

RDA Interrobang (86호)
인터넷(www.rda.go.kr)에서
컬러판으로 보실 수 있습니다.

집필: 김민태 박사(031-290-6775)
전원태, 조현숙, 김숙진
이용환, 서명철, 강항원

작물을 키우는 작물

- 친환경농업의 감초, 녹비작물 -

2012. 11. 7. (제86호)

목 차

요 약

- I. 녹비(綠肥)작물이란? 1
- II. 녹비작물 100% 활용법 9
- III. 비료 그 이상의 가치 14
- IV. 시사점 19



RDA 인테러뱅 제86호 작물을 키우는 작물

2012. 11. 7. 발간

김민태	농촌진흥청	국립식량과학원	kmt6108@korea.kr
전원태	농촌진흥청	국립식량과학원	jeontai@korea.kr
조현숙	농촌진흥청	국립식량과학원	chohs@korea.kr
김숙진	농촌진흥청	국립식량과학원	ksj8827@korea.kr
이용환	농촌진흥청	국립식량과학원	yonghlee@korea.kr
서명철	농촌진흥청	국립식량과학원	mcseo@korea.kr
강항원	농촌진흥청	국립식량과학원	kanghw@korea.kr

《 요약 》

① 친환경농업 트렌드와 함께 주목받는 녹비작물

친환경 농산물 소비의 확산 트렌드와 전 세계적인 온실가스 배출 감축 등으로 인해 녹비작물에 대한 관심이 높아지고 있다. 녹비란 생풀이나 생나무 잎으로 만들어 충분히 썩지 않은 거름을 의미하며, 좋은 녹비작물은 생육이 왕성하고 재배가 쉬워야 하며, 뿌리가 깊어 땅 속의 양분을 잘 활용하여야 한다. 또한, 양분함량이 풍부하여 화학비료를 가능한 많이 대체할 수 있고, 줄기나 잎이 부드러워 토양 중에서 분해가 빨라야 한다.

② 녹비작물의 특성을 알고 목적에 맞게 선정

녹비작물은 콩과, 화본과, 경관 겸용 작물로 나뉘며, 각자가 지닌 장점에 따라 용도를 달리하여 이용한다. 질소비료 대체효과가 뛰어난 콩과 작물에는 헤어리베치, 크림손클로버, 자운영, 살갈퀴, 완두콩 등이 있으며, 양분의 흡수력과 보수력이 뛰어나 토양 개량에 탁월한 화본과 작물에는 호밀, 보리, 수단그라스, 옥수수, 이탈리아 라이그라스 등이 있다. 아름다운 꽃을 즐길 수 있는 경관 겸용 녹비작물은 크림손클로버, 메밀, 황화초, 파셀리아, 꽃양귀비, 수레국화 등이 대표적이다.

③ 비료 그 이상의 다양한 가치를 제공

녹비작물은 기본적으로 천연 비료로서 높은 가치를 가지고 있으며, 그 외에도 농업생태계 보호와 생물다양성 증진, 도시민에게 아름다움과 여유를 제공하는 농촌 경관 조성, 토양 유실 예방과 염류 제거, 수자원 보호, 미세먼지 제거 등 공기 정화, 이산화탄소 흡수 능력이 높아 농업분야의 온실가스 저감, 그리고 부수적으로 친환경 농산물 인증, 밀원식물로 이용, 종자 생산 등에 따른 농가소득 향상에도 큰 의미가 있다.

④ 녹비작물에 대한 지속적인 R&D와 정책 지원이 필수

녹비작물에 대한 연구는 초기 단계로 선진국 수준의 기술력을 확보하려면 예산과 인력을 꾸준히 지원하여야 하며, 녹비작물 재배가 활성화될 수 있는 지원정책을 지속적으로 추진하되 농가의 자립을 염두에 둔 정책개발도 요구된다. 이를 위해, 4대강 유역 및 유희지를 이용한 국산 종자생산 및 보급, 지자체별 녹비작물 종자생산 육성 지원 등도 고려할 필요가 있다.

I. 녹비(綠肥)작물이란?

식물을 비료(肥料)로 쓴다는 뜻, 녹비(綠肥)

- 식물은 토양과 물로부터 영양분을 흡수하여 성장하는 대표적인 생물로 천연비료 소재 중 하나
 - 산야초나 농사 후에 남은 뒷그루, 식물 사체(死體)는 옛날부터 활용해오던 좋은 퇴비 재료
 - 녹비(Green manure)란 우리말로 풋거름이라 하며 생풀이나 생나무 잎으로 만들어 충분히 썩지 않은 거름을 의미
 - 녹비작물이란 녹비를 공급할 용도로 쓰이는 식물을 통칭하는 말로, 학술적으로는 토양에 양분과 유기물을 공급하는 작물
 - * 심겨지는 작물에 필요한 양분을 100% 공급할 수는 없으나 화학비료의 사용량을 줄일 수 있고 소위 땅심을 돋우는 역할을 하므로 가치가 높음
- 녹비로 이용되는 작물은 사용 목적에 따라 크게 콩과(豆科), 벧과(禾本科), 기타 녹비작물로 나눌 수 있음
 - 콩과식물은 뿌리에 공생하는 균에 의해 식물에 필요한 질소(N) 성분을 만드는 기능이 있어 가장 많이 활용
 - 벧과식물은 콩과에 비해 영양분은 적으나 토양의 물리적 성질을 개량하는 효과와 양분 유실을 막아주는 특성 때문에 녹비로 이용
 - 기타 녹비식물은 콩과나 벧과식물에 비해 비료나 토양개량 효과는 적지만 경관, 생태 보존, 잡초 제거 등의 기능을 하는 작물

녹비작물의 조건

- ▷ 좋은 녹비작물은 ① 생육이 왕성하고 재배가 쉬워야하며, ② 뿌리가 깊어 땅속의 양분을 잘 활용하는 특징이 있어야 하며, ③ 양분함량이 풍부하여 화학비료를 가능한 많이 대체할 수 있고, ④ 줄기나 잎이 부드러워 토양 중에서 분해가 빠른 식물자원

녹비(綠肥)이외의 비료들

- 비료는 성분의 특징에 따라 유기질과 무기질로 나뉘며, 주는 시기에 따라 밑거름, 덧거름 등으로 구분
 - 비료에 유기성분이 포함되었는가, 아닌가에 따라 무기질비료와 유기질 비료로 구분
 - 시기에 따라 작물을 심기 전에 주는 밑거름(기비, 基肥)과 생육 중에 주는 덧거름(추비, 追肥) 등으로 구분
 - 밑거름은 보통 논, 밭을 준비할 때 뿌려서 흙과 함께 잘 섞어 놓으며, 덧거름은 생육이 왕성해지는 시기에 상태를 보아가며 투입
 - * 엽면살포제는 개화, 결실을 촉진하거나 상품성의 향상, 자연재해나 병충해로부터의 회복을 목적으로 잎에 살포하는 종합영양제 개념

퇴구비가 지력(땅심)을 높이는 이유

- ▷ 퇴구비는 유기물(짚, 산야초, 분뇨 등)이 주성분으로 흙 속에서 천천히 분해되면서 토양 내에 유기물 함량을 높이기 때문
 - 흙(토양) 속에 퇴비를 넣고 땅을 갈거나 잘게 부수면 분해 과정에서 흙 입자의 결합력을 증가시켜 통기성(通氣性)과 보수성(保水性)을 향상시킴
 - 또한 퇴비를 분해하는데 관여하는 미생물들이 많아지면서 토양생태계를 건강하게 만드는 기능을 하게 됨

- 유기질 비료의 종류는 전통적으로 사용되어온 퇴비(堆肥), 구비(厩肥), 최근 사용이 증가되고 있는 유박 등이 해당
 - 퇴비는 보통 산야초, 볏짚 등을 겹쳐 쌓아 자연발효시킨 것이며, 구비는 가축분뇨와 짚, 톱밥 등이 섞인 것을 발효시킨 것
 - 분해되는 속도가 느려 생육기간 내내 비료의 효과가 지속되며 토양 유기물 함량을 높여 지력(땅심)을 높이는 효과가 있음
 - * 제대로 발효되지 않은 퇴비는 가스장해 등의 문제도 일으킬 수 있는 것이 단점

- 천연 유기질 비료와 반대의 개념으로 사용되는 무기질비료는 보통 화학적인 제법에 의해 생산되므로 화학비료라고 부르기도 함
- 1841년 독일의 리비히가 골분(骨粉)에 황산을 작용시켜 수용성 인산을 만들어내고 이것이 비료로 적합함을 증명하면서 시작
- 생육에 필요한 질소, 인, 칼륨 등의 중요성분이 한 가지 이상 포함되어 있으며 유기질 비료에 비해 쉽게 물에 녹는 것이 특징
 - * 물에 쉽게 녹아 빠르게 식물에 이용되어 비료효과를 나타내므로 속효(速效)성 비료라고도 부름
- 질소는 식물의 핵산, 단백질을 구성하는 중요한 성분으로 1906년 석회질소 제조, 1913년의 암모니아 인공합성 이후 합성비료화
 - * 작물의 성장, 잎의 색 등에 영향을 주므로 눈으로 효과를 확인할 수 있기 때문에 과용되는 경우가 있으며, 요소, 질산암모늄, 황산암모늄, 칠레초석 등이 대표적
- 인산은 열매 성장에 가장 영향을 끼치는 요소로 주로 인(燐)광석을 이용하여 제조한 용과린, 용성인비 등이 대표적이며 원료는 수입
- 칼륨은 작물의 성장, 병해충 저항성, 뿌리 발달에 영향을 미치며 우리나라에 칼륨 자원이 없어 원료를 수입
- 그 외에 칼슘(석회질), 마그네슘(고토), 규산, 붕소 등이 있으며 비료성분 2종 이상을 혼합한 복합비료가 가장 많이 이용
 - 회사에서 벼, 과수, 채소 등에 맞춘 복합비료를 생산함에 따라 사용되는 비료의 70% 이상이 복합비료일 정도



녹비작물에 주목해야 하는 이유 I, 친환경 농산물 소비의 확산

- 2000년대 이후 국민들의 소득이 높아지고 건강에 대한 관심이 높아지면서 친환경 농산물에 대한 선호도도 높아짐
- 전 세계적으로는 1990년대부터 우리나라에서는 2000년대부터 불기 시작한 웰빙 열풍은 농산물 소비 트렌드에 크게 영향을 미침
 - * 건강에 대한 트렌드는 건강에 대한 관심 → 운동열풍 → 기능성식품 → 안전한 식품 → 건강한 식품 등으로 계속 진화
- 주 소비자가 여성, 노년층, 어린이 등으로 변화하면서 좋은 농산물에 대한 요구와 기준이 상향
 - 젊은 층 중심의 다이어트 식품, 노년층 중심의 항노화 식품, 어린이, 젊은 여성 중심의 유기농 식품 소비가 부상
 - * 우리나라에 잘 발달된 인터넷망과 스마트 폰 보급에 의한 빠른 정보 확산과 유기농 전문 브랜드의 탄생도 트렌드 형성과 변화에 일조



- 친환경농산물에 대한 수요는 계속적으로 증가하여 최근에는 곡물, 채소, 과일 중심에서 가공식품, 산업소재까지 확장 중
- 어린이를 위한 유기농 분유, 이유식, 과자, 음료 등의 출시가 증가하였으며 최근에는 세제, 속옷, 화장품 등까지 확장
- 친환경농업으로 소비자의 신뢰를 얻은 강소농과 유기농 전문 브랜드, 매장 등이 탄생하면서 전 세계적으로 시장규모가 계속 확대

녹비작물에 주목해야 하는 이유 II, 녹색경제

- 1992년 브라질 리우데자네이루에서 열린 '리우회의' 이후 세계는 온실가스 배출 감소 등 환경보전에 대한 관심이 높아짐
 - 우리나라도 녹색성장에 대한 강력한 의지를 표명하면서 2009년 11월 온실가스 감축안을 확정하여 현재까지 추진 중
 - 2020년 배출전망치 대비 30% 감축을 목표로 설정하였으며, 그 중 농림어업의 할당량은 5.2%(2011, 녹색성장위원회)
- 세계 온실가스 배출량에서 농업이 차지하는 비중은 전체의 14%로 주로 농경지, 가축 등에서 발생
 - 아산화질소는 전 세계 온실가스 배출량의 57%를 차지하는 온실가스로, 농업부분에서도 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O) 배출이 많음
 - 질소질이 포함된 화학비료는 쉽게 분해되기 때문에 토양의 상태, 날씨 등에 따라 쉽게 기체로 변하여 날아갈 수 있음
 - * 아산화질소는 지구의 온난화에 영향을 미치는 정도가 이산화탄소의 310배가 넘을 정도로 발생량 통제가 시급한 온실가스
 - 정부에서는 2013년까지 2003년 대비 화학비료 사용량을 40%까지 줄인다는 목표를 설정하여 추진 중
 - * 유기질, 완효성(緩效性)비료 등의 사용을 적극 권장

화학비료 절감형 친환경농업을 주도하고 있는 지자체

- ▷ 전남 순천시는 2005년부터 지역 내 친환경농업 비중을 높이는 5개년 계획을 추진하여 2009년 친환경 농가수가 168명에서 3,503명으로 크게 증가
 - 가축분뇨 퇴비화시설, 친환경농업대학 등을 설립하여 친환경농업을 지원하였으며 현재 '유기농 15%, 무농약 30%, 화학비료 30% 감소'를 목표로 2단계 계획을 추진

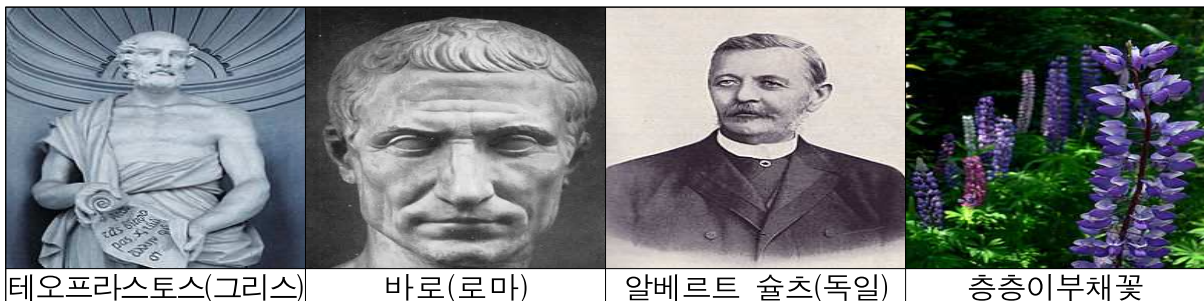
녹비 작물의 역사(歷史)

- 동양의 녹비 이용 역사는 서양보다 오래된 것으로 추정되며, 가축 분뇨와 함께 땅을 기름지게 하는 중요한 역할을 담당해왔음
- 녹비의 기원에 대해서 정확히 알려진 바는 없으나, 중국 기록을 보면 기원전부터 농사에 사용했었던 것으로 추정
 - 유가사상과 주나라의 생활양식을 총 정리한 것으로 알려진 예기(禮記)에 의하면, 녹비의 기원은 주나라(BC 1134~247) 이전
 - * 녹비작물은 처음에는 식량으로 쓰이다가 사료, 녹비, 피복 작물 등으로 쓰임새가 확산된 것으로 추정
 - 가장 오래된 종합 농업기술서인 제민요술(齊民要術)에는 기원전부터 녹비를 이용했다고 기록(1927, Adrian)
 - * “밭을 기름지게 하는 데는 ‘녹두’가 최고, ‘팥’과 ‘깨’가 그 다음이며, 효력은 누에의 똥, 잘 부숙(腐熟)된 퇴비만큼 좋다.”라고 녹비의 효과를 언급
- 우리나라에서도 녹비의 역사는 매우 오래 되었을 것으로 보이나 처음 기록된 것은 조선시대
 - 조선 초, 예부터 행해지던 휴한(休閑)농법이 연작재배로 바뀌면서 지력 증진을 위해 ‘녹두’를 이용하기 시작
 - * 조선 세종 때의 농사직설(農事直說)에 의하면 ‘녹두’를 심어 무성할 때 갈아엎으면 척박한 땅이 좋아진다고 기록
 - 조선 후기에 들어서면서, 녹두 일색이던 녹비작물의 종류가 보다 다양하게 변화
 - * 농정신서(1881)에서는 ‘완두’가 ‘녹두’보다 녹비효과가 높다고 언급하고, 농정촬요(1886)에서는 최근에 많이 재배되는 ‘자운영’을 처음 소개

녹비작물을 소개한 우리나라의 고농서(古農書)

- ▷ 농사직설, 농정신서, 농정촬요, 농가집성, 색경증집, 산림경제, 증보산림경제, 해동농서, 농정회요 등에서 지력을 높이는 작물을 소개

- 동양에 비해 늦기는 하나, 서양에서도 기원전 수세기 경부터 콩과 작물을 중심으로 하는 녹비재배가 일반화(1927, **Adrian**)
- 서양에서 녹비 재배 역사의 기원은 그리스, 로마시대까지로 거슬러 올라감
 - 식물학(植物學)의 시조로 불리는 그리스의 철학자 **테오프라스토스**(Theophrastus, BC 372~287)가 녹비에 관해서 처음 언급
 - * 저서 ‘**식물의 본원**(Causes of Plants)’에서 마케도니아인들이 콩을 녹비로 이용하는 사례를 기록(2011, **Josep Roisman & Ian Worthington**)
 - 로마의 대학자로 손꼽히는 **바로**(Varro, BC 116~27)는 “**층층이부채꽃의 꼬투리가 나기 전에 녹비로 쓰면 토질에 좋다**”고 저술
- 콩과 작물인 ‘**층층이부채꽃**’이 중세 유럽에서 많이 이용되다가 삼포식 농업의 출현으로 감소한 후, 17세기 이후 다시 각광
 - 농경지의 1/3씩을 차례로 휴한하여 땅심을 증진시키는 삼포식 농법이 도입되었다가 쇠퇴 후 개량식 삼포농법으로 부활
 - * 삼포식 농법에서는 단순히 휴경만 하였으나 개량식 삼포농법에서는 휴경지에 클로버류의 콩과 작물을 재배하여 지력을 증진
 - 18세기 영국에서는 메밀, 미국은 콩과 작물이 많이 이용되고 19세기에는 **슐츠**에 의해 ‘**층층이부채꽃**’의 이용이 권장
 - * 19세기 중반들어 독일에서 녹비작물이 기존 퇴·구비를 대체하게 되면서 **알베르트 슐츠**는 이후 ‘**현대 독일 녹비의 아버지**’로 추앙받음



세계의 녹비 작물 연구 동향

- 선진국에서는 유기농법과 연계한 녹비작물의 효과 및 이용연구를 통해 자연의 순환, 생물다양성의 유지를 추구
 - 영국의 **환경식품농업부(DEFRA)**는 80년대부터 봄·가을용 녹비작물의 발굴과 작부체계를 연구했고, EU차원의 공동연구도 진행
 - 녹비작물을 포함하는 유기농 작부체계를 컴퓨터 시뮬레이션화 하는 EU 차원의 공동 프로젝트를 수행
 - 미국의 경우, 사계절 이용이 가능한 녹비작물의 DB화로 기능성, 최적품종, 혼파(混播)의 경제성 등에 대한 연구도 진행

녹비작물도 뭉쳐야 산다?!

- ▷ 미국의 유기토마토 생산에 녹비작물을 도입하는 경우, 단일 녹비작물을 이용하는 경우보다 혼용해서 이용하면 효과가 더 우수(2011, Krishna)
 - 메릴랜드 주의 경우, ‘헤어리베치’만 이용하는 경우에 비해 ‘사료용 무’와 ‘헤어리베치’를 혼용하는 경우, 지난 15년간 153만 달러의 추가 이익이 발생
 - 뉴욕 주는 ‘호밀’만 이용하는 경우보다 ‘호밀’과 ‘순무’를 혼용하는 경우의 경제적 효과는 261만 달러가 더 높고, 오하이오 주는 312만 달러의 추가 이익이 발생

- 일본의 지자체에서는 친환경 농가에 보조금 등의 지원을 할 때 녹비작물을 재배하는가의 여부가 중요한 기준
- 개도국에서는 비싼 화학비료를 대체하고, 토양의 침식을 방지하며, 열대 잡초의 과도한 성장을 억제하기 위한 차원에서 적용
 - ‘80~’90년대부터, 개도국에도 녹비작물의 연구와 소농을 중심으로 하는 현장 적용이 이루어지면서 인기를 구가(2004, **Eilittä**)
 - 특히 열대 지방에서는 잡초가 매우 빠르게 자라기 때문에 농부들이 특정 녹비작물을 도입하는데 잡초의 성장 억제력이 중요한 변수가 됨

II. 녹비작물 100% 활용법

목적별 적절한 녹비작물 선정은 필수


- 콩과, 벧과, 기타 경관 겸용 녹비작물은 각 작물의 장점에 따라 용도를 달리하여 이용
 - **콩과** 작물은 질소비료를 대체하는 효과가 뛰어나며, 분해되기 쉬워 후작물(뒷그루)이 잘 자랄 수 있는 환경을 조성
 - 식물 뿌리에 혹을 만들고 공생하는 ‘뿌리혹박테리아’들이 공기 중의 질소를 끌어당겨 식물에게 필요한 비료성분으로 제공
 - * 헤어리베치(Hairy Vetch), 크림손클로버(Crimson Clover), 자운영, 살갈퀴, 완두콩 등이 대표적인 종류

탄질률(炭窒率, C/N), ‘흙 속 미생물이 먹는 밥과 고기의 비율’?!

- ▷ 물질 중에 함유된 탄소와 질소의 비율을 의미하며, 토양의 미생물이 살기에 적당한 탄질율은 20~25사이로 알려짐(친환경유기농법카페, 인터넷다음포털)
 - 사람이 건강하게 살기 위해서는 밥과 고기를 함께 먹는 것뿐만 아니라 비율이 중요하듯이, 미생물에게도 탄소(밥)와 질소(고기)의 비율이 중요
 - 녹비의 탄질률이 너무 높으면, 미생물이 상대적으로 부족한 질소를 흙속에서 찾아 먹어버리므로 후작물(예: 벼)은 잎이 누렇게 뜨는 영양부족 현상이 발생

- **벧과** 작물은 양분의 흡수력과 유실 억제가 모두 뛰어나 토양 개량의 효과가 있고 타감물질 분비로 농약 줄이기에도 일조
 - 시설재배에서 문제가 되는 염류집적(鹽類集積)의 해소 수단으로도 유용하며, 유기물이 많아 분해 후 미생물의 증가효과가 우수
 - * 시설재배지에서 녹비작물(수단그라스, 하우스솔고, 네마장황) 재배로 염류 농도 감소, 토양환경 개선으로 생산량 증대
 - 병해충이 싫어하는 물질(타감물질)을 분비하여, 토양 속에 있는 병해충과 잡초의 발생을 줄이는 효과가 뛰어나 농약 사용도 감소
 - * 호밀, 보리, 수단그라스, 옥수수, 이탈리아인 라이그라스 등이 대표적

- 경관 겸용 작물은 비료 및 토양 개량과 소독 효과뿐만 아니라 아름다운 꽃을 즐기는 부가효과도 제공
 - 크림손클로버(선홍색), 메밀(흰색), 황화초(노란색), 파셀리아(연보라색)는 색이 화려하며 개화 기간도 길어 밀원식물로도 이용
 - * 파종시기를 3월로 앞당기면 꽃을 감상할 수 있는 기간이 길어지고, 5~6월에 파종하는 농작물의 비료로도 이용이 가능
 - 노란색이 예쁜 네마장황(크로탈라리아)은 질소 공급능력이 높고, 딸기, 참외, 오이, 멜론 등에 피해를 주는 선충까지 방제

<p>‘네마장황’으로 선충병 90% 이상의 방제가 가능?!</p> <p>▷ 휴경기(5~8월)에 ‘네마장황’과 ‘수단그라스’를 2개월 정도 키워 경운하여 정지한 후 1개월 정도 뒤에 작물을 심으면 효과적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 녹비를 잘라 토양에 넣은 후, 그 위에 비닐피복을 하면 90%이상의 높은 방제효과를 얻을 수 있음 * 네마장황과 수단그라스에서 나온 알칼로이드 계통의 화학 물질이 선충의 활동을 억제 - 연작 재배지를 중심으로 선충병 피해가 증가 중이며, 성주 참외 재배지는 40~50% 수량의 감소로 연간 57억 원의 손실이 발생 	 <p>네마장황의 꽃</p>
---	---

- 겨울을 잘 날 수 있는 능력(내한성)과 꽃을 볼 기간을 고려하여 파종시기를 조절하는 것이 중요
 - 보통 녹비작물은 벼 등 여름작물의 생산성을 높이기 위한 수단으로 사용하기 위해 8월 하순부터 10월 중순 사이에 파종
 - 자운영은 8~9월, 헤어리베치는 9~10월, 호밀은 10월 상중순에 파종하여 겨울을 나는 것이 특징
 - * 헤어리베치, 호밀은 거의 전국에서 재배가 가능하나, 자운영의 경우 겨울을 나는 능력이 떨어져 대전 이남이 재배의 한계선
 - 꽃을 이용하기 위한 경관 겸용 작물은 보통 4월에 파종하며, 파종 후 40~60일 정도에 꽃이 피기 시작하여, 7월 초순까지 이용이 가능

땅을 비옥하게 만드는 녹비작물 7선

- 헤어리베치는 비료효과가 우수하며 월동이 가능한 작물로, 고랭지 일부를 제외하고 전국의 논, 밭, 과수원 등에서 재배가 가능
 - 질소비료의 100% 대체가 가능하여 농가에서 인기가 있으나, 덩굴성이 강해 예초 및 초기 관리가 어려운 것이 단점
 - 자주색 꽃이 5월 중순부터 피고, 겨울 월동을 하는 작물로 보통 대전 이북은 9월 하순, 대전 이남은 10월 상순에 파종
 - * 농촌진흥청이 국내 처음 개발한 비료작물인 ‘청풍보라’는 월동률이 94.1%로 내한성이 우수하고 개화기는 5월 7일로 외국 품종보다 빠름
- 자운영은 따뜻한 남부지방에서 월동이 가능하여 대전 이남의 평야지 논에서 잘 자라며 질소비료를 약 70% 대체할 수 있는 콩과 작물
 - 4~5월에 피는 분홍빛 꽃은 넓은 들판에 독특하고 아름다운 경관을 연출
 - 녹비작물의 용도 외에 가축의 사료나 약재로도 이용이 되며, 꽃은 중요한 밀원식물로도 가치가 높음
- 크림손클로버는 따뜻하고 비가 많은 기후를 좋아하고 가뭄에 민감하며, -12℃ 이하에서는 동해를 입을 수 있는 콩과 작물
 - 5월에 선홍색 꽃이 피어 경관용 또는 꽃꽂이용으로 많이 이용되며, 양분 공급이 많지 않아 보리, 헤어리베치 등과 혼합재배



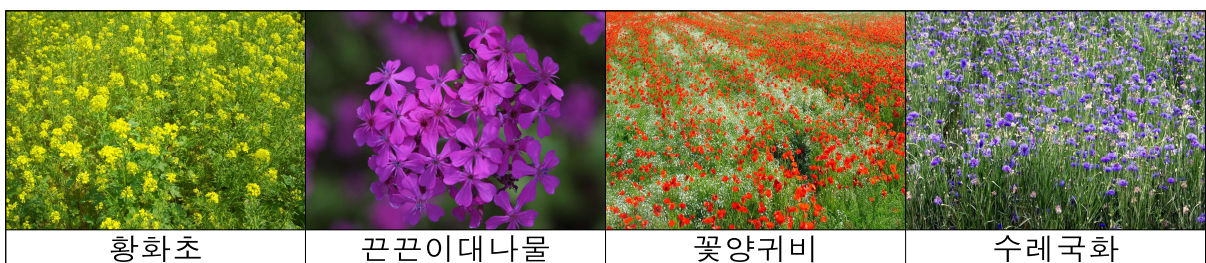
- **크로탈라리아(네마장황)**는 기후와 토양에 민감하지 않아 활용이 높지만, 여름 재배에 적합한 콩과 작물
 - 노란색 꽃이 8월에 피고, 파종 후 50일이면 녹비로 사용이 가능하여 시설재배에서 선호하는 작물로 선충 억제 효과도 뛰어남
 - 배추, 상추 재배 시에는 50% 정도의 질소비료 절감효과가 있음
- **녹비보리**는 전국에서 재배가 가능하며 손실되기 쉬운 땅속 양분을 잘 붙잡아 주고 천천히 분해하여 땅심을 높여주는 벧과 작물
 - 바이오매스가 많으며 헤어리베치와 같은 콩과 녹비작물과 혼합 재배하면 비료 효과가 증진
 - * 일반보리를 녹비목적으로 재배하는 경우에 녹비보리라 부름



- **호밀**은 녹비작물 중 내한성이 가장 강하여 고랭지 지역을 포함한 -25℃ 지역까지 재배 가능하고 메마른 땅에도 잘 자라는 벧과 작물
 - 가을에 파종하며, 뿌리 생육량이 많아 토양 물리성 개선에 좋으며, 비료를 흡수하는 능력이 강해 토양염류제거 효과도 있음
- **들묵새**는 스스로 씨를 뿌리는 능력이 큰 피복작물로 중부 이남에서 잘 자라며, 얼핏 보면 잡초와 비슷한 벧과 작물
 - 연중 피복이 가능하여 감귤 등 과수원에서는 제초 효과가, 밭에서는 토양유실 방지 효과가 뛰어난 것이 특징

경관을 아름답게 꾸미는 녹비작물 4선

- 황화초는 전국에 분포하고 있으나 월동력이 약하여 봄에 이용되고, 어떤 토양에서도 잘 자라는 배추과 작물
 - 초기 생육이 빨라 파종 후 65일이면 노란색의 예쁜 꽃망울을 터뜨리고, 잎과 열매는 매운맛과 향이 있어 양념으로도 이용
- 끈끈이대나물은 따뜻하고 배수가 잘되는 곳에서 잘 자라고, 월동률이 떨어져 봄에 파종되는 석죽과 작물
 - 농경지 토양의 유기물을 공급하는 데 이용되며, 6~8월에 화사한 분홍색 꽃이 피어 길가나 화단 등에서 관상용으로도 이용
- 꽃양귀비는 마약성분이 없는 관상용으로, 월동력이 강하여 가을과 봄에 파종이 가능한 양귀비과 경관작물
 - 꽃양귀비만 사용해도 아름답지만 수레국화, 안개초, 황화초 등과 어울리면 더욱 아름다운 경관을 연출하는 작물로 인기
 - * 노란색, 분홍색, 흰색 등 다양한 꽃이 피는 종류가 있으나, 대부분 월동력이 약하여 늦은 봄에 농경지의 유기물 공급용으로 이용
- 수레국화는 모든 토양에서 재배되는 생육이 왕성하고 월동력이 뛰어나고, 유기물 공급용으로 이용되는 국화과 경관작물
 - 청보라색 품종이 많이 이용되며, 개화는 5~9월로 꽃이 피는 기간이 길어 꽃양귀비와 함께 키우면 뛰어난 경관 조성이 가능



Ⅲ. 비료 그 이상의 가치

농업생태계의 파수꾼

- 녹비작물은 생물에게 필요한 먹이와 살 수 있는 공간을 제공하여 생물다양성을 증진하는 역할을 담당
 - 토양내 유기물 함량이 많아져 이를 이용하는 미생물과 작물의 뿌리에 사는 미생물의 종류가 다양해지고 그 수도 증가
 - 녹비작물을 장기 재배하면 미생물의 바이오매스가 2배가량 증가하고, 토양 곰팡이의 종류도 다양(2008, 일본 농업환경기술연구소)
 - 유기물을 분해하는 톱토기, 지렁이 같은 미소동물의 종류가 많아지고 이들을 먹는 포식자들이 늘면서 전체적으로 생물다양성이 증대
- 농약사용의 감소로 천적이 증가하고, 잡초를 녹비작물로 이용하여 생태계의 균형을 유지하는 부수적인 효과도 발생
 - 녹비를 3년간 계속 재배하였을 때 거미, 무당벌레 등 농경지에 사는 동물의 종수가 1종에서 18종으로 증가(2010, 농촌진흥청)
 - * 경남 고성 생명환경농업단지에서는 녹비를 이용한 벼농사를 하는 경우 천적이 증가하여 해충 피해가 현저하게 감소
 - 골칫덩어리로 여겨지던 환삼덩굴, 뚝새풀, 망초 등 잡초를 녹비작물로 이용을 할 경우 생태계 균형을 유지하는데도 유익

생물다양성을 높여 질 좋은 생태계 서비스를 받자!

- ▷ 생물다양성이 훼손되면 인류의 행복과 안녕에 직접 영향을 미치는 생태계 서비스도 훼손(2009, 유엔환경계획)
 - 생명 전체를 의미하는 생물다양성은 막대한 경제적 가치를 가지고 있으며, 생물다양성 감소로 연간 글로벌 GDP의 6% 감소
 - * 유기물이 많은 토양 1g에는 백만 마리 이상의 미생물이 살고 있을 정도로 토양은 많은 수의 다양한 생물이 살고 있는 작은 우주



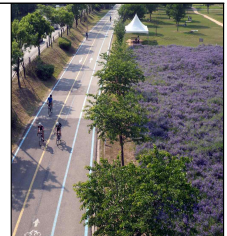
토양 속 생물

아름다운 농촌 경관 디자인

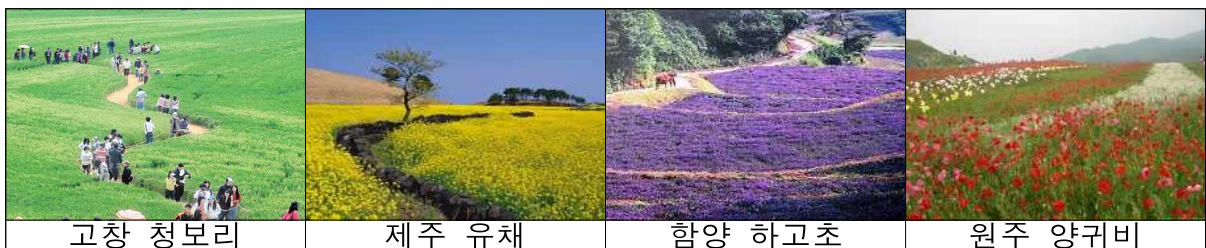
- 녹비작물은 경관을 아름답게 꾸며 도시민에게는 아름다움과 여유를 제공하고 지역민에게는 경관 소득의 기회를 제공
 - 녹비작물 종류별 특성을 이용하면 사계절 각양각색의 아름다운 꽃과 푸른 대지를 가꾸는 데 유용
 - 분홍의 자운영(4월), 선홍의 크림손클로버(5월), 화려한 꽃양귀비(5월), 보라색의 수레국화(5~9월) 등은 들녘을 화려하게 수놓는 녹비작물
 - 이른 봄 고랭지 등 경사가 심한 농경지에 심겨진 호밀은 아름다운 경관을 제공하여 편안한 느낌을 제공

보랏빛 '청풍보라'로 물든 아름다운 한강변!

- ▷ 농촌진흥청은 서울시와 함께 양화한강공원과 서울숲공원에 자체 개발한 '청풍보라'를 이용해 아름다운 경치를 조성
 - 둔치의 땅심을 높여줌과 동시에 국산 비료작물의 우량종자를 모으는 것이 부가적인 목적으로, 4대강 주변 유휴지에도 적용이 가능



- 경관작물을 심어 마을을 아름답게 가꾸어 농촌관광 및 정부의 보조금 제도 등을 연계해 소득을 올리는 사례도 존재
 - * 경남 하동군 북천면 코스모스·메밀꽃 운영단은 고령화로 늘어나는 유휴지에 경관작물을 심어 직불제 보조금과 특산물 판매 등으로 좋은 성과를 얻음
- 녹비작물이 제공하는 아름다운 꽃과 푸른 들은 축제의 공간으로 활용되어 농촌관광의 명소로 탈바꿈
 - 전북 고창 청보리축제(4월), 제주 서귀포시 유채꽃잔치(4월), 경남 함양 하고초축제(6월), 강원 원주 양귀비축제(6월)가 대표



고창 청보리

제주 유채

함양 하고초

원주 양귀비

건강한 토양을 지키는 수호자

- 우리나라 경사지 받은 빗물과 바람에 의해 토양이 유실될 우려가 매우 커, 녹비작물 재배가 토양 보호의 수단으로 등장
 - 작물 재배 초기인 6월 장마, 수확후인 9월 태풍, 그리고 겨울의 눈과 얼음에 의해 경사지 밭의 토양 유실이 매우 심각한 상황
 - 토양 유실로 비옥한 흙들과 함께 영양물질들이 쓸려 내려가 작물생산 기반이 망가지고, 인근 하천의 수질오염도 야기
 - * 강원도 고랭지 농업지역의 토양조사 결과 70년대 초반 150cm이던 유효 흙 깊이가 최근 30cm 내외로, 유기물 함량도 7~8%에서 3% 내외로 하락
 - 토양 유실을 줄이는 가장 좋은 방법은 빗물이나 바람에 토양을 노출시키지 않는 것으로 피복작물 재배가 대안
 - 식물체의 뿌리는 토양 구조를 발달시켜 빗물을 흡수하여 유지하고 토양을 단단히 잡아주어 유실을 예방하는 효과
 - * 밭을 갈지 않고 헤어리베치 및 크림슨클로버로 피복한 경우, 밭을 갈고 피복하지 않은 조건에 비해 토양 유실이 96% 감소(2001, 농촌진흥청)
- 비료를 계속 사용하면 염류가 많이 쌓이게 되어 작물을 키우지 못하게 되는 염류장해를 줄이는 목적에도 녹비작물이 활용
 - 보리, 호밀, 수단그라스 등의 녹비작물은 과잉의 염분을 흡수하고 토양의 유기물 함량을 높여주어 토양을 개선
 - * 화학비료를 많이 사용하여 염류가 축적이 되어 인삼재배가 어려운 토양에서 2년간 녹비작물을 재배하면 안전한 인삼 재배가 가능(2009, 농촌진흥청)

소리없는 위협 '사막화', 토양 유실이 문제!

- ▷ 가뭄, 관개, 산림 벌채, 환경오염 등에 의해 토양이 퇴화되어 지구 면적의 19% 가량이 사막화가 진행되고 있는 실정
 - 토양 퇴화는 표토 유실과 표토 오염에 의해 발생
 - * 표토는 지구 토양 중 표면을 덮고 있으면서 생태계의 근원이 되는 부분(한국과학창의재단)



몽골의 사막화

물과 공기를 깨끗이 하는 환경지킴이

- 녹비작물 재배가 토양의 수분 조절 능력을 높여주어 작물이 가뭄과 홍수에 견디는 능력이 커짐
 - 유기물은 자체 무게의 3~5배의 물을 보유할 수 있어 작물을 재배할 때 물 절약 효과가 있음
 - * 논에 헤어리베치를 투입하면 벼 생육과 수량은 큰 변화가 없으며, 토양의 보수력이 증대되어 물 소요량이 46% 정도 절약(2010, 농촌진흥청)
 - 녹비작물의 뿌리와 유기물은 토양의 공극량을 늘려 수분 보유와 배출을 쉽게 할 수 있도록 하여 가뭄과 홍수 피해 예방에 기여
 - 모래땅의 경우에는 수분 공급 능력을 높여주고, 습해 우려가 있는 진흙땅의 경우에는 통기성을 높이는 역할
- 녹비재배는 이산화탄소를 흡수하고 산소를 배출하여 공기를 정화하는 기능이 있으며, 다가오는 탄소 거래 시장에서의 활약도 기대
 - 녹비작물은 공기 중의 미세먼지 제거 등 대기오염 정화, 산소공급, 탄산가스 제거 등의 대기환경 정화 기능이 있음
 - 이산화탄소 흡수량은 호밀이 ha당 11톤, 녹비 보리는 8.1톤, 헤어리베치는 7.3톤, 자운영은 6.6톤에 달함
 - 식물이 자라지 않아 대기 정화가 어려운 겨울에, 월동을 하는 녹비작물을 심으면 공기 정화에 매우 효과적

온실가스는 줄이고 농가 소득은 올리고!

- ▷ 농가가 자발적으로 감축한 온실가스 배출권을 탄소 시장에 판매할 수 있는 '농업탄소상쇄제도'를 추진(농림수산식품부)
 - 온실가스 감축을 위해 우리나라에도 탄소배출권 거래법이 2012년 11월 15일 시행되고, 탄소배출권 거래시장이 개설될 예정



농가 경영의 도우미

- 녹비는 비료로서의 역할만이 아니라 친환경 농산물의 가격 상승, 밀원식물 이용, 종자 생산 등으로 농가 소득 향상에도 큰 의미
 - 대한민국을 대표하는 친환경 쌀과 고구마 농가가 녹비작물을 이용해 재배하고 있어, 유기농에서는 빠질 수 없는 존재
 - 경남 고성군의 '생명환경쌀(20kg당 8만원)'은 재배면적의 60%에 녹비작물을 심어 재배하는 명실상부한 우리나라의 최고가 쌀
 - 전남 영광군의 '사계절이 사는집'쌀은 비료 대신 110ha의 헤어리베치를 먹고 자라며, 모든 논에 잔류농약검사가 실시될 정도
 - 자운영을 먹고 자라는 경남 하동군의 '황새 쌀'은 우리나라 최초의 탑라이스(Top rice) 무농약 쌀로 유명
 - 바닷바람과 헤어리베치로 재배되는 경남 통영의 '육지 고구마'는 육지도의 190여 농가에 매년 25억 원을 안겨주는 효자
 - 벌꿀의 원천인 밀원식물(蜜源植物)로서도 역할을 하며, 과수와 화훼 농가에게 수정에 필요한 벌이 살아가는 데도 큰 도움
 - 경남 함양군 하고초 마을 30명의 주민들은 다랑논에 하고초를 심어 생산한 벌꿀을 팔아 한해('09년) 5억 원의 소득을 달성
 - '15년부터, 수입에 의존하는 녹비 종자를 녹비용 보리, 청풍보라 등 국내산으로 전환하여 약 4천만 달러의 수입 대체 효과를 목표



IV. 시사점


녹비작물을 전략적으로 육성해야 할 시기

- 녹비작물은 국제적인 생점 해소, 농촌 환경보전, 농가 경영비 절감 등의 목적을 위해 전략적으로 육성할 필요성이 높은 품목
- 농업분야의 온실가스 저감에 기여할 수 있으며 토양, 수질보호 및 농업생태계 보호 등 1석 3조 이상의 효과가 내재
 - 농가의 입장에서는 비료구입 비용을 절감할 수 있으며, 비료용 원자재 도입으로 가격이 급등할 경우에도 완충작용이 가능
- 지자체 중심의 보급이 이루어질 경우, 경관자원 확보, 환경보전, 농촌지역의 차별화 등 지역경제 활성화 가능성이 매우 높음

지속적인 R&D와 정책지원이 필수

- 지속가능한 농업으로의 발전과 자연생태 보호 기능을 고려하여 국가 차원의 관심과 지원이 가장 중요
- 녹비작물에 대한 연구는 외국에 비해 초기 단계로 예산과 인력을 꾸준히 지원하여야 선진국 수준의 기술력 확보가 가능
- 녹비작물 재배가 활성화될 수 있는 지원정책을 지속적으로 추진하되 농가의 자립을 염두에 둔 정책개발도 요구
 - 농가단위로는 자립이 어려우므로 생산자단체, 지자체 등 지속 가능성을 확보하고 의지가 있는 지역을 지원하는 방안도 검토
 - 4대강 유역과 활용 가능한 국유지를 이용한 국산 종자생산 및 보급, 지자체별 녹비작물 종자생산 육성 지원 등도 고려가 필요

[부록] 경관가치가 큰 녹비작물

	<p>수레국화 (Cornflower)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원산지: 유럽 동부와 남부 ○ 재배지: 들, 밭 ○ 꽃색: 파란색, 분홍색, 자주색, 흰색 등 ○ 과종량 : 3~5kg/10a
	<p>크림손클로버 (Crimson clover)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원산지: 유럽 ○ 재배지: 논, 밭, 들 ○ 꽃색: 붉은색 ○ 과종량: 2~3kg/10a
	<p>크로탈라리아 (Showy crotonia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원산지: 인도, 스리랑카, 동남아시아 ○ 재배지: 들, 밭 ○ 꽃색: 노란색 ○ 과종량: 6~8kg/10a
	<p>끈끈이대나물 (Catchfly)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원산지: 유럽 ○ 재배지: 강가, 바닷가 ○ 꽃색: 자주색, 흰색 ○ 과종량: 1~2kg/10a
	<p>파셀리아 (Phacelia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원산지: 중국, 시베리아, 몽고 ○ 재배지: 산기슭 초지, 습진 곳, 고지대 ○ 꽃색: 연보라색 ○ 과종량: 2~3kg/10a
	<p>황화초 (Yellow mustard)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원산지: 중앙아시아 ○ 재배지: 논, 밭, 하천부지 ○ 꽃색: 노란색 ○ 과종량: 2~3kg/10a