험

사료, 녹비, 피복작물로 이용될 수 있으며, 내한성이 강해 중북부 지역에서 널리 이용될 수 있는 헤어리베치의 온도조건별 파종시기별 발아력을 시험한 결과는 표 3-1, 2과 같다.

표 3-1. 온도조건별 헤어리베치의 발아율

구분	온도 (°C)			
	10	15	20	25
발아율(%)	60.2	94.3	94.7	93.8

헤어리베치의 발아력은 10°C조건하에서도 기간은 오래걸렸지만 60%정도 양호한 편이었으며, 15°C이상에서는 90%의 발아율을 보이며 발아력이 온도 별로 큰 차이없이 높았다.

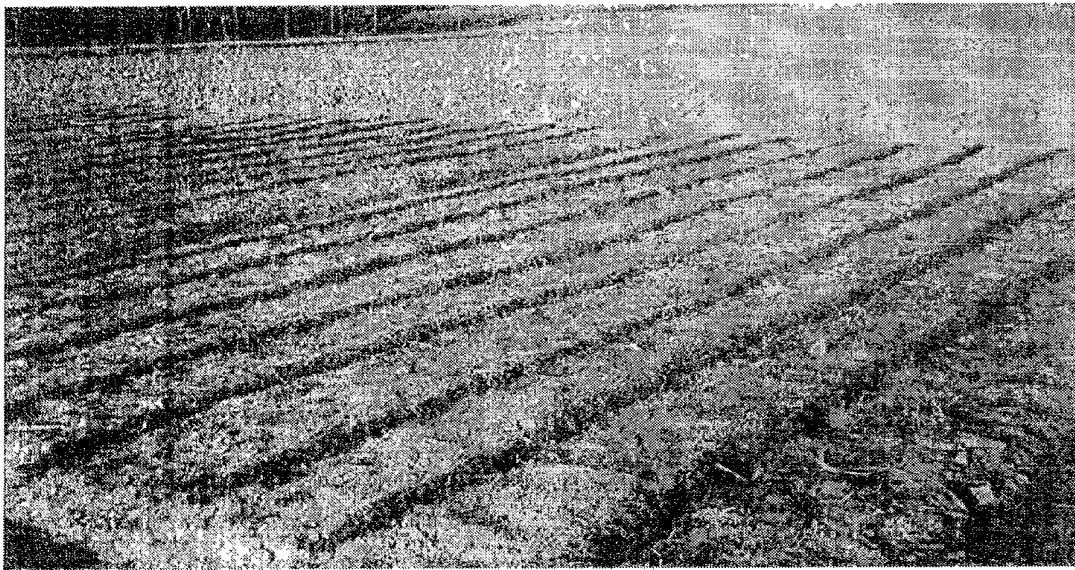
표 3-2. 파종시기별 헤어리베치의 발아율

파종시기(월.일)	9. 20	10. 10	10. 30
발아율(%)	87.3	86.6	83.7

충북대학교 농과대학 부속농장 전작포장에서 파종시기별 헤어리베치의 발아력을 조사한결과(표 3-2), 9월부터 10하순까지 발아력이 80%를 넘어



<그림1> 월동후 헤어리베치 재배 포장



<그림2> 월동후 헤어리베치 재배 포장  
(2000. 10. 10. 파종, 9kg/10a 파종구)



<그림1> 월동후 헤어리베치 재배 포장



<그림2> 월동후 헤어리베치 재배 포장  
(2000, 10, 10, 파종, 9kg/10a 파종구)

전반적으로 양호하여 10월말까지만 파종해도 발아가 충분히 될 수 있음을 알았다.

표 3-3. 가을 파종시기별 어린 헤어리베치의 월동후 생존율

구 분		파종시기(월. 일)	
		10. 10	10. 30
생존율(%)	2000년	92.8	89.5
	2001년	87.6	90.2

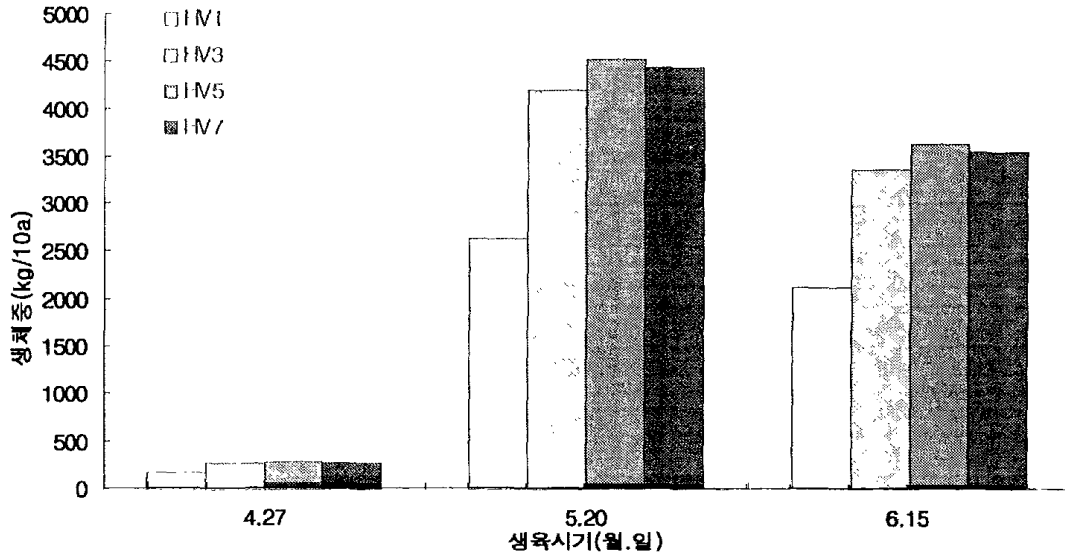
헤어리베치의 내한성을 조사하기 위하여 가을에 파종시기를 달리하여 자라는 어린 헤어리베치 200개체를 월동후 생존율을 조사한 결과는 표 3-3과 같다. 2년에 걸쳐 10월 30일 파종하여 매우 어린 식물체가 겨울철 월동기간에도 89.5%의 생존율을 보여 충북지역에서 헤어리베치의 내한성은 거의 문제가 없음을 알 수 있었다.

## 2. 헤어리베치의 성장반응 및 생산성 검정시험

겨울철 유희 경작지에서의 토지이용율을 증진시키면서 토양의 비옥도도 증진시키며 작물의 생산성도 향상시키려는 시도로 헤어리베치의 생산성을 검정하기 위한 시험을 수행하면서 조사연구한 내용은 다음과 같다.

1999/2000년 월동후 헤어리베치의 생육정도를 알아 보기 위하여 파종량별로 시기별 생체수량을 조사한 결과는 <그림 3-1>과 같다. 4월 27일의 헤어리베치 생체중은 단보당 400kg 미만으로 적었으며, 파종량별로도 큰 차이

를 보이지 않았다.

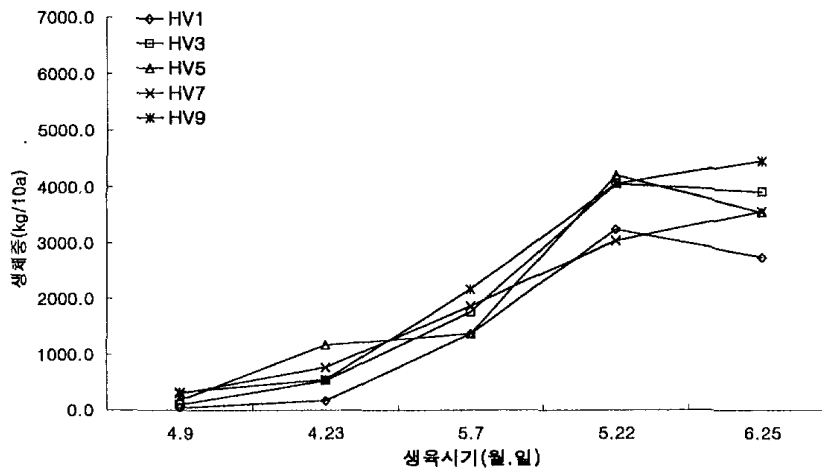
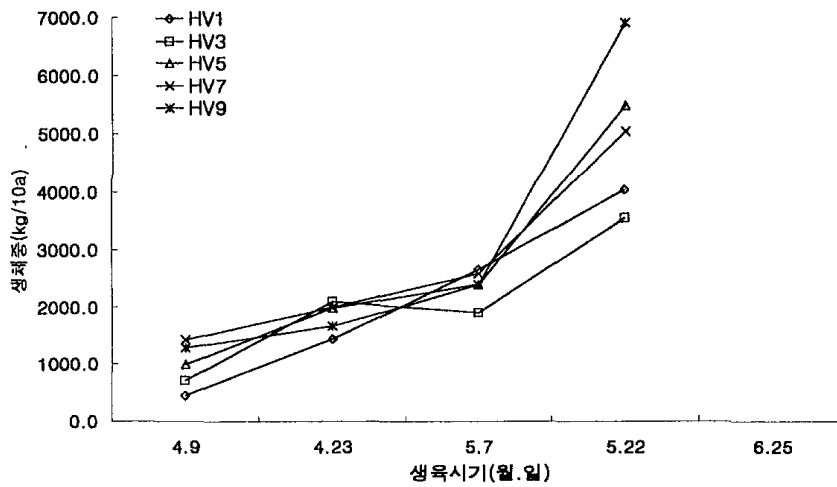


<그림 3-1> 헤어리베치의 파종량별 생육시기별 생체수량

그러나 약 25일 후인 5월 20일에는 1kg/10a 파종량구에서는 약 2,500kg/10a의 생체중을 보였지만 그 이상의 파종량구에서는 약 4,500kg/10a의 생체중을 보였다. 알려진 적정파종량은 3kg/10a이지만 5kg/10a 파종량시 가장 많은 생체수량을 보였다. 5월 20일 이후 6월15일의 생체수량은 파종량별 경향은 비슷하였지만 생체중은 점차 현저한 감소를 보였다. 이는 기온이 상승함에 따라 한지형식물인 헤어리베치가 고사하기 때문이다. 또한 이러한 이유로 녹비작물 및 피복작물의 이용시 매우 적절한 식물자원이라고 볼 수 있다.

2000/2001년 월동후 헤어리베치의 생산성을 알아 보기 위하여 파종량별로 시기별 생체수량을 조사한 결과는 <그림 3-2>과 같다.





〈그림 3-2〉 파종량별 파종시기별 생육시기별 헤어리베치의 생체수량

2000년 10월 10일 파종시 헤어리베치의 생체중은 단보당 2000kg 미만으로 적었으며, 파종량별로도 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

그러나 4월 23일 이후 빠르게 생체중이 증가하여 5월 20일에 가장 높은 생체중일 보였으며, 6월이후는 오히려 고사하기 시작해 생체수량이 감소하기 시작하였다. 높은 생체수량을 나타낸 5월 20일의 헤어리베치 생체수량은 파종량이 많을수록 높았으며, 5kg/10a 이상의 파종량에서 단보당 5,000kg이상

의 생체수량을 보였다.

2000년 10월 30일 파종시의 헤어리베치의 생체수량은 4월 23일까지는 큰 증가를 보이지 않았으나 4월 23일 이후 5월 20일까지 빠른 증가를 보였고, 그 이후는 오히려 감소하는 것으로 조사되었다. 파종시기별로 비교해 보면 전년도에 파종시기가 빠를수록 이듬해 월동후의 헤어리베치 생산성이 높아 짐을 알 수 있었다.

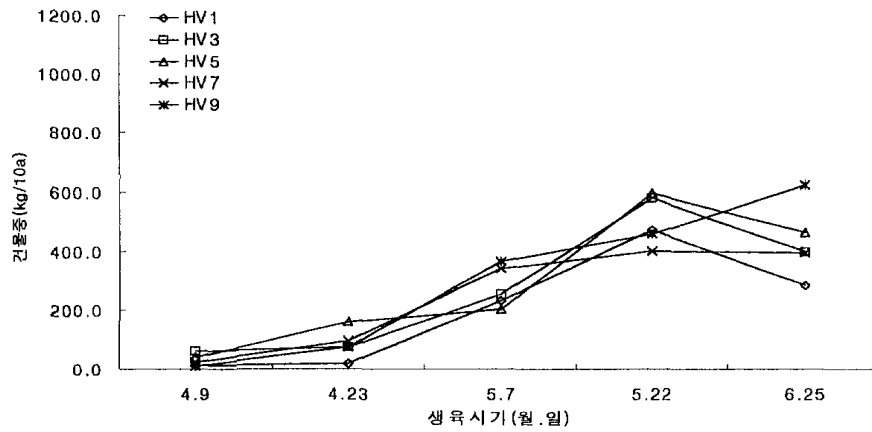
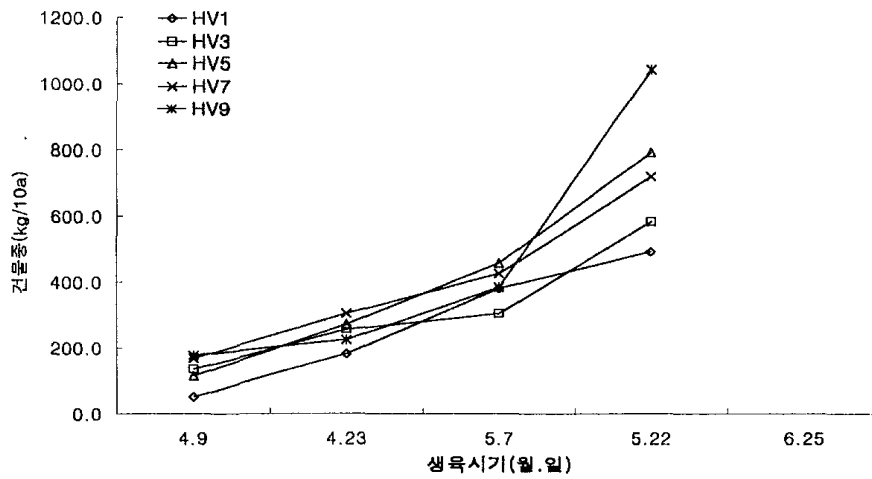
2000/2001년 월동후 헤어리베치의 생산성을 알아 보기 위하여 파종량 별로 파종시기별 건물수량을 조사한 결과는 <그림 3-3>과 같다.

2000년 10월 10일 파종시 헤어리베치의 건물중은 4월 23일까지는 단보당 300kg 미만으로 적었으며, 파종량별로도 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

그러나 4월 23일 이후 빠르게 건물중이 증가하여 5월 22일에 파종량이 5kg/10a 처리구 이상에서는 단보당 600kg이상의 건물중을 보였다. 6월이후 는 오히려 고사하기 시작해 건물수량이 감소하기 시작하였다. 높은 건물수량을 나타낸 5월 22일의 헤어리베치 건물수량은 파종량이 많을수록 높은 경향이었다.

2000년 10월 30일 파종시의 헤어리베치의 건물수량은 4월 23일까지는 큰 증가를 보이지 않았으나 4월 23일 이후 5월 22일까지 빠른 증가를 보였고, 그 이후는 오히려 감소하는 것으로 조사되었다. 파종시기별로 비교해 보면 전년도에 파종시기가 빠를수록 이듬해 월동후의 헤어리베치 생산성이 높아 짐을 알 수 있었다.

한지형식물이며 C-3식물에 포함되고 두과작물인 헤어리베치의 생산성은 파종시기가 빠를수록 생체 및 건물수량이 높은 것으로 나타났으며, 월동후 5월말까지는 빠르게 성장하고 그 이후는 고사하기 때문에 녹비 및 피복작물 로 이용하면서 환경친화형 작부체계 개발을 한다면 다른 작물의 이용보다 훨씬 효율적이라고 판단된다.

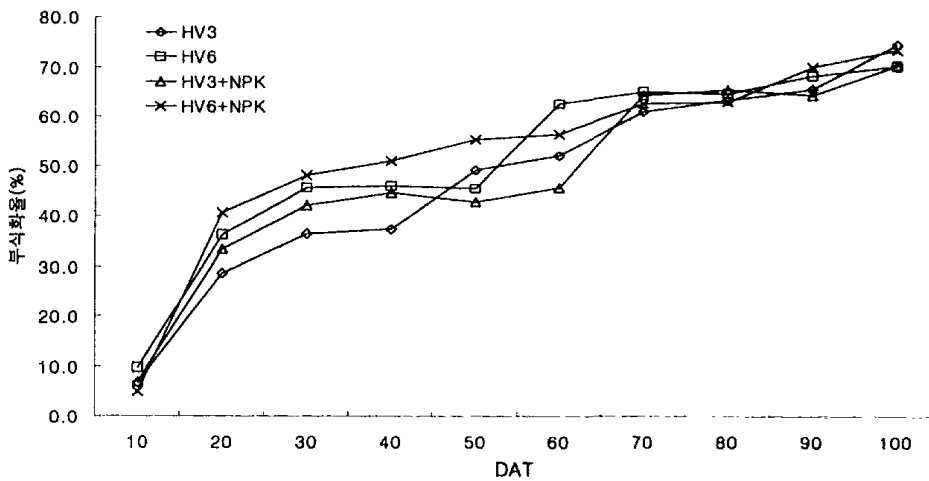
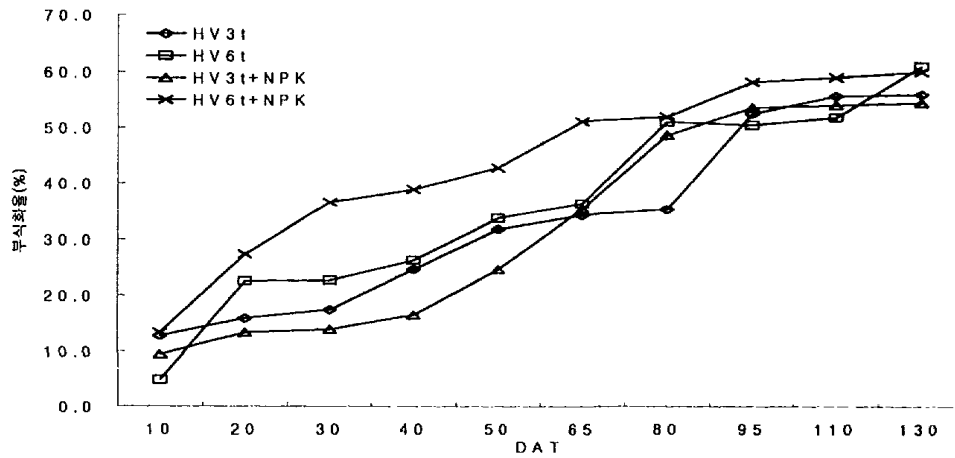


<그림 3-3> 파종량별 파종시기별 생육시기별 헤어리베치의 건물수량

### 3. 투입 헤어리베치의 부숙화 및 양분유출 속도 시험

#### 가. 부숙화 속도

헤어리베치-콩 작부체계시 콩 시험포장에 피복 처리된 헤어리베치의 부숙화 속도를 2000년과 2001년 2개년에 조사한 내용이 <그림 3-4>이다.



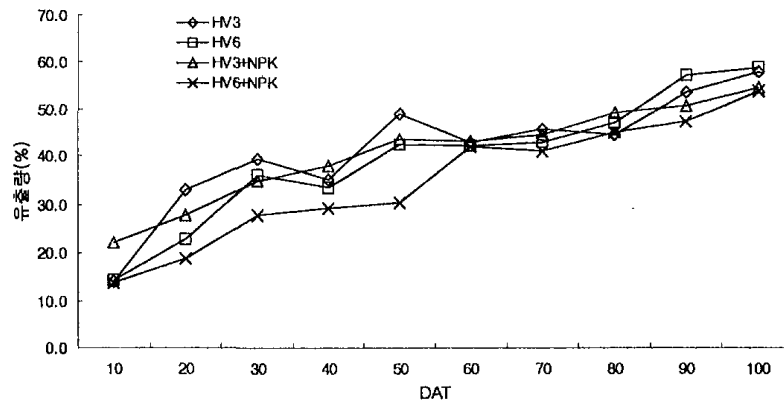
<그림 3-4> 피복 처리된 헤어리베치의 처리후 시기별 부식화율

피복 처리된 헤어리베치의 부숙화는 처리후부터 약 100일경까지 점진적으로 지속되는 것으로 나타났으며, 95일 이후에는 부숙화속도가 완만해지는 것으로 나타났다. 헤어리베치 처리 시험구별로는 헤어리베치 6톤/10a + NPK시험구에서 다른 시험구에서보다 부숙화율이 높게 나타났다. 50% 정도의 부숙화율은 피복 처리후 2000년에는 약 80일 정도 2001년에는 약 60일 정도가 소요되는 것으로 나타났다.

## 나. 양분유출량

피복 처리된 헤어리베치를 10일 간격으로 채취하여 건물내 질소성분을 분석하여 위의 공식에 의거 질소유출량을 산출한 결과는 <그림 3-5>와 같다.

헤어리베치가 부숙화되면서 일어나는 질소유출량은 초기 10일부터 조사 마지막 일인 100일까지 지속적으로 일정하게 유출되는 것으로 나타났다.



<그림 3-5> 피복 처리된 헤어리베치로부터의 질소 유출량

헤어리베치의 처리별로 질소 용출량을 비교해 보면 헤어리베치 만을 처리한 구들에서 헤어리베치 + NPK 처리구들보다 큰 차이는 아니지만 약간 높은 질소 용출량을 보였다.

이러한 연구결과로 미루어 볼 때, 헤어리베치는 다른 어느 작물보다 질소함량이 높기 때문에 환경친화형 농업에 녹비작물 및 피복작물로서의 활용도가 높다고 판단된다.

헤어리베치를 피복 처리후 일정 일수에 따른 헤어리베치내에 함유되어 있는 주요 무기영양성분 함량을 2000년과 2001년에 분석한 결과는 [표 3-4, 5]와 같다.

[표 3-4] 피복 처리후 일수에 따른 헤어리베치 함유 주요 무기영양성분  
합량

<2000년>

무기 성분	처리내용	헤어리베치 피복 처리후 일수 (DAT)									
		10	20	30	40	50	65	80	95	110	130
----- % -----											
N	HV3t	1.96	1.61	1.55	1.28	1.33	0.97	0.86	0.76	0.65	1.16
	HV6t	1.51	1.39	1.16	1.18	1.20	1.14	1.12	0.89	0.79	0.38
	HV3t+NPK	1.60	1.30	1.56	1.26	1.21	1.14	1.14	1.02	0.99	0.91
	HV6t+NPK	1.51	1.35	1.31	1.22	1.11	0.83	0.91	0.80	0.80	0.70
P	HV3t	0.45	0.37	0.36	0.31	0.31	0.21	0.19	0.15	0.15	0.15
	HV6t	0.37	0.33	0.32	0.28	0.27	0.24	0.24	0.20	0.14	0.14
	HV3t+NPK	0.35	0.32	0.32	0.30	0.30	0.16	0.18	0.14	0.16	0.17
	HV6t+NPK	0.38	0.34	0.34	0.29	0.28	0.19	0.18	0.18	0.17	0.18
K	HV3t	3.58	1.10	1.30	0.83	0.80	0.80	0.91	1.01	0.99	1.05
	HV6t	3.56	2.66	2.27	0.78	0.88	0.76	0.90	0.90	0.84	0.79
	HV3t+NPK	2.01	1.78	1.97	0.99	0.87	0.98	0.91	0.98	0.93	0.82
	HV6t+NPK	3.76	2.65	3.01	0.96	0.83	1.14	0.95	0.87	0.99	0.87
Ca	HV3t	3.56	4.83	5.40	3.40	2.78	2.96	2.29	1.86	1.35	1.69
	HV6t	3.93	4.64	4.03	3.20	3.05	3.87	2.37	2.91	2.11	1.72
	HV3t+NPK	1.13	3.60	4.80	2.68	2.54	2.09	2.15	2.02	2.53	2.01
	HV6t+NPK	2.07	3.94	3.82	3.07	2.44	2.46	2.60	2.67	2.42	1.74
Mg	HV3t	0.97	1.05	1.52	0.66	0.52	0.55	0.42	0.44	0.29	0.27
	HV6t	1.01	1.33	1.03	0.64	0.60	0.73	0.37	0.52	0.36	0.28
	HV3t+NPK	0.28	0.94	1.28	0.51	0.51	0.36	0.35	0.36	0.46	0.40
	HV6t+NPK	0.49	1.10	1.16	0.60	0.50	0.51	0.47	0.46	0.45	0.30
----- ppm -----											
Fe	HV3t	1558. 2	1057. 8	3013. 9	851.9	1677. 9	3116. 5	1789. 4	2697. 8	1797. 0	1448. 7
	HV6t	325.0	854.3	862.6	1339. 1	1486. 1	1873. 6	1113. 5	1242. 2	1012. 1	701.9
	HV3t+NPK	259.8	1780. 4	1223. 2	1381. 7	1278. 9	1194. 9	1156. 1	1475. 9	1349. 1	1723. 2
	HV6t+NPK	186.2	1468. 0	1087. 7	626.5	707.2	631.3	856.5	1436. 1	1432. 7	1067. 8
Mn	HV3t	182.3	223.9	293.2	182.1	195.6	187.9	219.5	221.7	168.8	158.3
	HV6t	113.4	204.8	148.2	143.5	161.1	190.8	164.3	162.1	163.4	101.2
	HV3t+NPK	54.1	198.0	245.3	193.0	193.3	182.4	189.5	174.1	218.6	191.2
	HV6t+NPK	78.9	181.1	170.0	145.7	126.4	137.4	212.3	202.0	201.6	113.1

[표 3-5] 피복처리후 일수에 따른 헤어리베치 함유 주요 무기영양성분 함량  
<2001년>

무기 성분	처리내용	헤어리베치 피복 처리후 일수 (DAT)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		----- % -----									
N	HV3	2.41	1.88	1.70	1.82	1.42	1.60	1.52	1.55	1.30	1.18
	HV6	2.40	2.16	1.79	1.86	1.61	1.62	1.60	1.48	1.20	1.15
	HV3+NPK	2.18	2.02	1.82	1.73	1.58	1.59	1.55	1.42	1.38	1.27
	HV6+NPK	2.41	2.28	2.02	1.99	1.95	1.63	1.65	1.54	1.47	1.29
P	HV3	0.44	0.43	0.48	0.45	0.29	0.22	0.23	0.21	0.19	0.18
	HV6	0.49	0.46	0.45	0.48	0.28	0.32	0.27	0.25	0.26	0.21
	HV3+NPK	0.35	0.45	0.44	0.48	0.36	0.31	0.29	0.30	0.27	0.26
	HV6+NPK	0.41	0.43	0.41	0.39	0.35	0.39	0.33	0.31	0.32	0.29
K	HV3	2.76	1.63	2.36	1.34	1.78	0.80	0.78	0.84	0.71	0.72
	HV6	3.42	3.46	2.54	2.18	0.90	0.65	0.73	0.61	0.64	0.60
	HV3+NPK	3.30	2.26	1.80	1.69	0.73	0.68	0.82	0.76	0.67	0.62
	HV6+NPK	3.46	3.30	1.99	1.77	0.81	0.76	0.75	0.71	0.72	0.68
Ca	HV3	2.4	3.5	2.2	3.5	2.2	1.8	2.3	2.1	2.4	1.6
	HV6	2.2	2.9	2.9	4.1	1.6	3.5	1.8	2.4	1.9	1.5
	HV3+NPK	1.9	2.3	3.0	3.4	1.6	2.8	1.8	2.5	2.1	1.6
	HV6+NPK	2.2	2.4	3.9	3.1	4.3	3.7	3.3	3.5	3.1	2.5
Mg	HV3	1.0	1.0	0.6	1.2	0.6	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4
	HV6	0.8	1.0	1.0	1.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.4
	HV3+NPK	0.8	1.1	1.0	1.0	0.5	0.6	0.4	0.7	0.4	0.2
	HV6+NPK	0.9	1.5	1.6	1.5	1.2	0.8	0.8	0.7	0.5	0.7
		----- ppm -----									
Mn	HV3	146.2	230.2	236.0	278.0	304.0	436.0	327.0	355.0	313.0	274.0
	HV6	182.8	213.3	265.0	402.0	464.0	382.0	350.0	296.0	302.0	250.0
	HV3+NPK	196.1	270.0	257.0	338.0	420.0	432.0	408.0	412.0	357.0	286.0
	HV6+NPK	120.7	190.0	296.0	212.0	328.0	264.0	252.0	306.0	284.0	222.0
Cu	HV3	6.1	10.6	3.5	7.0	3.2	2.6	3.3	2.8	4.4	2.6
	HV6	5.8	7.9	4.0	5.4	7.0	2.4	5.3	4.7	3.6	3.3
	HV3+NPK	5.7	6.6	2.6	5.4	1.8	4.0	2.3	3.8	4.1	2.9
	HV6+NPK	3.6	7.2	4.5	3.2	9.0	4.2	4.1	5.5	3.8	3.4
Zn	HV3	173.2	194.7	167.8	189.6	170.6	116.0	134.0	128.0	143.0	118.0
	HV6	222.0	214.0	185.6	296.0	174.6	250.0	223.0	251.0	284.0	199.0
	HV3+NPK	217.4	195.2	191.0	246.0	128.0	164.2	154.0	186.0	178.0	134.0
	HV6+NPK	156.2	184.2	206.0	228.0	152.8	168.8	150.0	132.0	141.0	129.0

질소의 경우 처리후 초기에는 1.5 - 2.0%의 함량을 가졌고, 이 함량이 점차 줄어 드리 처리후 100일 뒤에는 0.6 - 1.0% 정도로 떨어졌는데, 이는 건물중의 감소를 감안하면 많은 량의 질소가 유출되었음을 알려 준다.

인산의 경우 초기에는 0.5 - 0.5%정도에서 처리후 100일 정도 후에는 약 50%정도 감소한 0.15 - 0.18%정도를 함유해 인산 역시 시기별로 서서히 헤어리베치로부터 토양으로 유출되는 것으로 나타났다.

기타 카리, 칼슘, 마그네슘, 철, 망간, 구리 등의 무기영양성분들도 질소와 인산과 마찬가지로 성분별로 차이는 있으나 헤어리베치의 피복 처리후 시기별로 서서히 그 함량들이 감소하는 경향으로 나타났는데, 이러한 경향은 2000년과 2001년에 함량차이는 약간 있으나 경향은 비슷하였다.

헤어리베치 피복 처리후 일수에 따른 질소, 인산, 카리의 무기성분 유출율을 분석된 함량으로 산출해 본 결과는 [표 3-6]과 같다.

작물의 생장에 가장 크게 영향하는 질소의 유출량은 처리후 초기부터 서서히 시작하여 50일후에는 약 40%의 질소를 용출시키고 100일후에는 약 55%의 질소를 용출시키는 것으로 나타났다. 헤어리베치의 처리별로 비교해 보면 헤어리베치만을 처리한 처리구에서 헤어리베치 + NPK 처리구에서보다 약간 더 빠른 유출율을 보였으나 큰 차이는 보이지 않았다.

인산의 용출량은 질소보다는 더 빠른 것으로 나타났는데, 처리후 10일후에 16 - 32%의 인산이 용출되어 처리후 약 50일후에는 50%의 인산이 용출되었으며, 처리후 100일후에는 52 - 70%정도까지 녹아나오는 것으로 나타났다. 카리의 경우에는 초기에는 느린 용출을 보였지만 처리후 50일이후에는 질소와 인산보다 훨씬 빠른 유출량을 보여 유기물 분해의 후기에 카리질 비료의 관리를 인산과 질소질 비료와는 다르게 하여야 될 것으로 본다.



[표 3-6] 헤어리베치 피복 처리후 일수에 따른 주요 무기성분 유출율  
<2001년>

무기 성분	처리내용	헤어리베치 피복 처리후 일수(DAT)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		----- % -----									
N	HV3	14.1	32.9	39.4	35.0	49.2	42.9	45.7	44.6	53.6	57.9
	HV6	14.3	22.9	36.2	33.5	42.5	42.1	42.9	47.1	57.1	58.9
	HV3+NPK	22.0	27.7	34.9	38.1	43.6	43.2	44.6	49.3	50.7	54.6
	HV6+NPK	13.8	18.7	27.7	29.1	30.3	41.9	41.1	45.0	47.5	53.9
P	HV3	26.88	27.56	19.59	35.00	51.78	63.62	61.67	65.00	68.33	70.00
	HV6	19.11	23.53	25.41	26.08	46.67	46.22	55.00	58.33	56.67	65.00
	HV3+NPK	25.06	25.45	26.36	27.14	39.90	48.57	51.67	50.00	55.00	56.67
	HV6+NPK	32.36	28.66	31.59	35.10	42.06	35.00	45.00	48.33	46.67	51.67
K	HV3	22.0	22.9	33.3	28.5	49.7	77.5	78.0	76.3	79.9	79.7
	HV6	3.4	2.3	28.2	38.4	74.7	81.6	79.4	82.8	81.9	83.1
	HV3+NPK	6.8	36.2	49.0	52.4	79.3	80.7	76.8	78.5	81.1	82.5
	HV6+NPK	2.3	6.8	43.8	49.9	77.0	78.5	78.8	79.9	79.7	80.8

헤어리베치-콩의 작부체계시 시험전후 토양의 물리화학적 성질을 분석하여 토양개량 및 비옥도 증진 효과를 알아 보기 위한 분석결과는 [표 3-7]과 같다.

시험전 토양은 pH가 5.5이었고, CEC가 5.0이었으며, 인산함량이 약간 높은 249ppm이었고 석회요구량이 65kg/10a 정도의 일반 밭토양이었다. 시험후에는 pH가 약간 높아졌으며, 전기전도도는 큰차이가 없었고, CEC는 헤어리베치를 이용한 작부체계에 의해 5.0에서 높게는 8.8까지 올랐다. 유기물은 시험전 토양에서 1.7%인 것으로 분석되었는데, 시험후 토양에서는 1.2 -

1.4%의 범위의 유기물 함량을 보여 분석상의 시험오차가 있었던 것으로 판단된다. 인산, 카리, 칼슘, 그리고 석회요구량을 살펴 보더라도 헤어리베치의 작부체계 이용은 토양개량은 물론 비옥도 증진에 도움이 될 것으로 판단된다.

[표 3-7] 헤어리베치-콩의 작부체계가 시험전후 토양의 물리화학적 성질

Yr.	Treatment	pH	EC	CEC	OM	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Lime Requirement
		(1:5)	(dS/m)	(cmol(+)/kg)	(%)	-----	(mg/kg)	-----	(cmol(+)/kg)	(kg/10a)		
2000 After	Before	5.5	0.20	5.0	1.7	-	-	249	0.51	3.0	0.8	65
	Control	5.5	0.2	5.9	1.3	-	-	303.7	0.3	2.5	1.0	107.9
	Conventional	5.7	0.2	5.9	1.2	-	-	409.9	0.3	2.4	1.0	107.9
	HV3	5.8	0.2	5.2	1.6	-	-	384.4	0.6	2.6	1.0	64.8
	HV6	6.0	0.2	7.5	1.4	-	-	394.9	0.6	2.7	1.0	64.8
	HV3+NPK	5.9	0.2	8.8	1.2	-	-	411.1	0.6	3.0	0.9	64.8
	HV6+NPK	5.9	0.2	8.7	1.4	-	-	509.3	1.2	2.6	0.7	64.8
2001 After	Before	5.7	0.3	6.7	1.3	6.3	5.4	371.9	0.4	2.9	1.1	259.0
	Control	5.5	0.0	8.9	1.5	6.1	5.8	425.3	0.2	5.4	1.3	280.6
	Conventional	5.4	0.0	8.5	1.4	5.4	7.0	521.0	0.3	4.3	1.1	215.8
	HV3	5.4	0.0	8.7	1.7	4.7	5.8	490.0	0.3	4.8	1.1	86.3
	HV6	5.9	0.0	9.4	1.4	5.4	11.2	469.1	1.0	4.4	1.1	64.8
	HV3+NPK	5.7	0.0	8.6	1.5	4.9	8.2	433.7	0.5	4.7	1.2	86.3
HV6+NPK	5.8	0.0	9.1	1.6	3.7	13.1	448.8	0.8	4.6	1.2	64.8	



<그림 3> 콩 파종전 헤어리베치 피복현황



<그림 13> 콩 파종후 헤어리베치 피복현황



<그림 14 > 헤어리베치 피복에 의한 콩 생육초기현황



<그림 3> 콩 파종전 헤어리베치 피복현황



<그림 13> 콩 파종후 헤어리베치 피복현황

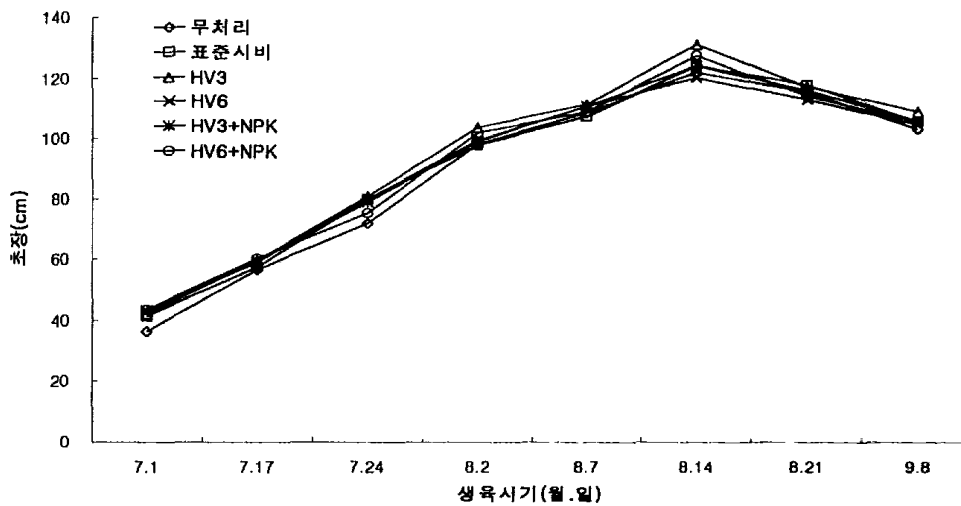
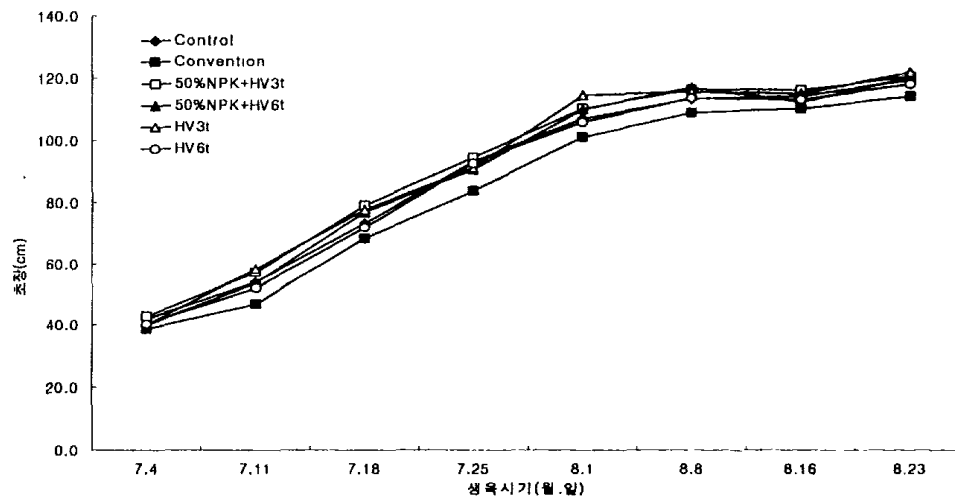


<그림 14 > 헤어리베치 피복에 의한 콩 생육초기현황

#### 4. 헤어리베치-콩 작부체계시 헤어리베치의 피복 및 녹지작물로서의 효과

##### 가. 초장

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 생육시기 별 처리별 콩(황금콩)의 2000년과 2001년도의 초장 조사 결과는 <그림 3-6> 과 같다.

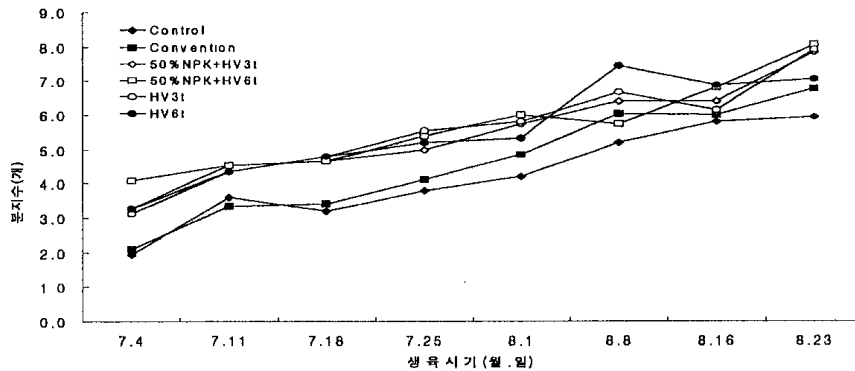


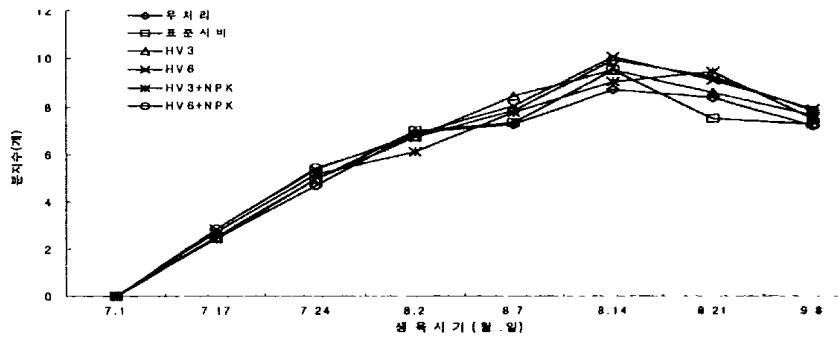
<그림 3-6> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계시 생육시기별 처리별 콩의 초장

2000년도와 2001년도 콩히 생육초기부터 개화기까지는 일직선적으로 자랐으며, 개화기이후에는 초장의 신장이 둔화되고 더 자라지 않았다. 헤어리베치, 헤어리베치 + NPK, 농가관행 등의 처리간에도 초장은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

나. 분지수

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 생육시기별 처리별 콩(황금콩)의 2000년과 2001년도의 분지수 조사 결과는 <그림 3-7>과 같다.



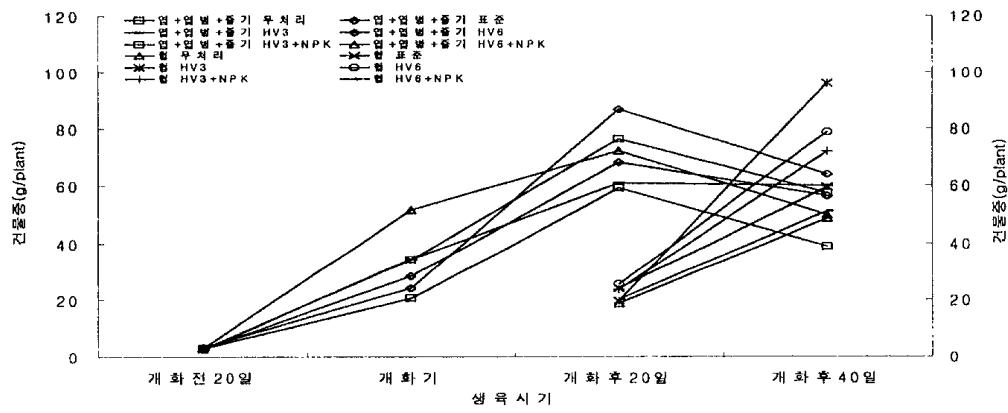
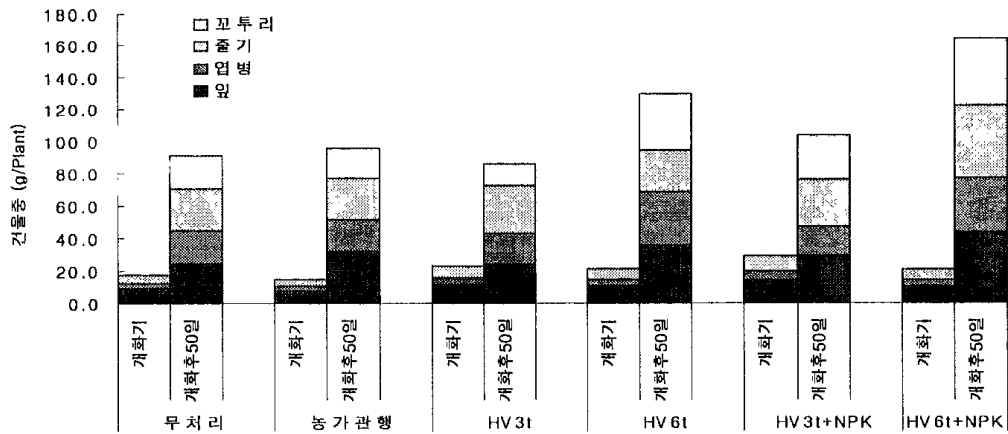


〈그림 3-7〉 헤어리베치(피복)-콩 작부체계시 생육시기별 처리별 콩의 분지수

〈그림 3-7〉는 개체당 협수와 밀접하게 연관되어 수량에 크게 영향을 미치는 분지수를 주요 생육시기별 처리별로 보여 준다. 분지수는 모든 처리구에서 개화후 약 15일경인 8월 23일까지 점진적으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 헤어리베치 피복 처리구에서 대조구 및 농가관행구들에 비해 영양생장기부터 약간 더 많은 분지수를 가지는 것으로 나타났다. 2000년도에 비해 2001년의 콩의 분지수가 약간 많았는데, 그 경향은 큰 차이가 없었다.

#### 다. 건물중

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 생육시기별 처리별 콩(황금콩)의 2000년과 2001년도의 생육시기별 식물체 부위별 건물중 분포 조사 결과는 〈그림 3-8〉과 같다.



<그림 3-8> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체 부위별 건물중 분포

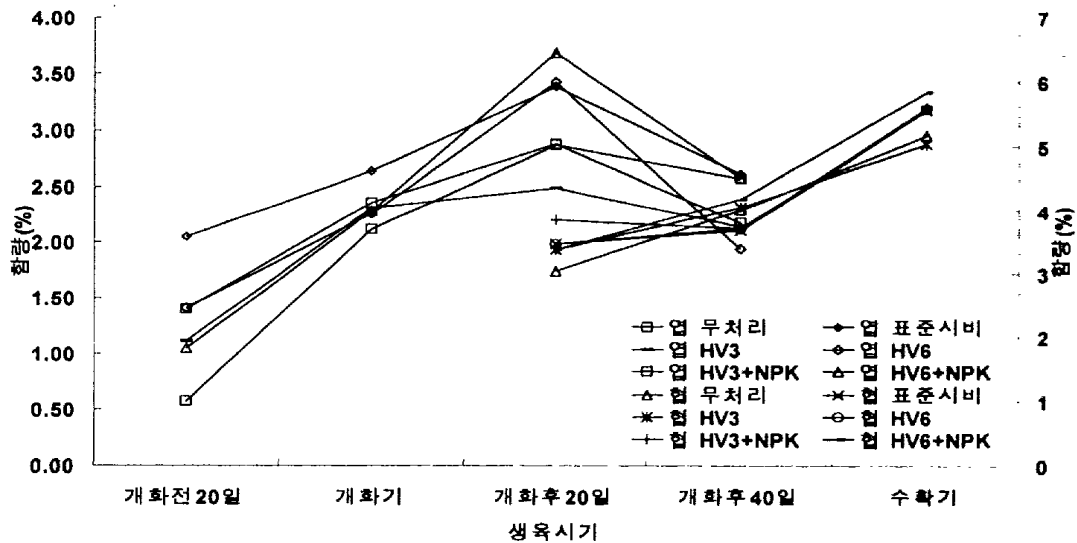
<그림 3-8>은 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 처리별 개화기와 개화 후 50일경의 지상부 건물중을 공급부위(엽, 줄기, 엽병)와 수용부위(협)으로 구분하여 건물중의 생육시기별 분배율을 나타내 주는 그림이다. 건물중 분배는 동화산물의 전류와 밀접한 관계가 있는데, 개화기 이후 질소와 인산은 엽으로부터 협으로 많이 이동되는 것으로 분석되었는데 건물중의 분배도 같은 경향으로 나타났다. 처리별로 비교해 보면 헤어리베치를 이용한 환경



친화형 작부체계에 의해 많은 건물생산이 콩에서 일어났고 많은 량의 건물이 협으로 이동됨을 파악할 수 있었다.

라. 주요 무기영양성분의 식물체내 전류

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 생육시기별 처리별 콩(황금콩)의 생육시기별 식물체 부위별 질소함량 변화 조사 결과는 <그림 3-9>과 같다.

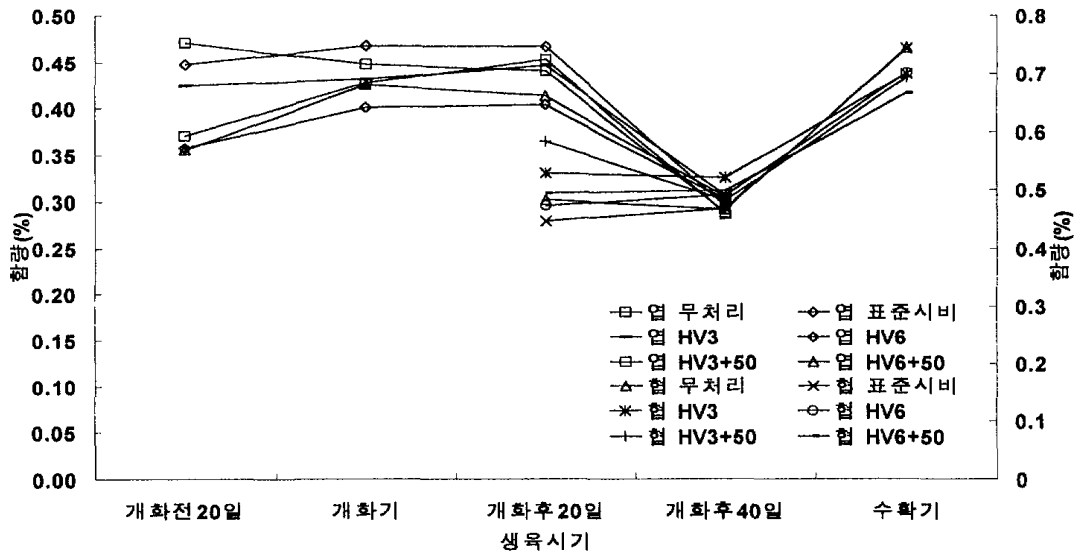


<그림 9> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체 부위별 질소함량 변화

헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체부위별 질소함량의 분석으로 질소의 전류를 추정해 보면, 개화기를 전후하여 질소는 공급부위(엽, 줄기, 엽병)와 수용부위(협)로 구분하여 개화기까지는 엽에 많이 존재하다가 개화기 이후에는 협으로 이동하는 경향이 뚜렷하게 나타났다.

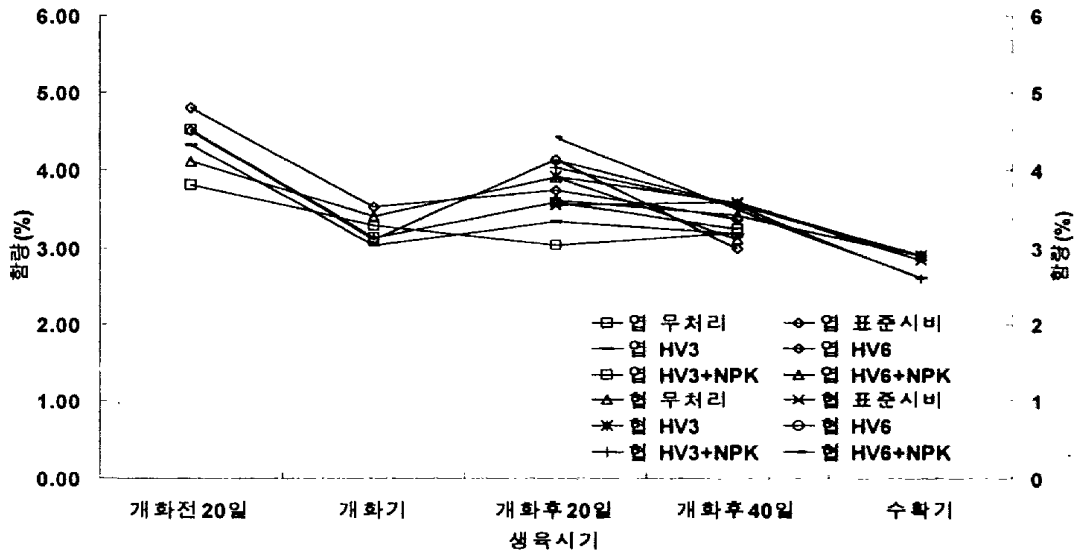
질소와 인산<그림 3-10>은 엽으로부터 협으로 많이 이동되는 것으로 분석되었는데 건물중의 분배도 같은 경향으로 나타났다. 처리별로 비교해 보

면 헤어리베치를 이용한 환경친화형 작부체계에 의해 많은 건물생산이 콩에서 일어났고 많은 량의 건물이 협으로 이동됨을 파악할 수 있었다.



<그림 3-10> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체 부위별 인산함량 변화

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 생육시기별 처리별 콩(황금콩)의 생육시기별 식물체 부위별 카리함량 변화 조사 결과는 <그림 3-11>과 같다.



<그림 11> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체 부위별 카리함량 변화

헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체부위별 카리함량의 분석으로 카리의 전류를 살펴보면, 개화기를 전후하여 공급부위(엽, 줄기, 엽병)와 수용부위(협)로 뚜렷하게 구분할 수 있도록 존재하는 질소와 인산과는 달리 엽의 카리경우 생육초기에서 개화기까지는 약간 감소하다가 개화기부터는 큰 변화없이 일정수준을 유지하였는데, 협에서도 개화기부터 수확기까지 지속적으로 카리함량이 감소했다.

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 주요 생육시기별 처리별 콩(황금콩)의 생육시기별 엽에서의 칼슘, 마그네슘, 망간, 구리, 아연들의 무기양분을 분석한 결과는 [표 3-8]과 같다.

칼슘함량은 개화전 20일경에 2.4 - 3.6% 범위의 함량을 보이다 개화기와 개화후 20일경까지는 낮은농도로 유지되다가 개화후 40일에는 다시 개화전

[표 8] 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 엽의 무기영양 성분들의 함량

무기 원소	처리내용	개화전20일	개화기	개화후20일	개화후40일
		----- % -----			
Ca	무처리	2.83	2.13	1.58	4.20
	표준시비	3.40	2.35	2.06	3.53
	HV3	2.88	1.93	1.78	3.83
	HV6	3.60	1.83	1.86	3.71
	HV3+NPK	2.63	1.87	3.12	3.26
	HV6+NPK	2.41	2.13	2.53	3.54
Mg	무처리	1.71	1.49	0.75	1.06
	표준시비	2.36	1.62	1.03	0.90
	HV3	1.81	1.31	0.94	0.65
	HV6	1.87	1.23	0.87	0.84
	HV3+NPK	1.60	1.22	1.42	0.75
	HV6+NPK	1.47	1.23	1.38	0.81
----- ppm -----					
Mn	무처리	125.13	150.27	115.00	370.67
	표준시비	168.40	144.20	114.47	256.87
	HV3	128.20	131.13	114.47	286.67
	HV6	155.80	99.60	124.20	376.67
	HV3+NPK	143.07	112.53	242.00	335.33
	HV6+NPK	118.33	143.73	210.27	288.00
Cu	무처리	6.47	7.80	3.60	16.73
	표준시비	8.00	8.13	5.27	8.87
	HV3	8.27	4.60	4.00	6.87
	HV6	11.27	5.07	4.13	4.73
	HV3+NPK	4.60	4.60	6.67	7.20
	HV6+NPK	4.20	4.47	4.73	5.67
Zn	무처리	122.07	139.27	104.13	219.33
	표준시비	152.20	146.47	142.00	294.67
	HV3	145.20	124.20	90.53	172.93
	HV6	122.33	123.80	188.07	207.60
	HV3+NPK	117.60	123.00	172.53	184.40
	HV6+NPK	104.73	101.67	115.93	333.67

20일보다도 높은 3.3 - 4.2%의 함량 범위로 나타났고, 처리별로는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

마그네슘함량은 칼슘과는 달리 생육초기에는 높다가 지속적으로 약간씩 감소해 생육후기로 갈수록 낮은 함량을 보였으며, 헤어리베치 이용에 의한 함량 차이는 나타나지 않았다. 기타 무기성분들도 처리별 뚜렷한 차이가 없었다.

헤어리베치 수확후 콩재배 포장에 피복시키는 작부체계하에서 주요 생육 시기별 처리별 콩(황금콩)의 생육시기별 엽에서의 칼슘, 마그네슘, 망간, 구리, 아연들의 무기양분을 분석한 결과는 [표 3-9]와 같다.

개화후 칼슘은 개화전 20일경까지 1.14 - 2.39%의 범위로 높은 편이었고, 헤어리베치를 피복한 처리구들에서 높은 함량을 보였는데, 그 이후는 계속 감소해 콩의 협의 경우는 초기에 칼슘을 많이 흡수하며 유기물이 칼슘의 협으로의 전류를 높게 하는 것으로 나타났다. 처리별로는 헤어리베치 6톤을 처리한 시험구에서 가장 높은 2.39의 함량을 보였다.

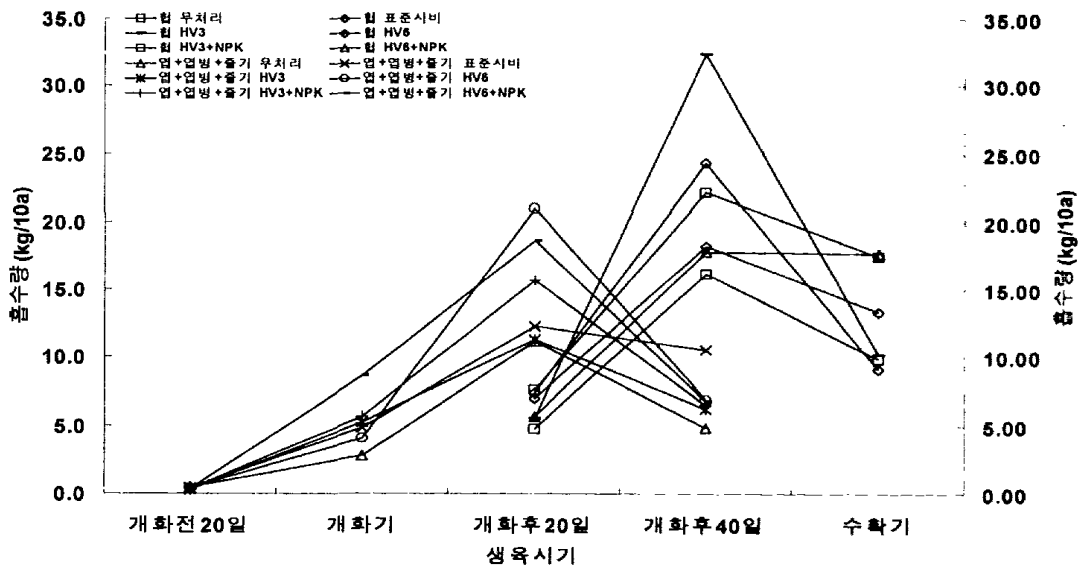
마그네슘함량은 칼슘과는 달리 생육초기에는 높다가 지속적으로 약간씩 감소해 생육후기로 갈수록 낮은 함량을 보였으며, 헤어리베치 이용에 의해 협의 마그네슘함량이 약간 높게 유지되는 것으로 나타났다. 망간과 아연도 유기물 시용에 의해 협내의 함량이 약간 높았다.

[표 3-9] 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 개화후 협의 무기영양 성분들의 함량

무기 원소	처리 내용	개화전20일	개화기	개화후20일	개화후40일	수확기
		----- % -----				
Ca	무처리		1.14	0.92	0.57	
	표준시비		1.05	1.18	0.44	
	HV3		1.23	0.94	0.55	
	HV6		2.39	1.00	0.50	
	HV3+NPK		2.22	0.96	0.45	
	HV6+NPK		2.05	1.00	0.44	
Mg	무처리		1.13	1.21	0.92	
	표준시비		1.04	1.35	0.95	
	HV3		1.27	1.23	1.03	
	HV6		1.82	1.20	1.03	
	HV3+NPK		1.68	1.25	0.89	
	HV6+NPK		1.82	1.18	0.87	
----- ppm -----						
Mn	무처리		64.40	74.20	60.20	
	표준시비		56.53	83.13	57.40	
	HV3		78.20	62.87	54.93	
	HV6		130.00	58.53	47.93	
	HV3+NPK		145.67	76.40	49.93	
	HV6+NPK		129.87	61.13	45.40	
Cu	무처리		5.20	8.93	11.33	
	표준시비		5.93	8.27	11.87	
	HV3		4.33	7.87	18.47	
	HV6		7.33	6.00	11.60	
	HV3+NPK		8.07	7.33	10.93	
	HV6+NPK		8.13	7.53	9.33	
Zn	무처리		49.27	68.40	96.47	
	표준시비		43.33	80.40	112.07	
	HV3		136.93	59.60	110.53	
	HV6		117.87	48.33	111.80	
	HV3+NPK		105.60	127.27	93.40	
	HV6+NPK		93.00	66.00	69.53	

다. 무기영양성분들의 흡수량

헤어리베치를 수확 후 재배포장에 피복 처리한 후 콩을 재배하면서 주요 생육시기에 시료를 채취하여 전 질소함량을 분석한 결과는 <그림 3-12>와 같다.

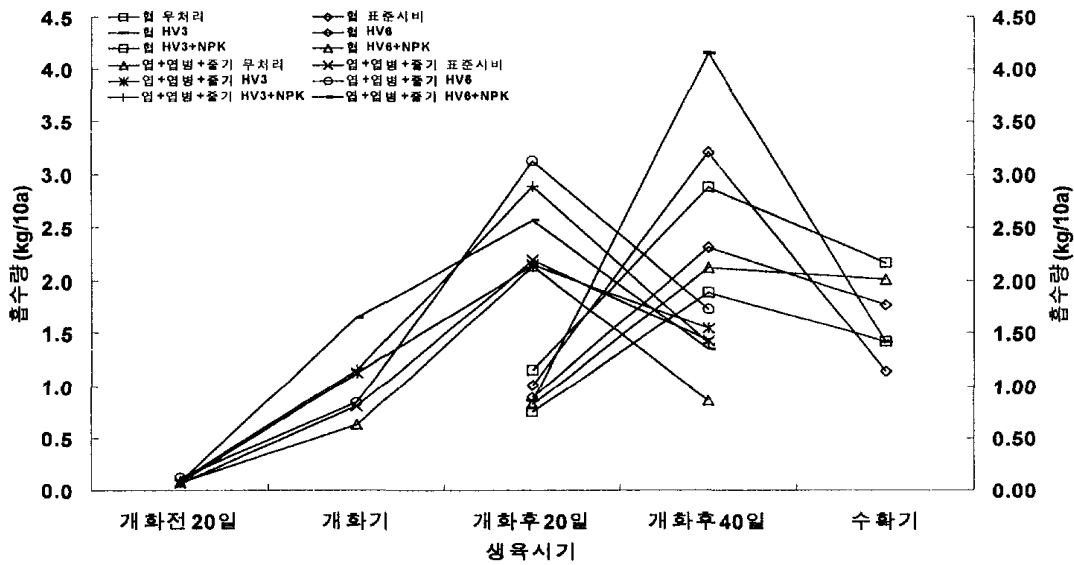


<그림 12> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 엽과 협의 질소 흡수량

황금콩을 재배하면서 주요 생육시기에 식물체부위별로 시료를 채취하여 전 질소함량을 분석한 후 개화기를 중심으로 하여 공급부위와 수용부위로 구분하여 질소흡수량을 처리별로 비교해 보았다. 엽, 엽병, 그리고 줄기들을 포함하는 공급부위의 질소흡수량은 개화전 20일부터 개화후 20일까지 일직선적으로 증가하였으며, 개화후 20일 이후에는 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 또한 처리별로 비교해 보면, 질소흡수량은 Hairy vetch 6 ton/ha

처리구에서 가장 높게 나타났다. 수용부위로 구분된 협의 질소흡수량은 공급부위의 질소흡수량이 감소할 때에 급격한 증가를 보였는데, 이 시기는 개화 후 20일부터 개화 후 40일까지였으며, 그 이후는 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 또한 처리별로 비교해 보면, 질소흡수량은 Hairy vetch 3 ton/ha 처리구에서 가장 높게 나타났다.

헤어리베치를 수확 후 재배포장에 피복 처리한 후 콩을 재배하면서 주요 생육시기에 시료를 채취하여 식물체내 인산함량을 분석한 결과는 <그림 3-13>와 같다.

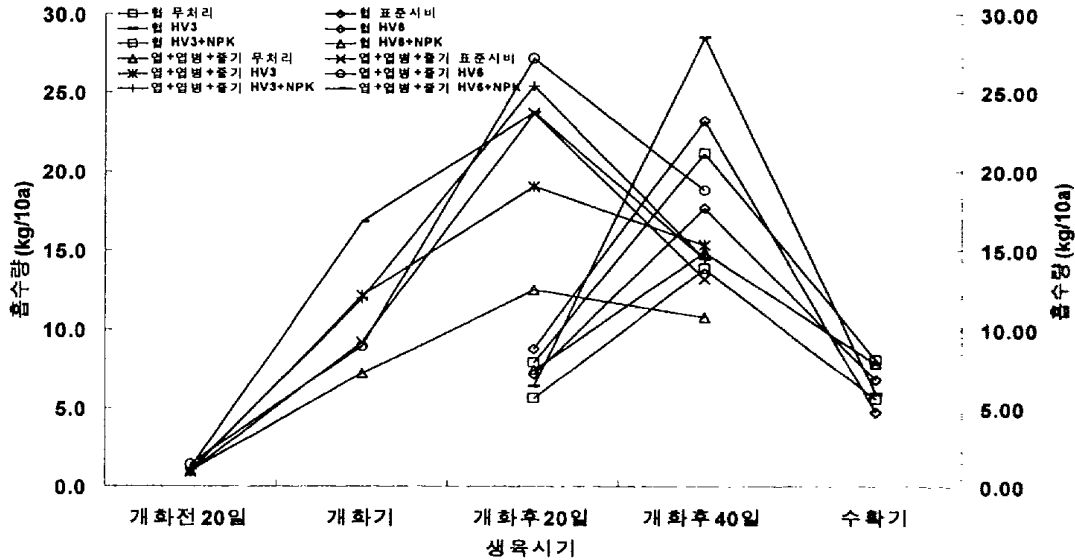


<그림 3-13> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 엽과 협의 인산 흡수량

황금콩을 재배하면서 주요 생육시기에 식물체부위별로 시료를 채취하여 전 질소함량을 분석한 후 개화기를 중심으로 하여 공급부위와 수용부위로 구분하여 인산흡수량을 처리별로 비교해 보았다. 엽, 엽병, 그리고 줄기들을 포함하는 공급부위의 인산흡수량은 개화전 20일부터 개화 후 20일까지 일직선적으로 증가하였으며, 개화 후 20일 이후에는 급격히 감소하는 것으로



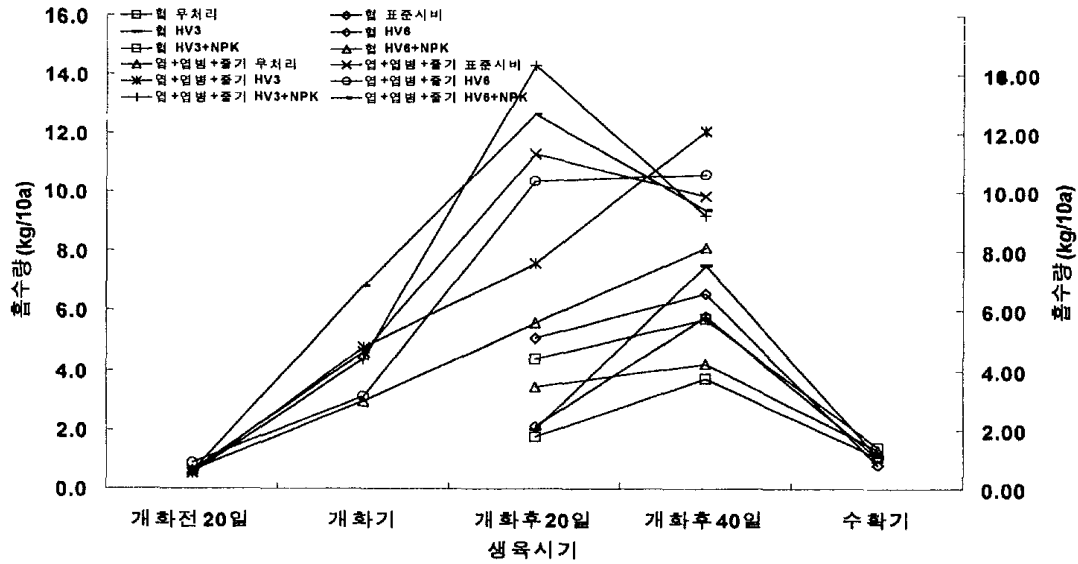
나타났는데, 그 경향은 질소흡수량과 비슷하였다. 또한 처리별로 비교해 보면, 인산흡수량은 공급부위에서는 Hairy vetch 6 ton/ha 처리구에서 수용부위에서는 Hairy vetch 3 ton/ha 처리구에서 가장 높게 나타났다.



<그림 3-14> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 엽과 협의 카리 흡수량

헤어리베치를 수확 후 재배포장에 피복 처리한 후 콩을 재배하면서 주요 생육시기에 시료를 채취하여 식물체내 카리함량을 분석한 결과는 <그림 3-14>와 같다.

황금콩을 재배하면서 주요 생육시기에 식물체부위별로 시료를 채취하여 전 카리함량을 분석한 후 개화기를 중심으로 하여 공급부위와 수용부위로 구분하여 카리흡수량을 처리별로 비교해 보았다. 엽, 엽병, 그리고 줄기들을 포함하는 공급부위의 질소흡수량은 개화전 20일부터 개화후 20일까지 일직선적으로 증가하였으며, 개화후 20일 이후에는 급격히 감소하는 것으로 나타났는데, 그 경향은 질소와 인산흡수량과 비슷하였다.



<그림 3-15> 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 엽과 협의 칼슘 흡수량

헤어리베치를 수확 후 재배포장에 피복 처리한 후 콩을 재배하면서 주요 생육시기에 시료를 채취하여 식물체내 칼슘함량을 분석한 결과는 <그림 3-15>와 같다.

황금콩을 재배하면서 주요 생육시기에 식물체부위별로 시료를 채취하여 전 칼슘함량을 분석한 후 개화기를 중심으로 하여 엽, 엽병, 그리고 줄기들을 포함하는 공급부위와 수용부위의 칼슘흡수량을 비교해 보았는데, 개화전 20일부터 개화후 20일까지 일직선적으로 증가하다가, 개화후 20일 이후에는 처리별로 차이는 있지만 약간 증가하거나 약간 감소하는 것으로 나타났는데, 그 경향은 질소, 인산, 칼리흡수량과는 달리 종실내에 칼슘흡수량이 현저히 적음을 알 수 있었다.

바. 잡초방제 효과

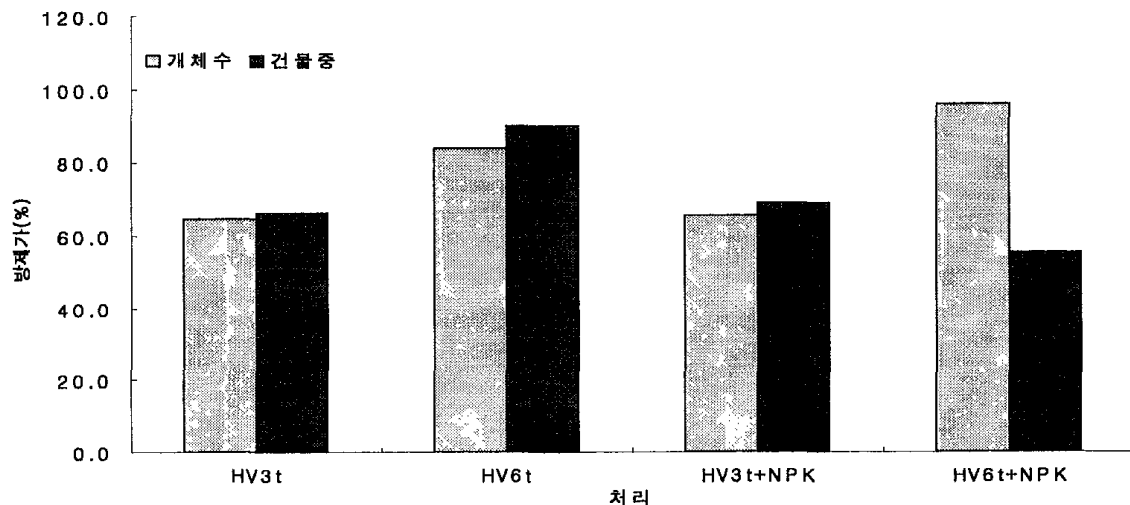
2000년도의 헤어리베치-콩 작부체계시 경작시 헤어리베치의 피복 처리시 시험구별 잡초발생량은 [표 3-10]와 같다. 콩 재배 시험포장에 자라나는 잡초는 바랭이, 어저귀, 쇠비름, 명아주, 망초, 그리고 쑥의 6종이 조사되었으며, 헤어리베치 피복처리구가 무처리 및 농가관행구에서보다 훨씬 적은 잡초발생량을 보였다. 헤어리베치 피복량별로 비교해 볼 때 헤어리베치의 피복량이 많을수록 잡초발생량이 적은 것으로 나타났다.

[표 3-10] 헤어리베치-콩 작부체계 경작시 헤어리베치의 피복처리시 잡초 발생 현황

조사 대상	처리내용	바랭이	어저귀	쇠비름	명아주	망초	쑥
개 체 수 (개)	Control	116.6	16.7	-	-	-	8.3
	Convention	298.5	75.0	22.2	16.7	-	-
	HV3t	54.1	25.0	12.5	25.0	-	29.2
	HV6t	33.3	25.0	8.3	-	-	-
	HV3t+NPK	91.6	25.0	8.3	-	-	16.7
	HV6t+NPK	-	8.3	-	-	8.3	-
건 물 중 (g)	Control	13.1	1.5	-	-	-	12.7
	Convention	71.8	9.6	0.9	1.2	-	-
	HV3t	11.5	1.7	0.2	2.2	-	12.6
	HV6t	3.6	4.6	0.2	-	-	-
	HV3t+NPK	15.5	2.1	0.7	-	-	7.3
	HV6t+NPK	-	4.6	-	-	32.5	-

2000년도에 헤어리베치를 예취후 헤어리베치-콩 작부체계 시험에 피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초 방제 효과를 잡초의 발생수 및 건물중으로 농가관행구를 대조구로 하여 산출한 잡초 방제가는 <그림 3-16>과 같다.

피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초방제가는 전 헤어리베치 처리구에서 60% 이상의 방제가를 보였으며, 피복량이 많을수록 방제가가 높게 나타났다. 개체수로 산출한 방제가와 건물중으로 산출한 방제가의 차이는 헤어리베치 6톤 + NPH 처리구에서는 차이가 있었지만 다른 처리구들에서는 큰 차이가 없었으며, 헤어리베치를 10a당 6톤 처리한 시험구에서 가장 높은 80% 이상의 방제가를 보였다.



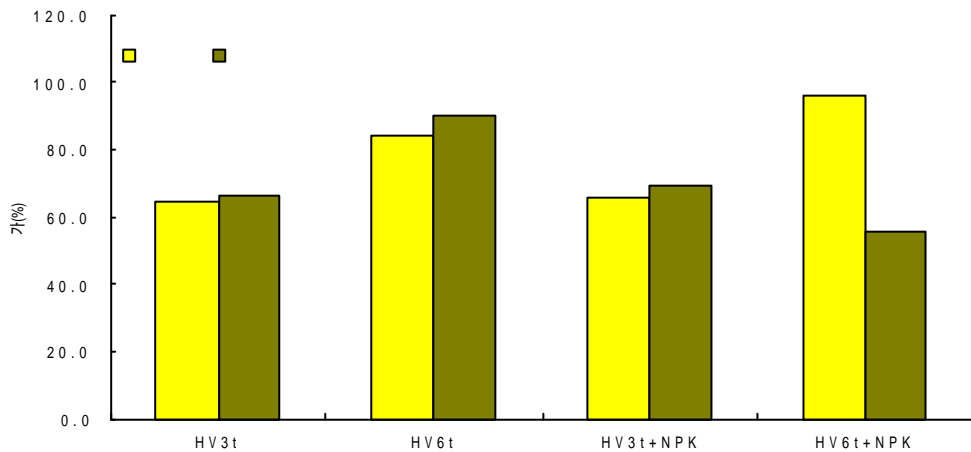
<그림 3-16> 피복 처리된 헤어리베치의 잡초방제 효과

2001년도의 헤어리베치-콩 작부체계시 경작시 헤어리베치의 피복 처리시 시험구별 잡초발생량은 [표 3-11]와 같다.

콩 재배 시험포장에 자라나는 잡초는 하본과 잡초로는 피, 바랭이 2종이 조사되었으며, 광엽잡초로는 여뀌, 명아주, 닭의 장풀의 3종이 조사되었다.

2000년도에 헤어리베치를 예취후 헤어리베치-콩 작부체계 시험에 피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초 방제 효과를 잡초의 발생수 및 건물중으로도 농가관행구를 대조구도 하여 산출한 잡초 방제가는 <그림 3-15>과 같다.

피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초방제가는 전 헤어리베치 처리구에서 50% 이상의 방제가를 보였으며, 피복당이 많을수록 방제가가 높게 나타났다. 개체수도 산출한 방제가와 건물중으로 산출한 방제가의 차이는 헤어리베치 6톤 + NPK 처리구에서는 차이가 있었지만 다른 처리구들에서는 큰 차이가 없었으며, 헤어리베치를 10a당 6톤 처리한 시험구에서 가장 높은 80% 이상의 방제가를 보였다.



<그림 3-15> 피복 처리된 헤어리베치의 잡초방제 효과

2001년도의 헤어리베치-콩 작부체계시 경작시 헤어리베치의 피복 처리시 시험구별 잡초발생량은 [표 3-11]와 같다.

콩 재배 시험포장에 자라나는 잡초는 하본과 잡초도는 피, 마랭이 2종이 조사되었으며, 광엽잡초도는 여뀌, 평아주, 닭의 장들의 3종이 조사되었다.

화분과 잡초의 경우 무처리구에는 피가 m<sup>2</sup>당 100개체가, 바랭이는 112개체가 조사되었는데, 제초제를 처리한 표준시비구에서도 피 25개체 바랭이 50개체가 조사되어 헤어리베치 피복 처리구에서보다 많은 잡초 발생량을 보였다. 헤어리베치 피복처리구가 무처리 및 농가관행구에서보다 훨씬 적은 잡초발생량을 보였다. 헤어리베치 피복량별로 비교해 볼 때 헤어리베치의 피복량이 많을수록 잡초발생량이 적은 것으로 나타났다.

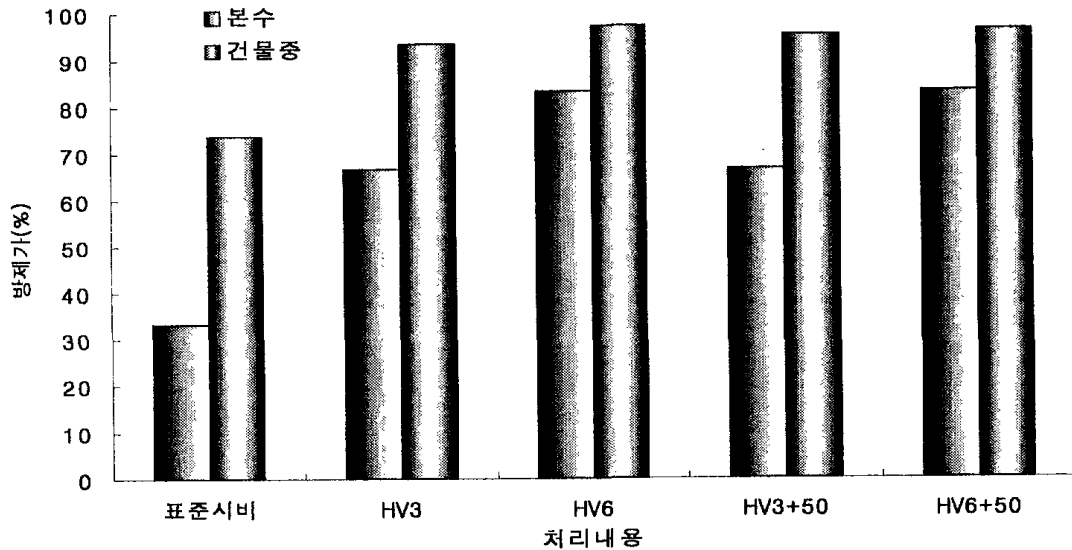
[표 3-11] 헤어리베치-콩 작부체계 경작시 헤어리베치의 피복처리시 잡초 발생 현황

처리 내용	피	바랭이	여뀌	명아주	닭의장풀	
	---화본과---		-----광엽-----			
본수(m <sup>2</sup> )	무처리	100	112.5	0	0	12.5
	표준시비	25	50	62.5	12.5	0
	HV3	25	25	25	0	0
	HV6	37.5	0	0	0	0
	HV3+NPK	75	0	0	0	0
	HV6+NPK	12.5	25	0	0	0
	건물중(m <sup>2</sup> )	무처리	28	13	0	0
표준시비		1.875	2.625	5.875	0.625	0
HV3		1.125	0.875	0.75	0	0
HV6		1.125	0	0	0	0
HV3+NPK		2	0	0	0	0
HV6+NPK		0.5	1	0	0	0

2001년도에 헤어리베치를 예취후 헤어리베치-콩 작부체계 시험에 피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초 방제 효과를 잡초의 발생수 및 건물중으로

농가관행구를 대조구로 하여 산출한 잡초 방제가는 <그림 3-17>과 같다.

피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초방제가는 전 헤어리베치 처리구에서 70% 이상의 방제가를 보였으며, 제초제를 처리한 농가관행구는 개체수를 이용해 산출한 방제가는 40% 이하의 방제가를 보인 반면 건물중으로 환산한 방제가는 70% 정도의 방제가를 보여 방제가 산출방법에 따라 큰 차이를 보였다. 헤어리베치를 피복처리한 시험구의 방제가 역시 산출방법에 따라 차이가 있었으나 농가관행구와 비교해 훨씬 작은 차이를 보였다. 개체수로 산출한 방제가와 건물중으로 산출한 방제가의 차이는 헤어리베치 6톤 + NPH 처리구에서는 차이가 있었지만 다른 처리구들에서는 큰 차이가 없었으며, 헤어리베치를 10a당 6톤 처리한 시험구에서 가장 높은 80 - 90%이상의 방제가를 보였다.



<그림 3-17> 피복 처리된 헤어리베치의 잡초방제 효과

사. 콩의 수량 및 수량구성요소

헤어리베치(피복)-콩 작부체계로 경작 수확한 콩의 수량 및 수량구성요소 들을 2000년과 2001년 2년에 걸쳐 조사한 결과는 [표 3-12, 13]과 같다.

2000년도의 조사 결과는 개체당 협수가 헤어리베치 피복구에서 전반적으로 높았는데, 이는 헤어리베치 피복시 분지수가 증가되었기 때문으로 판단 된다. 개체당 협수가 높기 때문에 개체당 립수도 같은 경향이였다. 그러나 수량에 직접적으로 크게 영향하는 등숙율은 처리간 뚜렷한 경향이 없었다. 단보당 수량도 헤어리베치 피복구에서 3 - 52%까지 증수되는 것으로 나타났 다.

[표 3-12] 헤어리베치(피복)-콩 작부체계로 경작 수확한 콩의 수량 및 수량 구성요소 <2000년>

Treatment	No. of pods per plant	No. of grains per plant	No. of grains per pod	Ripennin g Ratio (%)	100seed weight (g)	Yield (kg/10a )	Yield index
Control	74.4±2.81	93.5±5.49	1.25±0.03	75.1	25.34±0.30	184.9	100
Convention	95.1±4.83	123.8±12.63	1.25±0.07	73.9	27.72±0.13	242.0	131
HV3t	85.8±7.80	113.8±15.38	1.25±0.04	72.0	27.48±0.21	190.0	103
HV6t	79.7±1.94	101.3±2.70	1.15±0.05	66.4	26.8±0.85	202.0	109
HV3t+NPK	105.7±2.89	133.1±15.17	1.14±0.06	69.8	29.4±0.73	281.6	152
HV6t+NPK	115.9±4.35	175.5±6.72	1.43±0.01	74.9	26.6±0.18	274.8	149

2001년도의 조사 결과는 분지수, 개체당 협수, 그리고 개체당립수가 헤



어리베치를 피복한구가 다른 시험구들보다 높아 7 - 30%의 수량 증수를 보였다.

이러한 결과를 미루어 볼 때, 헤어리베치의 피복은 잡초방제 효과, 비료 공급 효과, 수분조절 효과 등의 이유로 대두의 수량성을 더 증가시킬 수 있는 잠재력이 있는 것으로 판단된다.

[표 13] 헤어리베치(피복)-콩 작부체계로 경작 수확한 콩의 수량 및 수량 구성요소 <2001년>

처 리	분지수 (개)	착협율 (%)	주당협수 (개)	협당립수 (개)	개체당립 수 (개)	100립중 (g)	수량 (kg/10a)	수량 지수
무처리	8.2	64.0	124.7	1.7	184.8	23.0	236	100
표준시비	8.0	79.3	104.5	1.6	168.9	24.3	269	114
HV3	8.5	65.7	114.9	1.7	178.1	24.9	297	126
HV6	8.5	63.2	106.8	1.5	162.8	23.0	258	109
HV3+NPK	8.7	68.3	98.9	1.7	164.1	21.1	254	107
HV6+NPK	8.6	82.8	119.0	1.6	193.1	23.5	308	130

5. 헤어리베치-옥수수 간작 작부체계시 헤어리베치와 옥수수간의 공생  
관계 구명시험

토지이용율을 증진시키면서 토양의 비옥도도 증진시키며, 작물간의 공생  
관계를 이용하여 작물의 생산성을 향상시키려는 시도로 헤어리베치-옥수수  
혼작 작부체계 시험을 수행하면서 조사연구한 내용은 [표 3-14]와 같다.

[표 3-14] 헤어리베치-옥수수 간작체계시 생육시기별 식물체 부위별 옥수수의  
건물중 변화

처리내용	출사기			출사 후 15일			수확기				
	수이삭	엽	줄기	수이삭	암이삭	엽	줄기	수이삭	암이삭	엽	줄기
	----- g/plant -----										
Control	1.2	25.8	25.8	1.9	11.8	16.4	36.9	1.8	13.8	16.6	44.7
Convention	3.6	48.8	74.4	3.8	82.7	81.6	69.2	3.3	132.0	59.3	139.8
HV1	1.2	25.3	24.4	1.4	3.4	32.8	30.7	-	-	-	-
HV3	2.4	31.4	35.5	1.0	22.1	12.9	29.3	1.6	15.0	17.9	31.8
HV5	3.9	35.1	42.5	1.6	8.7	13.2	26.9	1.9	17.9	12.9	40.9
HV7	3.4	31.2	45.3	1.7	6.5	15.0	30.3	3.4	35.3	35.8	79.1
HV9	2.9	33.1	42.4	4.4	6.4	17.6	27.8	3.2	44.4	28.3	72.9
HV1+NPK	3.1	51.2	87.4	1.7	10.5	15.2	33.4	1.8	43.4	33.4	44.1
HV3+NPK	6.8	61.5	99.8	1.9	4.2	25.4	46.1	3.2	27.3	42.8	101.7
HV5+NPK	6.4	44.1	92.9	2.1	7.9	27.9	47.9	2.9	39.6	40.1	83.5
HV7+NPK	5.5	61.9	93.2	0.4	8.5	13.4	36.5	2.9	69.6	30.8	87.8
HV9+NPK	1.7	52.3	50.7	2.4	9.4	24.0	49.8	4.8	97.8	50.3	107.1

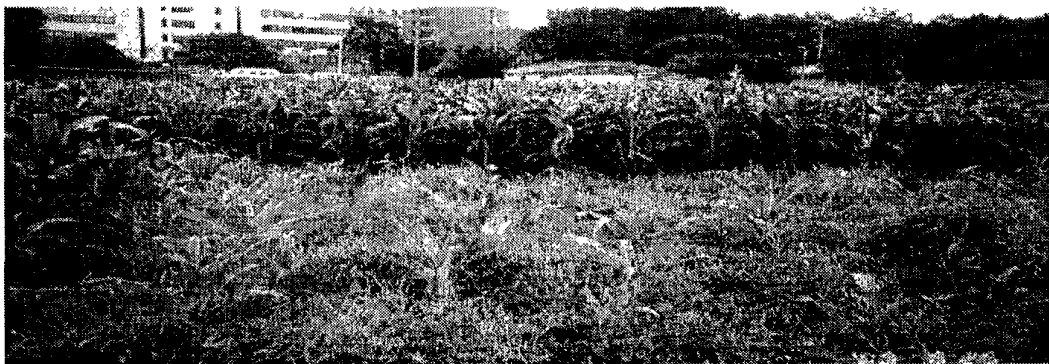
전년도 10월말에 파종하여 월동후 헤어리베치의 생육정도를 어느 정도  
조절하며 4월 27일에 헤어리베치 휴간에 옥수수를 파종하여 공생관계를 조  
사한 결과 전반적으로 농가관행구에 비해 옥수수의 생육이 저조하였으며,



<그림 30> 헤어리베치와 옥수수의 간작 작부체계 현황



<그림 31 > 헤어리베치와 옥수수의 간작 작부체계 현황



<그림 32> 헤어리베치와 옥수수의 간작 작부체계 현황



<그림 30> 헤어리베치와 옥수수의 간작 작부체계 현황



<그림 31 > 헤어리베치와 옥수수의 간작 작부체계 현황



<그림 32> 헤어리베치와 옥수수의 간작 작부체계 현황

옥수수과 헤어리베치간의 공생관계 유지보다는 어떤 면에서 경합관계에 서로 있는 것을 관찰할 수 있었다.

작물간의 공생관계를 이용하여 작물의 생산성을 향상시키려는 시도로 헤어리베치-옥수수 혼작 작부체계 시험을 수행하면서 옥수수의 수량 및 수량구성요소를 조사한 결과는 [표 3-15]와 같다.

[표 3-15] 헤어리베치-옥수수 간작체계 경작후 옥수수의 수량 및 수량 구성요소

Treatment	Ear length (cm)	Ear diameter (cm)	Cob diameter (cm)	Number of rows	Kernels per rows	Ear weight (g)	Yield Index
Conventional	23.54	4.0	2.3	13.6	29.0	477	100
HV1	-	-	-	-	-	-	-
HV3	19.5	3.2	1.8	12.0	26.6	152.3	32
HV5	20.5	3.3	1.9	12.0	28.1	160.0	34
HV7	18.7	3.1	1.8	12.0	24.5	146.7	31
HV9	19.7	3.1	1.8	-	23.4	133.3	28
HV1+NPK	20.7	-	1.9	12.0	24.8	188.3	39
HV3+NPK	21.3	3.6	2.0	12.7	28.4	241.0	51
HV5+NPK	22.8	3.7	2.2	12.0	30.9	234.3	49
HV7+NPK	21.2	3.5	2.0	12.7	29.1	210.0	44
HV9+NPK	23.7	3.7	2.1	14.0	32.4	260.0	55

전 수량구성요소 및 수량면에서 농가관행구에 비해 현저히 낮은 결과를 얻었는데, 수량지수면에서 헤어리베치와 혼작을 함으로 인해 옥수수는 약 28 - 55%까지 생육 및 수량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 옥수수와 헤어리베치간의 공생관계 유지보다는 어떤 면에서 경합관계에 서로 있는 것을 시사하며, 다른 한편으로는 이 분야의 연구가 진정한 환경친화적인 농업을 위하여 필요하다는 판단하에 앞으로 연구를 지속한다면 옥수수-헤어리베치간의 화분과와 두과간의 공생과 경합관계를 자세히 밝혀 아주 중요한 환경

농업을 개발할 수 있다고 생각된다. 또한 녹비 및 피복작물로의 헤어리베치 이용은 작물학적인 차원과 농업기계학적인 측면에서 동시에 잘 개발한다면 아주 좋을 것으로 판단된다.

#### 6. 헤어리베치 친환경농업의 경제효과

환경친화형 농업기술의 일환으로 헤어리베치를 녹비 및 피복작물로서 이용시 농가에 미칠 경제효과를 계량화 하기 위하여 옥수수과 배추 2작물의 재배방법 차이를 비교검토하며 경제성을 분석한 결과는 [표 3-16]과 같다.

[표 3-16] 헤어리베치 이용 환경친화형 농업기술의 경제성 분석

구분		농가관행		친환경농업 (헤어리베치)	경제적 효과 (원)
		옥수수	배추		
화학 비료	사용량(kg/10a)	25	32	20	5,300
	단가(원/kg)	265	265	265	
	단보당가격(원)	6,625	8,480	5,300	
제초제	사용량(kg/10a)	5	0.2	-	6,500
	단가(원/kg)	1,300	1,300	-	
	단보당가격(원)	6,500	6,500	-	
노동력	작업소요시간 (시간/일)	3		-	11,250
	노임(원/일)	30,000		-	
	인건비	11,250		-	
ha당 총 비용(원)		243,750	262,300	-	230,500
논토양(105만ha)		2,559억	2,754억	-	2,420억
밭토양(77만ha)		1,877억	2,020억	-	1,775억

\* 화학비료 : 유안 \* 제초제 : 라쏘입제, 트리린유제

\* 작업소요시간 : 단보당 화학비료처리-1시간, 제초제처리-2시간

헤어리베치는 식물체내 질소함량이 다른 작물보다 높고, 특히 생육기간을 통해서도 일정한 질소농도를 유지해 녹비작물로서 매우 적합하다고 볼 수 있는 작물이다. 또한 헤어리베치내에 함유되어 있는 유기태 질소는 헤어리베치가 다른 작물보다 부숙화 속도가 매우 빠르기 때문에 질소성분만 가지고 보더라도 충분한 가치가 있다고 판단되며, 완효성 비료 역할까지 할 수 있기 때문에 활용방안을 철저히 수립하는 것이 바람직하다고 본다.

본 연구에서 헤어리베치의 활용을 화학비료로는 유안을 제초제로는 라쏘입제 및 트리틴 유제를 비교하고, 노동력을 감안하여 경제성을 분석한 결과, 옥수수 재배시 이용은 약 243,000원이 배추 재배시는 262,000원의 경제효과가 인정되어 이를 전국의 논과 밭의 경지면적으로 환산하니 헤어리베치를 활용시 논에서 약 2,420억원, 밭에서는 약 1,775억원의 경제효과가 있는 것으로 기대되었다.

## 제 4 절 연구결과 요약

### 1. 발아율 및 내동성시험

가. 헤어리베치의 발아율은 10℃조건하에서도 기간은 오래걸렸지만 60%정도 양호한 편이었으며, 15℃이상에서는 90%의 발아율을 보이며 발아력이 온도별로 큰 차이없이 높았다.

나. 9월부터 10하순까지의 파종시기별 헤어리베치의 발아력은 80%를 넘어 전반적으로 양호하였다.

다. 충북지역에서 헤어리베치의 겨울철 월동후 생존율은 87.6%이상이었다.

## 2. 헤어리베치의 성장반응 및 생산성 검정시험

가. 헤어리베치의 생체 및 건물수량은 5월 중하순경에 최대에 이르고, 그 이후 6월부터는 고사하기 시작한다.

나. 헤어리베치의 건물수량은 파종시기가 빠를수록 파종량이 많을수록 높은 경향이었으며, 최대건물수량은 약 1050 kg/10a 였다.

## 3. 투입 헤어리베치의 부숙화 및 양분유출 속도 시험

가. 헤어리베치의 부숙화는 처리후부터 약 100일경까지 점진적으로 지속되는 것으로 나타났으며, 50% 정도의 부숙화율은 피복 처리후 2000년에는 약 80일 정도, 2001년에는 약 60일 정도가 소요되는 것으로 나타났다.

나. 투입된 헤어리베치로부터의 질소 유출량은 초기 10일부터 100일까지 지속적으로 일정하게 일어 났으며, 처리후 100일후에 50 - 60%의 질소가 헤어리베치로부터 용출되었다.

다. 투입된 헤어리베치로부터의 질소와 인산은 초기부터 마지막 조사일까지 완만히 유출되는 반면에 카리는 초기에는 매우 느린 용출량을 보이다가 50일 이후 아주 빠른 용출량을 보였다.

라. 헤어리베치의 이용에 의해 토양의 pH가 약간 높아졌으며, 전기전도도는 큰차이가 없었고, CEC는 헤어리베치를 이용한 작부체계에 의해 5.0에서 높게는 8.8까지 올랐다. 석회요구량이 현저히 낮아 졌다.

## 4. 헤어리베치-콩 작부체계시 헤어리베치의 피복 및 녹지작물로서의 효과

가. 콩의 초장은 2000년도와 2001년도 공히 생육초기부터 개화기까지는 일직선적으로 자랐으며, 개화기이후에는 초장의 신장이 둔화되었고, 헤어리베치, 헤어리베치 + NPK, 농가관행 등의 처리간에 초장은 뚜렷한 차이를 보이



지 않았다.

나. 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 건물중 분배는 개화기 이후 엽으로부터 협으로 이동되었으며, 헤어리베치를 이용한 환경친화형 작부체계에 의해 많은 건물생산이 일어났고, 많은 량의 건물이 협으로 이동되었다.

다. 헤어리베치(피복)-콩 작부체계 경작시 생육시기별 식물체부위별 질소와 인산의 전류를 추정해 보면, 개화기를 전후하여 질소와 인산은 엽에 많이 존재하다가 개화기 이후에는 협으로 이동하는 경향이 뚜렷하였으나 카리의 경우는 오히려 반대의 현상이 나타났다.

라. 헤어리베치-콩 작부체계시 경작시 헤어리베치의 피복 처리시 시험구별 발생 잡초는 바랭이, 어저귀, 쇠비름, 명아주, 망초, 그리고 쑥의 6종이 조사되었으며, 헤어리베치 피복처리구가 무처리 및 농가관행구에서보다 훨씬 적은 잡초발생량을 보였다. 헤어리베치 피복량별로 비교해 볼 때 헤어리베치의 피복량이 많을수록 잡초 발생량이 적은 것으로 나타났다.

마. 피복 처리된 헤어리베치에 의한 잡초방제가는 전 헤어리베치 처리구에서 70% 이상의 방제가를 보였으며, 제초제를 처리한 농가관행구는 개체수를 이용해 산출한 방제가는 40% 이하의 방제가를 보인 반면 건물중으로 환산한 방제가는 70% 정도의 방제가를 보여 방제가 산출방법에 따라 큰 차이를 보였다.

바. 개체수로 산출한 방제가와 건물중으로 산출한 방제가의 차이는 헤어리베치 6톤 + NPH 처리구에서는 차이가 있었지만 다른 처리구들에서는 큰 차이가 없었으며, 헤어리베치를 10a당 6톤 처리한 시험구에서 가장 높은 80 - 90%이상의 방제가를 보였다.

사. 콩의 수량은 2000년도에는 분지수, 개체당 협수가 헤어리베치 피복구에서 전반적으로 높았고, 개체당 협수가 높았기 때문에 단보당 수량이 헤어리베치 피복구에서 3 - 52%까지 증수되는 것으로 나타났다. 2001년도의 조사

결과는 분지수, 개체당 협수, 그리고 개체당립수가 헤어리베치를 피복한구가 다른 시험구들보다 높아 7 - 30%의 수량 증수를 보였다.

#### 5. 헤어리베치-옥수수 간작 작부체계시 헤어리베치와 옥수수간의 공생 관계 구명시험

가. 헤어리베치 휴간에 옥수수를 파종하여 공생관계를 조사한 결과 전반적으로 농가관행구에 비해 옥수수의 생육이 저조하였으며, 옥수수와 헤어리베치간의 공생관계 유지보다는 어떤 면에서 경합관계에 서로 있는 것을 관찰할 수 있었다.

나. 옥수수-헤어리베치의 혼작 재배시 수량구성요소 및 수량이 농가관행구에 비해 현저히 낮았다. 수량지수면에서 헤어리베치와 혼작을 함으로 인해 옥수수는 약 28 - 55%까지 생육 및 수량이 감소하는 것으로 나타났다.

## 제 4 장. 헤어리베치 재배이용 채소 재배 단지에서의 환경친화형 농업기술 개발

### 제 1 절. 서 설

현대농업은 작물의 단작과 화학비료 위주의 영농방식에 의하여 토양의 이화학성 및 지력감퇴, 미생물상의 파괴, 병충해를 증가시켜 장기적으로 작물의 생산성을 유지할 수 없는 것이 문제가 되고 있다. 현대에 와서 대두된 환경보전형 농업에서는 경지에서 윤작과 더불어 피복 및 녹비작물 재배에 의한 윤작기술이 환경농업의 가장 중심적인 기술로 부각되고 있다.

최근 미국에서 질소를 많이 요구하는 하계 옥수수를 동계의 헤어리베치 등의 두과 피복작물과 연계시켜 생산하는 농가가 증가하고 있으며 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(Smith et al, 1987). 또한 원예분야에서도 환경을 보호하고 농산물 오염을 막기 위하여 녹비작물(manure crop) 이용기술에 대한 전반적이고 지역적인 연구가 이루어지고 있다.

베치(Vetch)류는 컴먼베치(Common Vetch), 헤어리베치(Hairy Vetch), 퍼플베치(Purple Vetch), 울리포드베치(Woolly pod Vetch) 등이 있다. 컴먼베치 및 퍼플베치는 내한성이 약하여 춘파하는 작물이며 울리포드베치는 헤어리베치와 가장 유사하여 헤어리베치와 동일하게 통용되기도 하지만 내한성이 헤어리베치보다 다소 약하고 월동 후 개화시기가 헤어리베치보다 빠르다. 헤어리베치는 일명 Winter Vetch, Russian Vetch, Siberian Vetch로 명명되며 내한성이 비교적 강하여 대관령 800고지 등의 혹한지에서도 월동이 가능하며 일제시대에 우리나라의 함경도 지방에서도 재배되었다는 보고가

있다.

헤어리베치를 우리나라에서 작부체계에 도입할 때 두과-화본과 작물의 측면에서 논에서는 벼와 밭에서 옥수수, 특용작물 중 참깨, 원예작물 중 노지 고추, 배추, 무 등 채소와 헤어리베치와 작부조합이 가능하다. 또한 헤어리베치를 하우스 채소재배시 적용이 가능하고 과수원의 초생작물로서도 이용성이 높다. 원예작물 재배가 전업화 및 집단 단지화 됨에 따라 단작 및 연작위주로 이루어지고 있다. 원예작물 재배에 따른 토양 염류집적 및 토양 병해 방제와 잡초의 억제를 위한 윤작기술의 도입이 필요하다.

따라서 본 연구는 고랭지 지방에서 가을 혹은 봄에 헤어리베치를 재배하고 고랭지 채소를 재배하면 토양유실, 잡초방제, 연작피해의 방지효과가 기대되므로 헤어리베치의 파종시기를 달리할 때 헤어리베치 생육에 미치는 영향과 고랭지 지방에서 헤어리베치와 채소와 윤작체계에 대하여 검토하고자 실시하였다.

## 제 2 절. 재료 및 방법

본 시험의 공시 헤어리베치 품종은 미국 Pennington종자회사에서 도입한 Nebraska 원산 Madison품종과 Australia에서 도입된 Woolly pod vetch type의 6개 품종을 공시하였다. 추파 헤어리베치 파종은 시험 1년차에는 1999년 9월 10일, 시험 2년차에는 2001년 9월 15일에 파종하였다. 파종량은 10a당 5kg을 파종하였다. 시비량은 질소-인산-칼리를 성분량으로 3-7-7kg/10a을 사용하였다. 배추재배시 시비량은 질소-일산-칼리를 성분으로 각각 20-15-15kg/10a를 전량 기비로 사용하였다. 이 시비량은 노지 배추재배시 표준 시비량의 50%에 해당되는 양이다. 헤어리베치의 개화시인 2000년 6월

초순 경우에 의하여 토양에 녹비로 넣어 주었다. 헤어리베치 생산성 조사는 반복구마다 1m<sup>2</sup> 3반복으로 수확하여 생초, 건물 수량을 조사하였다.

헤어리베치 후작 채소 시험구 배치는 동계기간 동안 hairy vetch 피복구를 처리구로 두고 대조구로 무피복구(no hairy vetch)를 두었다.

시험 2년차에 헤어리베치 처리방법은 배추재배 2주전에 헤어리베치를 경운하여 토양 중에 혼입시키는 처리구와 헤어리베치를 예취하여 녹비로 하지 않는 처리구, 헤어리베치를 재배하지 않는 관행구를 두었다.

조사 항목은 여름 배추 수확후 헤어리베치를 파종하여 다음해에 배추의 녹비작물로 이용할 때 헤어리베치 생육특성을 조사하고 헤어리베치를 수확 후 녹비를 이용하였을 때 잡초발생, 배추생육, 토양의 무기양분과 무기물 흡수량을 조사하였다. 질소함량은 수확기 헤어리베치의 건조시료를 만들어 분쇄하여 질소함량을 분석하였다. 전 질소함량은 켈달장치로, Cellulose 함량조사는 Van soest(1980)법으로 분석하였다. 질소흡수량은 질소함량에 건물수량을 곱하여 구하였다.

본 시험은 강원도 횡계의 대관령에 위치한 축산기술연구소 대관령지소 시험 포장에서 수행하였다. 공시시험 토양의 화학적 특성은 pH는 5.25, 유기물함량은 27.3g/kg, T-N은 2.3%, 가용성 인산 291mg/kg, K은 1.03cmol<sup>+</sup>/kg 이었다(표 4-1).

Table 4-1. Soil chemical properties in this experiment.

pH (1:5)	OM (g/kg)	T-N (g/kg)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. cation(cmol <sup>+</sup> /kg)			CEC (cmol/kg)
				K	Ca	Mg	
5.25	27.3	2.3	291	1.03	2.80	1.14	10.5

시험포장 대관령의 겨울기상은 표 2와 같이 2001년 겨울이 2000년 겨울보다 온도가 낮았다. 2000년 1월의 평균온도가  $-6.4^{\circ}\text{C}$ 인데 비하여 2001년 1월의 평균온도는  $-8.9^{\circ}\text{C}$ 이었다.

Table 4-2. Mean air temperature and rainfall during the experiment.

	Mean air temperature( $^{\circ}\text{C}$ )		Rainfall(mm)	
	2000	2001	2000	2001
Jan.	-6.4	-8.9	5.5	56.3
Feb.	-7.1	-5.0	7.9	18.3
Mar.	0.7	-0.2	134.4	14.1
Apr.	6.0	7.7	145.9	51.9
May	12.1	13.4	250.4	75.2
June	16.4	16.7	136.3	168.4
July	20.6	22.1	160.0	153.4
Aug.	19.7	20.4	523.9	348.0
Sep.	13.4	15.2	598.6	571.8
Oct.	8.9	11.2	129.0	23.8
Nov.	1.7	2.4	93.1	61.3
Dec.	-3.7	-4.9	14.2	16.9

### 제 3 절. 결과 및 고찰

#### 1. 헤어리베치의 생육 패턴

시험 1년차인 2000년도 헤어리베치의 초장과 건물량의 변화는 표 4-3에 나타내었다. 초장은 6월 초순에 최고 생육량을 보이다가 개화기 이후부터 시작되어 지상부가 고사되기 시작하였다. 따라서 대관령의 고랭지 지방에서 헤어리베치의 수확적기는 5월 하순~6월 초순이 적절할 것으로 판단된다.

헤어리베치의 건물중은 6월 초순에 최대에 도달하였다. 고랭지 지대에서는 헤어리베치의 초봄 생육이 늦고 5월 중순 이후 성장량이 매우 높았다(표 4-3, 4).

Table 4-3. Plant height of hairy vetch in 2000.

	1. May	10. May	20. May	30. May	10. June
Plant height(cm)	14	27	42	81	105
D. W. (g/m <sup>2</sup> )	17	26	42	60	86

시험 2년차인 2001년도 헤어리베치의 초장의 변화는 표 4와 같다. 헤어리베치의 춘파재배시 초장은 6월 초순 130cm에 도달하였으며 6월 중순에는 162cm이었으며, 그 이후에는 생장이 둔화되었다. 헤어리베치의 춘파재배에는 5월부터 생육이 급속히 높아졌으며 8월에 최대 생육에 도달되었다. 고랭지 지방에는 여름기간 동안에 하고현상이 나타나지 않았으며 헤어리베치의 생육이 매우 양호하였다.

Table 4-4. Plant height of hairy vetch in 2001.

(unit : cm)

	4. May	26. May	9. June	16. June	17. July	14. Aug.
Autumn sowing	33.1	90.1	130.9	162.7	170.2	-
Spring sowing	3.5	16.9	52.1	87.3	120.5	178.2

헤어리베치 추파, 춘파재배에 의한 초고의 경시적 변화는 표 5와 같다. 헤어리베치는 생육초기에는 직립으로 자라지만 초장이 50cm-1m가 되면 포복성으로 자라 초장은 150-200cm로 크지만 초고는 80cm 내외를 나타내었다.

Table 4-5. Canopy height of hairy vetch in 2001.

(unit : cm)

	4. May	26. May	9. June	16. June	17. July	14. Aug.
Autumn sowing	20.2	30.1	47.9	73.3	80.2	-
Spring sowing	3.1	5.8	14.4	20.8	59.8	84.5

헤어리베치의 월동율은 표 6에 나타내었다. 강원도 대관령 고랭지 지역에서 헤어리베치의 월동율은 Woolly pod vetch type 품종의 월동율은 hairy vetch 보다 낮았다. 1999-2000년 겨울에 Vita, Aneto, Popang 품종은 내한성이 약하여 월동이 전혀 되지 않았다. 또한 Haymaker와 Capello, Namoi 품종은 30~50%의 월동율을 나타내었다.

헤어리베치 type의 품종은 내한성이 비교적 강하여 1999-2000년 겨울에 69%, 2000-2001년 겨울에 71%의 월동율을 나타내었다. 대관령 지방에서 북방형 화분과와 두과목초의 겨울철 동사율이 30~70% 높은 것을 고려하면 헤어리베치의 월동율 69-71%는 월동율 측면에서 양호한 것으로 판단된다.

그러나 Woolly pod vetch는 1999-2000년도에는 월동율이 30-50%에 이르렀으나 2000-2001년 겨울에는 10% 이하의 월동율을 나타내어 고랭지 지방에서 추파용 품종으로 적합하지 않았다. Woolly pod vetch의 월동율이 2000-2001년이 1999-2000년 보다 낮은 것은 2000년 1월의 평균기온이 2001년에는 -8.9℃로서 2000년의 6.4℃보다 2.5℃가 낮은 것이 원인이 된 것으로 해석



된다. 고랭지 지방에서 헤어리베치의 월동율이 70%이므로 헤어리베치 추파 재배시 파종량을 약 20-30% 증가시키면 재배상에 있어서 월동문제는 극복이 가능할 것으로 사료된다. Brown 등(1985)의 보고에 의하면 헤어리베치는 다른 두과작물에 비하여 내한성 및 월동 후 재생성이 강하여 건물중의 생산증대가 빠르고 왕성한 질소고정에 의하여 질소함량이 다른 두과작물에 비하여 높다고 보고하였다.

Table 4-6. Wintering rates of hairy vetch in Alpine area.

Type	Variety	Wintering rates(%)	
		1999-2000	2000-2001
Woolly pod vetch	Haymaker	53.3	8.5
	Capello	36.7	3.5
	Namoi	36.7	3.9
	Victa	0	0
	Aneto	0	0
	Popany	0	0
Hairy vetch	Madison	69	71

시험 1년차인 2000년도 헤어리베치의 추파파종 재배가 초봄 잡초발생에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 4-7과 같다. 헤어리베치 추파 파종구는 월동후 헤어리베치의 생육속도가 빨라짐에 따라 잡초의 밀도가 현저히 감소되었다. 초봄 헤어리베치 재배구의 잡초밀도는  $m^2$ 당 35개인데 비하여 동계 휴한후는 115개이었다. 이러한 원인은 초봄에 헤어리베치의 생육속도가 증가됨에 따라 헤어리베치 군락을 형성하여 군락 하부에 그늘을 형성하기 때문에 잡초의 발생이 현저히 저하된 것으로 사료된다. 특히 헤어리베치가 성장함에 따라 헤어리베치 Canopy가 포복형으로 자라고 생육중기 이후에는 군락이 거의 100% 헤어리베치로 덮어짐에 의하여 잡초의 발생이 현저히 억제되었다. 반면 동계 휴한구의 잡초 밀도는 초봄에서 여름으로 진행됨에 따라 잡초의 밀도가 현저히 증가되었다.

Table 4-7. Weeds densities of hairy vetch in 2000

(unit : weeds/m<sup>2</sup>)

Treatment	15. April	15. May
Autumm sowing of hairy vetch	35	13
No hairy vetch	115	265

시험 2년차인 2001년도 헤어리베치 추파, 춘파재배구의 잡초의 발생밀도를 조사한 결과는 표 4-8과 같다. 2001년 5월에 잡초 조사결과 헤어리베치 추파재배구에서는 잡초의 밀도가 m<sup>2</sup>당 5.5개이었다. 이에 비하여 헤어리베치의 춘파재배시 잡초밀도는 m<sup>2</sup>당 30개로서 추파보다 월등히 높았다. 헤어리베치 재배구는 거의 모든 잡초가 억제되었으나 썩이 우점 잡초이었으나 헤어리베치 재배구는 썩의 밀도도 m<sup>2</sup>당 3.3개로서 헤어리베치 무재배구의 13.9개보다 낮았다. 이러한 결과는 헤어리베치가 포복성인 특성이 있어서 초봄에 헤어리베치 재배에 의한 군락이 형성되면 잡초의 발생이 억제된 것으로 사료된다. 그러나 헤어리베치 춘파재배구는 초봄에 헤어리베치 생육이 늦은 생육초기에 잡초발생이 심하여 추파재배보다 잡초 밀도가 현저히 높았다.

Table 4-8. Weeds densities affected by the sowing time of hairy vetch in 2001.

(unit : No./m<sup>2</sup>)

	Mugwort	Weeds total
Autumm sowing	3.3	5.5
Spring sowing	13.9	29.8

초봄 헤어리베치 재배에 의한 잡초발생 억제효과를 조사한 결과는 표 4-9와 같다. 헤어리베치 추파재배구는 잡초발생 밀도가 매우 낮았다. 이에 비하여 헤어리베치 무재배구에는 잡초발생 밀도가 매우 높았다. 또한 가을 배추 재배구의 잡초 밀도는 헤어리베치 무재배구 보다 낮았다. 따라서 고랭지 지역에서 헤어리베치를 윤작작물로 재배하면 녹비효과 뿐만 아니라 잡초발생을 현저히 억제하는 효과가 기대된다. 고랭지 채소재배 지대에서 채소 재배시 일반농가에서는 비선택성 제초제를 사용하여 잡초를 제거하고 있는 현재 재배방법에서 헤어리베치를 배추 전작물로서 재배하면 제초제 사용없이 배추재배가 가능할 것으로 사료된다.

Table 4-9. Weeds densities affected by cultivation of the hairy vetch in 2001. (unit : No./m<sup>2</sup>)

Treatments	Mugwort	Weeds total
Hairy vetch-sward reserved	3.3	4.3
Chinese cabbage-removed	14.8	27.6
No hairy vetch	21.7	42.7

헤어리베치는 우점도가 높고 토양의 피복도가 커서 잡초억제 능력이 매우 강하였다. 헤어리베치의 피복도는 표 4-10과 같이 5월 초순 30% 내외이었으나 5월부터 급격히 증가되어 6월 초순 86%~94%의 피복도를 나타내었다. 표 10과 같이 추파로 헤어리베치를 파종하여 재배하게 되면 헤어리베치의 피복 밀도가 충분히 높아서 초봄에 잡초의 밀도가 현저히 감소되었다. 이러한 결과는 헤어리베치의 초장이 100-150cm가 되는 성숙기로 접어들면서 지상부가 포복형으로 성장하게 되면 헤어리베치 하부에 빛이 완전히 없는

상태가 되기 때문에 잡초가 현저히 감소되어 거의 잡초가 없는 상태에 이르게 되었다.

Table 4-10. Covering rates of hairy vetch. (unit : %)

Variety	1. May	20. May	1. June	10. June
Haymaker	29	42	69	86
Capello	26	56	80	92
Namoi	28	53	72	88
Victa	0	0	0	0
Aneto	0	0	0	0
Popany	0	0	0	0
Madison	34	61	76	94

추파 헤어리베치의 시험 1년차인 2000년도의 생산성은 표 4-11과 같이 생초수량은 2,400~2,800kg 수준이었고 건물수량은 350~390kg 정도이었다. 헤어리베치 수량은 Woolly pod vetch 계통과 hairy vetch type사이에 큰 차이를 나타내지 않았다.

Table 4-11. Yield of hairy vetch in 2000. (unit : kg/10a)

Variety	Fresh matter yield	Dry matter yield
Haymaker	2,410	358.7
Capello	2,398	340.2
Namoi	2,539	379.5
Victa	0	0
Aneto	0	0
Popany	0	0
Madison	2,805	395.6

시험 2년차의 추파, 춘파 헤어리베치의 생산성은 표 4-12와 같다. 추파 파종시 생초수량이 5,200kg/ha, 춘파재배시 5,505kg를 나타내어 추파와 춘

파 사이에 수량의 차이가 크지 않았으나 춘파재배시 추파보다 수량이 높았다. 그러나 헤어리베치의 건물수량은 수확시기에 따라 차이를 나타내므로 추파, 춘파수량의 차이를 객관적으로 평가하기는 어려웠다. 또한 건물수량은 추파시 656kg/10a, 춘파시 670kg를 나타내었다. 고랭지 지방에서 헤어리베치의 수량은 일반 목초보다 높았으며 특히 춘파재배시 수량이 추파보다 다소 높았다. 이러한 이유는 고랭지의 여름 기후가 헤어리베치 생육에 최적 조건을 나타내어 여름생육이 매우 양호한 결과 때문이다.

Table 4-12. Yield of hairy vetch in 2001. (unit : kg/10a)

	Fresh matter yield	Dry matter yield
Autumn sowing	5,200	656
Spring sowing	5,505	670

고랭지에서 추파 헤어리베치의 개화시 사료가치는 표 4-13과 같다. 조지방 함량은 hairy vetch에서 2.98%로서 woolly pod vetch에 비하여 다소 높았다. 조회분 함량은 hairy vetch에서 12.3%로서 woolly pod vetch의 8.32~9.03% 보다 높았다. 조단백질 함량은 hairy vetch에서 14.8%으로서 woolly pod vetch의 12.0~13.9%보다 높았다.

Table 4-13. 고랭지에서 헤어리베치의 품종별 사료가치. (unit : %)

Type	Variety	Crude ash	Crude fat	Crude protein
Woolly pod vetch	Haymaker	8.32	1.92	12.38
	Capello	9.03	2.67	13.91
	Namoi	8.73	2.27	12.0
Hairy vetch	Madison	12.30	2.98	14.8

헤어리베치의 개화직전 cellulose 함량은 27~31% 내외이었다. hairy vetch의 cellulose 함량이 woolly pod vetch type 보다 다소 높았다. 또한 NDF, ADF, ADL 함량도 hairy vetch가 woolly pod vetch에 비하여 높았다(표 4-14). 헤어리베치 식물 잔존물은 단백질, cellulose 등의 유기물로 구성되어 있어서 이 잔존물이 토양미생물에 의하여 분해되면서 양분이 방출되어 식물에게 공급된다. 소화율은 hairy vetch가 64% woolly pod vetch가 67~68%를 나타내었다. Yadvinde 등(1992)은 식물체의 생육단계가 진전될수록 cellulose, lignin 함량과 C:N율이 높아져 녹비의 분해 및 질소방출이 늦어진다고 하였다. 따라서 헤어리베치는 개화시 이전에 녹비로 활용되어야 할 것으로 사료된다.

Table 4-14. 고랭지에서 헤어리베치의 품종별 섬유소 함량 및 소화율.

(unit : %)

Type	Variety	NDF	ADF	ADL	Cellulose	DMD
Woolly pod vetch	Haymaker	50.2	32.2	3.39	27.84	67.9
	Capello	50.8	32.0	4.40	28.25	67.5
	Namoi	52.4	31.4	3.86	28.27	67.2
Hairy vetch	Madison	56.6	38.6	5.01	31.25	64.3

헤어리베치 재배 및 피복에 따른 토양의 NO<sub>3</sub>-N 함량의 변화는 표 15와 같다. 배추 파종 직전의 토양의 NO<sub>3</sub>-N 함량은 5.4mg/kg이었으나 배추재배 생육 초기 NO<sub>3</sub>-N 함량은 hairy vetch 피복구에서 52mg/kg으로 크게 높아졌으며 배추작기 동안 토양의 질산염함량이 높은 상태로 유지되었다. 질산염 함량은 hairy vetch 피복구와 hairy vetch 예취구 사이에는 큰 차이를 나타내지 않았다. Berg 등은 유기농가와 관행농가의 근권 토양의 질산염 함량을 분석한

결과 두과 녹비작물을 전작물로 재배한 환경친화형 윤작 작부체계에서 질산염 함량이 두과 녹비작물을 재배하지 않은 화학비료이용 작부 체계보다 현저히 낮았다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 헤어리베치 무재배구에서 배추재배시 화학비료에 의한 질소시비량이 배추재배 표준시비량의 50%을 사용하였기 때문에 화학비료 50% 사용과 헤어리베치 녹비에 의하여 토양의 질산염 함량이 높아진 것으로 사료된다.

Table 4-15. Mineral nitrogen( $\text{NO}_3^-$ -N) at soil in 2001. (unit : mg/kg)

	26. May	16. June	17. July	11. Aug.
Hairy vetch mulched	5.4	32	52	56
Hairy vetch removed	5.4	35	44	51
Conventional (no hairy vetch)	5.4	39	29	24

시험시 토양의 재배시험 후 토양 화학성분은 표 4-16과 같이 헤어리베치 재배구가 헤어리베치 무재배구보다 성분함량이 높았다. 헤어리베치재배구는

Table 4-16. Physico-chemical properties of soil after harvesting crop.

Year	pH (1:5)	OM (g/kg)	T-N (g/kg)	Av. $\text{P}_2\text{O}_5$ (mg/kg)	Ex. cation( $\text{cmol}^+$ /kg)		
					K	Ca	Mg
Hairy vetch(2000)	5.21	28.9	2.5	293	1.09	2.78	1.29
Hairy vetch(2001)	5.28	35.2	2.6	302	1.13	3.01	1.40
No hairy vetch	5.13	27.5	2.4	279	1.07	2.79	1.25

유기물함량과 질소, 인산, 치환성 칼리함량이 높아진 것으로 나타났는데 이

는 헤어리베치 재배에 의한 녹비양분 공급과 토양유실이 일어나지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

수확기에 추파 헤어리베치의 질소함량은 hairy vetch는 2.42%이었다. woolly pod vetch의 질소함량은 Capello 품종에서 2.23%, Namoi에서 1.92%을 나타내었다. 질소흡수량은 hairy vetch가 8.6kg/10a, woolly pod vetch가 7.1-7.3kg/10a를 나타내었다(표 4-17).

Table 4-17. N concentration and N uptake of hairy vetch in 2000.

Type	variety	N Concentration(%)	N uptake(kg/10a)
woolly pod vetch	Haymaker	1.98	7.10
	Capello	2.23	7.60
	Namoi	1.92	7.28
hairy vetch	Madison	2.42	8.61

시험 2년차인 2001년도 시험에서 헤어리베치의 질소함량은 추파재배시 2.50%, 춘파재배시 2.69%으로서 춘파재배시 질소함량이 추파재배보다 다소 높았다. 헤어리베치 성분분석 결과 단백질 함량은 추파재배시 15.63%, 춘파재배시 16.8%에 달하여 춘파재배시 단백질 함량이 높았다(표 4-18). 헤어리베치 재배에 의한 질소흡수량은 10a 당 추파재배시 16.4kg, 춘파재배시 18kg이었다. 헤어리베치 녹비에 의하여 10a당 16-18kg의 질소를 공급하는 효과가 기대되었다. 따라서 후작 채소재배시 헤어리베치 녹비로 양분소요량의 100%를 공급하기는 양분이 부족할 것으로 보이며 배추시비량의 50-70%의 양분을 헤어리베치 녹비에 의하여 공급이 가능할 것으로 사료된다. Holderbaum(1990)는 헤어리베치가 질소를 ha당 350kg까지 생산할 수 있다고



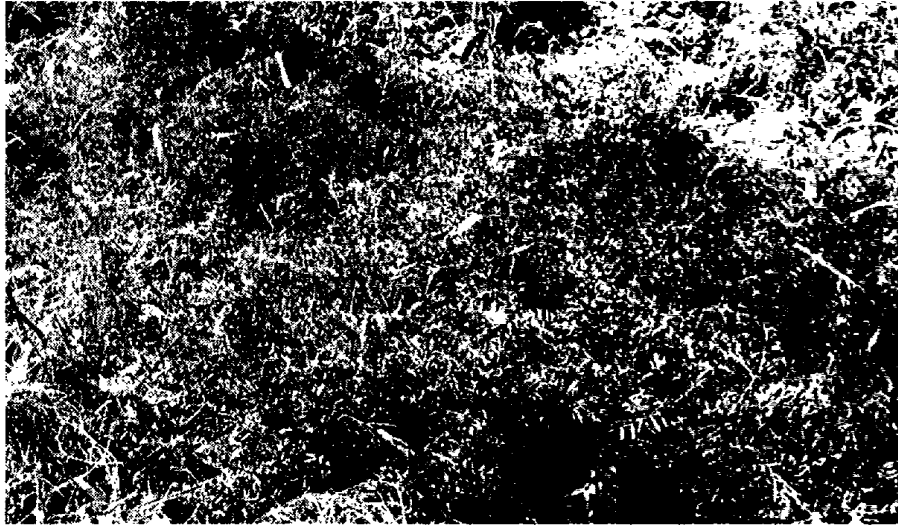


Photo 1. 헤어리베치의 추파 생육광경



Photo 2. 개화기 때의 헤어리베치



Photo 1. 헤어리베치의 추파 생육광경



Photo 2. 개화기 때의 헤어리베치

하였다. 또한 미국의 연구에 의하면 헤어리베치를 옥수수 재배시 무경운 피복하였을 경우 112kg N/ha(Mitchell, 1977), 90-100kg N/ha(Ebelbar, 1984), 75kg N/ha(Blevins, 1990)의 질소비료 대체효과가 있었다고 하였다.

Table 4-18. N concentration and N uptake of hairy vetch in 2001.

	N Concentration(%)	Crude protein(%)	N uptake(kg N/ha)
Autumn sowing	2.50	15.6	16.4
Spring sowing	2.69	16.8	18.0

## 2. 헤어리베치 춘파시험

대관령 지역의 고랭지에서 추파로 헤어리베치를 파종하면 가을 채소와 작부체계가 일치하지 않으므로 가을 채소재배시 작부체계 적용을 검토하기 위하여 헤어리베치의 춘파시험을 실시하였다. 또한 고랭지 지역에서 헤어리베치의 춘파재배와 가을 배추와의 작부체계가 가능하다. 춘파는 5월 10일에 파종하였다. 표 4-19는 춘파 파종후 헤어리베치의 초장을 경시적으로 나타내었다. 춘파 헤어리베치의 초장은 파종 후 3개월 후 최대 초장을 나타내었다. 고랭지 지역은 여름 온도가 헤어리베치의 생육에 적합하여 여름기간 동안 매우 빠르게 성장하였다. 헤어리베치의 초장은 5월 하순부터 7월 중순까지 크게 증가되어 8월 초순에 134cm로 최대 생육에 도달되었다. 춘파 파종 후 여름기간 동안 헤어리베치 재배시 고랭지 지역에서 기온이 높지 않아 우리나라에서 북방형 목초에서 고온기인 여름 기간동안 발생하는 하고현상은 나타나지 않았다. 헤어리베치 품종별 생육은 춘파시 woolly pod vetch계통

의 Haymaker가 Hairy vetch 품종인 Madison보다 초기생육이 빠르고 초장이 커 생육이 양호하였다.

Table 4-19. Plant height of hairy vetch in spring sowing

(unit : cm)

Variety	30. May	15. June	10. July	10. Aug.
Hairy vetch (Madkson)	32	66	96	124
woolly pod vetch (Haymaker)	37	76	104	134

춘파 헤어리베치의 생산성은 표 4-20과 같다. 춘파 헤어리베치는 생초수량이 10a당 3,000-3,600kg을 나타내어 매우 높은 수량을 나타내었다. 또한 춘파 헤어리베치의 건물수량은 460~480kg 범위이었다. 따라서 건물생산 측면에서는 춘파의 생산성이 추파 파종보다 높았다. 이러한 원인은 추파시는 월동성이 낮고 초봄 고랭지의 온도가 낮아 초기생육이 늦어 정상적인 수량을 나타내지 않는 원인이 된 것으로 생각된다. 품종별 생산성은 춘파재배시에는 woolly pod vetch계통의 Haymarker가 Hairy vetch계통의 품종 Madison보다 높았다. 이러한 결과는 Woolly pod vetch type의 헤어리베치는 월동울에 있어서 hairy vetch 보다 다소 낮으나 초봄의 초기생육은 hairy vetch type 보다 빨라 춘파용으로는 적합한 품종으로 판단된다.

춘파재배시 질소함량은 woolly pod vetch가 2.54%로서 hairy vetch보다 다소 높았다. 춘파재배시 헤어리베치의 질소흡수량은 11-12kg/10a를 나타내었다.



그림 5. 헤어리베치 춘파 생육광경



그림 6. 헤어리베치의 수확시 광경





그림 5. 헤어리베치 춘파 생육광경



그림 6. 헤어리베치의 수확시 광경

Table 4-20. Fresh and dry matter yield of hairy vetch in spring sowing.

Variety	Fresh weight (kg/10a)	Dry weight (kg/10a)	% of dry weight
Hairy vetch (Madison)	3,005	465	18.2
Woolly pod vetch (Haymaker)	3,066	480	18.0

Table 4-21. N concentration and N uptake of hairy vetch in 2000.

Variety	N Concentration(%)	N uptake(kg/10a)
Hairy vetch (Madison)	2.41	11.2
woolly pod vetch (Haymaker)	2.54	12.2

### 3. 헤어리베치 작부체계 시험

헤어리베치 녹비재배가 무 생육에 미치는 영향은 표 4-22와 같다. 무의 공시품종은 한농종묘의 여름 무를 사용하였으며 8월 10일에 파종하였다. 무의 초장 조사는 각 처리구에서 5주씩 임의로 표본을 추출하여 측정하였다. 무의 초기생육은 헤어리베치 녹비구와 헤어리베치를 재배하지 않은 무처리구와 큰 차이가 없었다. 무 생육은 헤어리베치 녹비구에서 생육중간기인 9월 하순의 초장은 43cm 이상이었으나 무처리구는 40cm로서 헤어리베치 녹비구에서 다소 높았다.

Table 4-22. Plant height of radish in 2000. (unint : cm)

Treatment	30. Aug.	25. Sep.	10. Oct.
Hairy vetch mulched	17.6	44.2	57.5
No hairy vetch	16.5	40.4	53.1

헤어리베치 녹비구는 무의 생육과 무의 생체중이 헤어리베치를 재배하지 않은 무처리구 보다 다소 높았다(표 4-23).

Table 4-23. Growth of radish in 2000.

Treatment	Length(cm)	Diameter(cm)	Plant weight (g/plant)
Hairy vetch mulched	46	18.6	2,190
No hairy vetch	40	15.9	1,960

헤어리베치 녹비재배에 다른 배추의 생육은 표 4-24와 같다. 배추는 흥농종묘 씨알 싱싱을 공시 재료로 하여 7월 30일에 상토에 파종하여 육묘한 후 8월 20일에 정식하였다. 배추 생육은 헤어리베치 녹비구와 무처리구 사이에 큰 차이 없었으며 생육이 전반적으로 양호하였다. 따라서 여름채소 작물 재배 결과 헤어리베치 녹비구에서 작물 생육이 헤어리베치를 녹비로 하지 않은 무처리구 보다 영양생장도 촉진되고 배추 수량이 다소 증가되었다.

Table 4-24. Growth of chinese cabbage in 2000.

Treatment	Plant height(cm)	Plant weight(g/plant)
Hairy vetch mulched	34.25	1.275
No hairy vetch	32.70	1.116

헤어리베치 녹비에 따른 배추의 생육의 변화를 보면 표 4-25와 같이 초장은 초기에는 큰 차이가 없었으나 생육중기 이후부터 헤어리베치 녹비구가 무 피복구 보다 높았다.



Table 4-25. Plant height of chinese cabbage as function of preceding crop in 2001. (unit : cm)

	9. Aug.	1. Sep.	6. Oct.
Hairy vetch - mulched	29.9	41.2	34.9
Hairy vetch-removed	28.6	43.5	35.1
Conventional (no hairy vetch)	25.4	37.2	30.2

배추의 생육시기별 무게의 변화는 표 4-26과 같다.

Table 4-26. Fresh weight of chinese cabbage as function of preceding crop in 2001 (unit : kg/plant)

	11. Aug.	1. Sep.	6. Oct.
Hairy vetch - mulched	0.25	2.33	3.40
Hairy vetch - removed	0.22	2.41	3.61
Conventional (no hairy vetch)	0.16	1.50	2.25



Photo 37. 헤어리베치 후작 배추 시험포장



Photo 38. 배추재배 광경



Photo 37. 헤어리베치 후작 배추 시험포장



Photo 38. 배추재배 광경

헤어리베치 녹비에 따른 배추의 생육을 보면 헤어리베치 녹비구의 배추의 크기가 34.9cm으로서 헤어리베치 무재배구의 배추높이 30.1cm보다 4.8cm가 높았다. 또한 배추의 너비도 헤어리베치 녹비구에서 18.3cm로서 헤어리베치 무재배구의 17.3cm보다 넓었다. 배추의 수량은 헤어리베치 피복구, 헤어리베치 예취구에서 헤어리베치 무재배구 보다 높았다. 그러나 배추수량은 헤어리베치 피복구와 헤어리베치 예취구 사이에는 큰 차이가 나타나지 않았다. 배추의 개체당 크기는 헤어리베치 녹비구에서 3.42kg으로서 헤어리베치 무재배구의 2.93kg보다 월등이 컸다(표 4-27). 이러한 원인은 헤어리베치 무재배구에서는 화학비료 50% 감비시용에 의하여 배추 생육에 필요한 영양분이 부족한 것이 원인이 된 것으로 생각된다. 헤어리베치 녹비구의 배추생육은 헤어리베치의 녹비양분의 공급에 의하여 양분공급이 정상적이었기 때문에 배추작황이 양호한 것으로 사료된다.

Table 4-27. Growth of chinese cabbage by the hairy vetch in 2001.

	Hight(cm)	Diameter(m)	Weight (kg/plant)
Hairy vetch - mulched	34.9	18.3	3.42
Hairy vetch - removed	35.1	18.6	3.56
Conventional (no hairy vetch)	30.1	17.3	2.93

배추 재배시 헤어리베치 녹비구와 무처리구의 잡초 발생량은 표 4-28과 같다. 잡초 밀도는 헤어리베치 녹비구가 무처리구 보다 다소 낮았다. 이러한 결과는 헤어리베치를 전작물로 재배한 토양은 헤어리베치의 피복에 의하

여 잡초발생과 생장이 저해 되었으나 무처리구는 노지상태로 두어 잡초발생이 높아진 것으로 생각된다. 헤어리베치 녹비구의 잡초밀도는  $m^2$ 당 13-14개인데 비하여 헤어리베치 무재배구는 34-41개이었다. 따라서 헤어리베치 재배는 후작물의 잡초발생 억제 효과를 현저히 가져오는 결과를 나타내었다.

Table 4-28. Weeds densities in radish and chinese cabbage in 2000.  
(unit : weed/ $m^2$ )

Treatment	Radish field	Chinese cabbage field
Hairy vetch mulched	13	14
No hairy vetch	35	41

대관령 지방 고랭지 지역에서 헤어리베치를 이용한 작부체계 고려하였을 때에 헤어리베치 춘파 + 여름채소 재배 작부체계와 헤어리베치 춘파 + 가을채소 작부체계 가능할 것으로 검토되었다. 표 29에서는 고랭지 지역에서 헤어리베치를 활용한 작부체계에 적용된 작물별 생육특성을 나타내었다. 고랭지 지역에는 환금작물로 여름채소를 주로 재배하고 있으며 대부분의 농경지에서 겨울동안 작물재배가 이루어지지 않고 있다. 작물재배가 이루어지지 않은 기간이 겨울을 포함하여 7-8개월에 이르고 있는 것이 대부분이다. 겨울동안 작물재배가 이루어지지 않으면 풍식과 수식에 의하여 토양이 침식되어 많은 양분유실이 발생하는 원인이 되고 있다. 따라서 고랭지 채소지역의 환경친화적 원예작물 재배를 정착시키기 위해서는 동계 휴한기 동안 헤어리베치의 재배가 필요한 것으로 사료된다.

Table 4-29. 고랭지에서 헤어리베치 작부체계에 관련된 식물별 생육특성 비교분석

	헤어리베치		배추		무	옥수수
	추파	춘파	여름배추	가을배추	추파	
생육일수	150~210	90~120	70~90	70~90	70~90	120~130
파종적기일 평균기온(℃)	20~25	10~12	15~20	20~25	20~25	10~12
생육적온(℃)	18~21	18~21	15~25	15~20	15~20	28~35
일조량	보통	보통	보통	보통	보통	다소
강수량	한발에 강함	한발에 강함	한발에 다소 강함	다소 강함	다소 강함	한발에 약함

표 4-30은 대관령의 고랭지 지역에서 헤어리베치를 이용한 고랭지 채소와 사료작물의 조합을 나타내었다. 작부조합 1,2은 헤어리베치와 고랭지 채소와 결합한 작부체계를 예시한 것이다. 헤어리베치를 전년도 가을에 파종하여 5월 하순에 녹비로 넣었다가 6월에 고랭지 여름채소를 파종하는 작부체계이다. 또한 작부조합 2는 4월말~5월 초순에 헤어리베치를 춘파 파종한 후 7월 하순에서 8월 상순에 헤어리베치를 녹비로 하였다가 가을채소를 재배하는 방법이다. 또한 작부조합 3, 4, 5는 사료용으로 헤어리베치를 재배할 경우 적용이 가능한 작부조합이다. 작부조합 3은 추파로 헤어리베치를 재배한후 후작으로 옥수수, 수수, 수수x수단그라스 교잡종을 파종 재배하는 작부체계로 사료용으로 활용이 가능하다. 작부조합 4는 헤어리베치를 2기작으로 재배하는 작부체계로서 전년도 8월 말에 헤어리베치를 파종하여 이듬해 5월 중순에 수확하고 5월 하순에서 6월 초에 후작으로 다시 헤어리베치를 파종하여 재배하는 방법도 있다. 작부조합 5는 헤어리베치를 재배한 후 후작으로 옥수수를 재배하는 사료용 작부체계이다.

Table 4-30. 헤어리베치를 이용한 고랭지 지대에서의 작부체계 비교

조합	조합예	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	헤어리베치 추파+ 여름채소(원예용)	추파Vetch				채소				Vetch			
2	헤어리베치 추파+ 헤어리베치 춘파 (원예용)					춘파Vetch				채소			
3	헤어리베치 추파+ 헤어리베치 춘파 (사료용)									추파 Vetch			
		추파 Vetch				춘파 Vetch							
4	헤어리베치 추파+ 옥수수(사료용)									추파 Vetch			
		추파Vetch				옥수수							
5	헤어리베치, 호밀 혼파+옥수수(사료용)									Vetch+호밀			
		Vetch+호밀				옥수수							

본 연구를 통한 고랭지에서 헤어리베치와 채소 윤작재배에 의한 친환경농업 작부체계를 설정하였다. 고랭지 지방에서는 관행적으로 여름 배추를 단작으로 재배하는 채소농가가 많은 실정이다. 이러한 채소농가의 경우 일년 12개월 중 여름 배추 재배기간 3-4개월을 제외한 8-9개월간의 기간동안 경사지가 많은 고랭지 농경지를 나지인 상태로 유지하고 있다. 고랭지 채소재배지대에서 나지인 상태에서 강우와 바람에 의하여 토양이 침식되는 문제점이 있다. 따라서 표 4-31과 같이 고랭지 지방에서 헤어리베치를 활용한 친환경 채소 작부체계로 헤어리베치 추파 + 여름채소, 헤어리베치 춘파 + 가을채소의 도입이 가능하였다.

Table 4-31. Cropping system in alpine area by green cover crop.

Farming method	Cropping system
Conventional	Chinese cabbage → Chinese cabbage
Integrated	o hairy vetch (autumn sowing) → chinese cabbage (summer season)
	o hairy vetch (spring sowing) → chinese cabbage (autumn season)

#### 다. 종합고찰

국제 유기농업의 기본 규약에서도 두과작물 및 녹비작물이 포함된 윤작체계를 유기농산물 생산의 핵심기술로 설정하고 있다. 또한 원예분야에서도 환경보호 및 농산물의 오염을 방지하기 위하여 녹비작물(cover crop)이용기술에 대한 전반적이고 지역적인 연구가 이루어지고 있다.

원예작물의 생산이 전업화 및 집단화됨에 따라 단작 및 연작 위주로 이루어지고 있고, 일반 밭작물과의 결합에 따른 윤작의 효과를 알고 있더라도 농가소득 측면에서 철저히 외면 당하여 왔다. 최근 일부 노지 원예작물에서 동계 호밀, 춘계 연맥을 녹비작물로 재배하여 토양의 물리성과 미생물성을 개선 할 수 있는 측면에서 재배되고 있다. 시설 채소작물 재배농가에서는 연작에 따른 토양염류집적 및 토양병해를 해결하기 위하여 화분과 흙비작물을 이용한 Cleaning crop 및 담수 후 채소재배 등 윤작기술을 이용한 기술들이 이용되고 있다.

콩을 비롯한 두과작물은 건물생산 측면에서는 화분과 작물보다 적지만 질소고정에 의하여 천연 질소의 공급이 가능하고 다량의 유기물을 토양에 환



원할 수 있다. 두과작물의 유기물은 C/N율이 현저히 낮고 분해 속도가 빨라 그 중에 포함되어 있는 양분을 작물이 쉽게 이용할 수 있다.

헤어리베치는 식생의 우점도가 높고 생육이 진전 되어감에 따라 지상부의 초장이 1m 이상이 되면 포복형으로 성장하므로 토양의 피복도가 커서 잡초억제능력이 매우 강하였다.

표 4-32에서는 채소작물의 연작장해의 요인별 구성비율을 나타내었다. 표 32와 같이 연작시 문제가 되는것은 병해, 염류집적, 선충의 피해가 가장 크게 문제시 되고 있다. 특히 우리나라의 경우 채소의 연작장해 요인으로 병해와 염류집적이 각각 30% 이상 차지하고 있다.

Table 4-32. 채소작물 연작장해 요인별 구성비율(%)

요 인	한 국 ( '89 원시부산지장)	일 본 (농림수산부)	일 본 (야채실험장)
병 해	35	35	59.9
공기 전염성 병해		-	4.2
선 충	7	16	6.1
미량요소 결핍	-	12	6.0
토양산도	-	7	0.8
물리성 악화	-	5	3.4
염류집적	31	5	3.3
온도장해	14	-	-
생리장해	-	-	-
가스장해	2	-	2.6
기 타	1	3	3.2
불 명	-	18	2.2

대관령 고랭지 지역 채소재배 지대에서 추파 혹은 춘파 헤어리베치를 재배한 후 여름 혹은 가을 배추를 결합하는 작부체계가 가능하였다. 또한 녹

비 작물로 헤어리베치의 재배에 의한 유기물 및 질소의 높은 생산능력은 녹비 이용시 유기물 공급과 운작의 효과를 기대할 수 있었다. 헤어리베치는 일명 Winter vetch, Siberian vetch등이 나타내어 주듯이 내한성이 강하여 대관령에서도 월동율이 70%를 나타내었다. 대관령 지방에서 많은 북방형 목초가 겨울에 동사하는 하는 것으로 보아 헤어리베치의 월동율 70%는 결코 낮은 수준이 아니며 추파시 파종량을 조절하면 헤어리베치 재배에 큰 문제가 없을 것으로 사료된다. 또한 대관령 지방에서는 헤어리베치의 춘파 재배시 높은 생산성을 기대할 수 있었다. 특히 대관령 지방에서 헤어리베치 재배시 여름기간동안 하고현상이 없는 것이 헤어리베치 춘파 재배시 다수확의 원인이었다.

헤어리베치는 다른 두과 녹비작물 비하여 질소함량이 현저히 높아 (N: 4%, C:N율10) 토양 투입 후 쉽게 분해되고, 녹비의 토양 혼입시에 기계에 의해 식물체가 잘 절단되어 녹비의 토양혼입 작업이 쉬운 등 여러 가지 장점을 가지고 있다.

녹비작물, 두과작물로서 헤어리베치를 재배한 후 채소를 재배하면 토양 비옥도를 유지 증진시킨다. 헤어리베치는 두과작물에 의한 질소고정과 뿌리 잔류량, 녹비작물의 잔유물에 함유된 유기물의 분해에 의한 부식물질에 들어 있는 유기태질소의 분획물이 무기화 되어 공급되는 질소의 양은 채소 재배시 필요로 하는 질소의 공급의 최소 50%는 가능할 것으로 조사되었다. 헤어리베치를 재배하고 채소를 재배하였을 때 토양으로부터 천연 공급되는 질소의 양은 ha당 10~15kg 정도이었으며, 이로 인하여 헤어리베치 녹비구의 배추 수량이 증가되었다.

두과작물, 녹비작물로서 헤어리베치는 전작물로 재배하는 작부방식을 통하여 천연질소를 후작물에 공급하여 줌으로서 무기질 비료의 50%이상 절감으로 작물생산이 가능할 것으로 분석되었다.

윤작체계의 작부방식에서 두과작물의 전작물로의 높은 잔유물로서의 효과는 토양에 잔류된 질소의 이용에 있다. 또한 전작물의 녹비 및 뿌리 잔류량에 함유되어 있는 질소의 함량과 C/N율에 좌우되어 질소의 이용율이 변화된다.

*Vicia faba* L. 와 같은 두과작물은 비두과작물에 비하여 많은 양의 질소를 토양에 고정시키며, 식물잔유물에 많은 양의 질소를 남긴다. 식물잔사 유기물의 분해에 의하여 질소가 방출 되는데 이 질소는 가급태질소이다. 작물들의 뿌리 잔유물을 제외한 일반 녹비작물에 의한 질소공급은 1년에 약 400 kg/ha에 달한다고 한다(Nolte, 1989). 잠두 재배시 전작물에 두과작물로 부터 84~108kg의 질소를 천연공급 받게 되었다고 보고되고 있다. 대관령 지방에서 헤어리베치의 전작물로서의 질소공급 능력은 ha당 70-180kg으로서 높은 천연 질소공급 능력을 나타내었다.

독일, 영국, 네덜란드를 비롯한 유럽의 유기농가들은 IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movement, 국제유기농업 운동연맹) 및 EU(Europe Union)가 정해 놓은 유기농업 기본 규약 즉 IFOAM Basic Standard과 EU Regulation에 준하여 영농을 영위하는 국가들이다. 이들 단체가 정한 유기농업 작부방식에 의한 규약 중에는 토양 비옥도를 유지, 증진하기 위하여 윤작을 하고 두과작물 및 녹비작물을 기본적으로 재배하여야만 하는 것으로 규정하고 있으므로, 우리나라에서 환경친화형 농업의 정착을 위하여 환경농업 농가에서는 헤어리베치에 의한 윤작체계 도입이 채소 재배시 필요하다. 또한 관행농업 농가에서도 채소연작에 의한 염류집적, 잡초 및 병해충 발생을 감소시키기 위하여 헤어리베치를 활용한 녹비재배가 필요하다.

## 제 4 절. 연구결과 요약

1. 헤어리베치 type은 woolly pod type 베치에 비하여 월동률이 높았다. 고랭지인 대관령 지방에 헤어리베치의 월동률은 70%이었으나 woolly pod type은 0~50%의 월동율을 나타내었다. 고랭지 지방에서 추파재배 품종으로 Woolly pod type의 품종은 적합하지 않았다.
2. 헤어리베치 동계재배구는 헤어리베치의 높은 피복도에 의하여 잡초억제 능력이 높아로 초봄 잡초 밀도가 동계휴한구에 비하여 월등하게 낮았다.
3. 고랭지 지역에서 헤어리베치 춘파 재배시 생산성은 생초수량은 2,500~5,500kg이었으며 건물수량으로 460~670kg으로 생산성이 매우 높았다. 배추 재배전 헤어리베치를 녹비로 이용하면 질소량으로 7-18kg/10a를 얻을 수 있었다. 헤어리베치 재배에 의하여 토양의 유기물, 질소, 인산 치환성 칼리함량이 높아져 헤어리베치 재배는 토양의 지력의 유지, 증진효과가 있었다.
4. 헤어리베치 녹비 시용구는 무처리구에 비하여 무와 배추의 생육과 수량이 증가되었다.
5. 고랭지 지역에서 헤어리베치를 이용한 채소 작부체계는 추파 헤어리베치 + 여름채소, 춘파 헤어리베치 + 가을 채소의 작부 조합이 가능하였다. 헤어리베치 녹비에 의하여 지력이 개선될 뿐만아니라 시비질소를 50% 절감하고 잡초발생을 억제할 수 있는 장점으로 인하여 앞으로 환경농업에서 채소 전 작물로 헤어리베치를 가을 혹은 봄에 도입하는 것이 유망하다고 할 수 있다.

## 참고자료 및 문헌

- Allison, F. E. 1966. The fate of nitrogen applied to soils. *Adv. Agron.* 18:219~258
- Berg, M., G. Haas, and U. Köpke. 1977. Wasserschutzgebiet: Vergleich des Nitrataustrages bei Organischem, Integriertem und Konventionellen Ackerbau, Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, 3-4. März 1977. an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 96-102.
- Blevins, R. L., J. H. Herbeck, and W. W. Frye. 1990. Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and grain sorghum.
- Cho, Y. S. and Z. R. Choe. 1999. Effect of chinese milk vetch (*Astragalus sinicus L.*) cultivation during winter on rice yield and soil properties. *Korean J. Crop Sci.* 44(1). p 49~54
- Corak, S.J, M.S. Smith, and C.T. Mackown. 1992. Fate of N labeled legume and ammonium nitrogen sources in a soil-plant system. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23:631~642
- 조영손, 최진룡, 이병진. 1997. 벼-자운영 무경운 건답직파 재배체계에서 벼의 파종밀도와 유수형성기 추비시용이 벼 생육특성과 수량에 미치는 효과. *한국작물학회* 42(2) : 86~97
- 최진룡, 이석순, 윤을수. 1995. 지속농업체계에서 작물생산의 원리와 실제. 영남농업시험장 설립 30주년 기념 심포지움. 환경보전형 저에너지요구 농업기술개발전략. 30~54
- 최진룡, 강규영, 윤을수, 김장용, 강동주, 홍광표. 1998. 무경운 직파재배법에 의한 생산비 절감 및 고품질 쌀 생산 체계개발. 농림부 농특과제

최종연구보고서

- 전남수, 이병진, 최진룡. 1997. 피복작물로서 자운영과 살갈퀴의 발아 및  
생장특성. 한국작물학회지 42(2) : 118~119
- Eberbar, S. A., W. W. Frye, and R. L. Blevins. 1984. Nitrogen from  
legume cover crops for no-tillage corn. Ggron. J. 76: 51-55.
- Frye, W.W. and R.L. Blevins. 1989. Economically Sustainable crop  
production with legume cover crops and conservation tillage. J.  
Soil and Water Conser. 44:57~60
- Hidaka, K., T. Mineta, and S. Takahashi. 1996. Experiment of low input  
sustainable rice cultivation with legumes living mulch and  
no-tillage, under a condition of no usage of pesticide and  
fertilizer ACSA, 362~363
- Huntington, T.G., J.H. Grove, and W.W. Frye. 1985. Release and  
recovery of nitrogen from winter annual cover crops in no-till  
corn production. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16:193~211
- 홍광표. 1994. 남부지방의 논 무경운 체계에서 벼 생력재배에 관한 연구.  
박사학위논문. 경상대학교. p.39
- 홍광표, 김자용, 강동주, 최진룡. 1995. 벼 재배양식 및 경운 방법에  
따른 에너지 효율비교
- Janzen, H.H. and S.M. Mcginn. 1991. Volatile loss of nitrogen during  
decomposition of legume green manure. Soil Biol. Biochem.  
23(3):291~297
- Janzen, H.H., J.B. Bole, V.V. Biederbeck, and A.E. Slinkard. 1990.  
Fate of N applied as green manure or ammonium fertilizer to soil  
subsequently cropped with spring wheat at three sites in western

- Canada. Can. J. Soil Sci. 70:313~323
- Keeney, D.R and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. Methods of soil analysis. part2. 643~698
- Larson, W.E and J.J. Hanway. 1997. Corn production. In: Corn and corn improvement. G. F. Sprague (ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Mitchell, W. W. and M. R. Teel. 1977. Winter-annual clover crops for no-tillage corn production. Agron. J. 69: 569-573.
- Moll, R.H, E.J. Kamprath, and W.A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J. 74:562~564
- Power, J.F., J.W. Doran, and P.T.Koemer. 1991. Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production. J. Prod. Agri. 4:62~67
- Ranells, N.N. and M.G. Wagger. 1992. Nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. Agron. J. 84:424~430
- Reeves, D.W, C.W. Wood, and J.T. Touchton. 1993. Timing nitrogen applications for corn in a winter legume conservation-tillage system. Agron. J. 85:98~106
- Smith, M.S., W.W Frye, and J. J Varco. 1987. Legume winter cover crops. Advances in Soil Sci. 7:95-139.
- 서종호, 김동휘, 김충국, 최성호, 고문환. 1997. 질소시비수준별 토양 무기태 질소의 변화와 옥수수 및 연맥의 질소이용. 농촌진흥청 농업환경논문집. 39(1):43~49
- 서종호, 이호진, 김시주, 허일봉. 1998. 생육단계 및 경운방법에 따른 헤어

- 리베치 녹비의 질소방출 패턴의 변화. 한국토양비료학회지 31(2):137~142
- 서종호, 이호진. 1998. 헤어리베치 피복을 이용한 옥수수 무경운 재배에 관한 연구 I. 헤어리베치의 피복량별 토양 무기태 질소함량, 옥수수의 수량 및 질소 흡수량의 변화. 한국초지학회지 18(1) : 43~48.
- 서종호, 이호진. 1998. 헤어리베치 피복을 이용한 옥수수 무경운 재배에 관한 연구 II. 질소시비 및 헤어리베치 피복에 의한 옥수수의 수량 및 질소 흡수량의 변화. 한국초지학회지 18(2) : 118~123.
- 신용화, 정필균. 1993. 지속성 농업을 위한 토양보전. 한국토양 비료학회심포지움 발표지. p67~82
- Van soest, P. T. and J. B. Robertson 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. p.49-60. In W. J. Pigden et al.(ed) Proc. Int. Workshop on standardization Anal. Method. Feeds. Ottawa, Canada. 12-14 Mar. 1979. Unpub. New York.
- Wagger, M.G, 1989. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. Agron. J. 81:236~241
- Wilson, D.O. and W.L. Hargrove. 1986. Release of nitrogen from crimson clover residue under two tillage systems. Am. J. 50:1251~1254
- Yadvinder-singh, Bijay-singh and C. S. Khind. 1992. Nutrient transformations in soils amended with green manures. Advances in soil science 20: 237-309.
- 유순호. 1991. 환경보전농업과 토양관리. 농업환경 발전에 관한 심포지움. p79~94
- 麗黑興三郎. 1923. 有望なる耐寒性新綠肥ヘアリベツチに就て(上). 朝鮮農會報. 18(8):29~36