

제 | 1 | 주 | 제

## 녹비작물을 이용한 유기재배 토양가꾸기

최경주 | | 농촌진흥청





## 녹비작물을 이용한 유기재배 토양가꾸기

최경주\*

### 1. 서언

최근 비료 원료의 국제가격 상승으로 인해 화학비료 요소 20kg 1포 가격이 '07년 9,750원, '08년 1월 12,400원, '08년 6월 20,700원으로 급등하여 '07년 대비 212% 상승으로 농가경영비가 매우 증가하고 있으며, 따라서 정부에서는 2013년까지 화학비료(질소성분량)를 '05년 375kg/ha에서 '08년 290kg, '13년 225kg 까지 40% 절감 목표를 세우고 추진하고 있다.

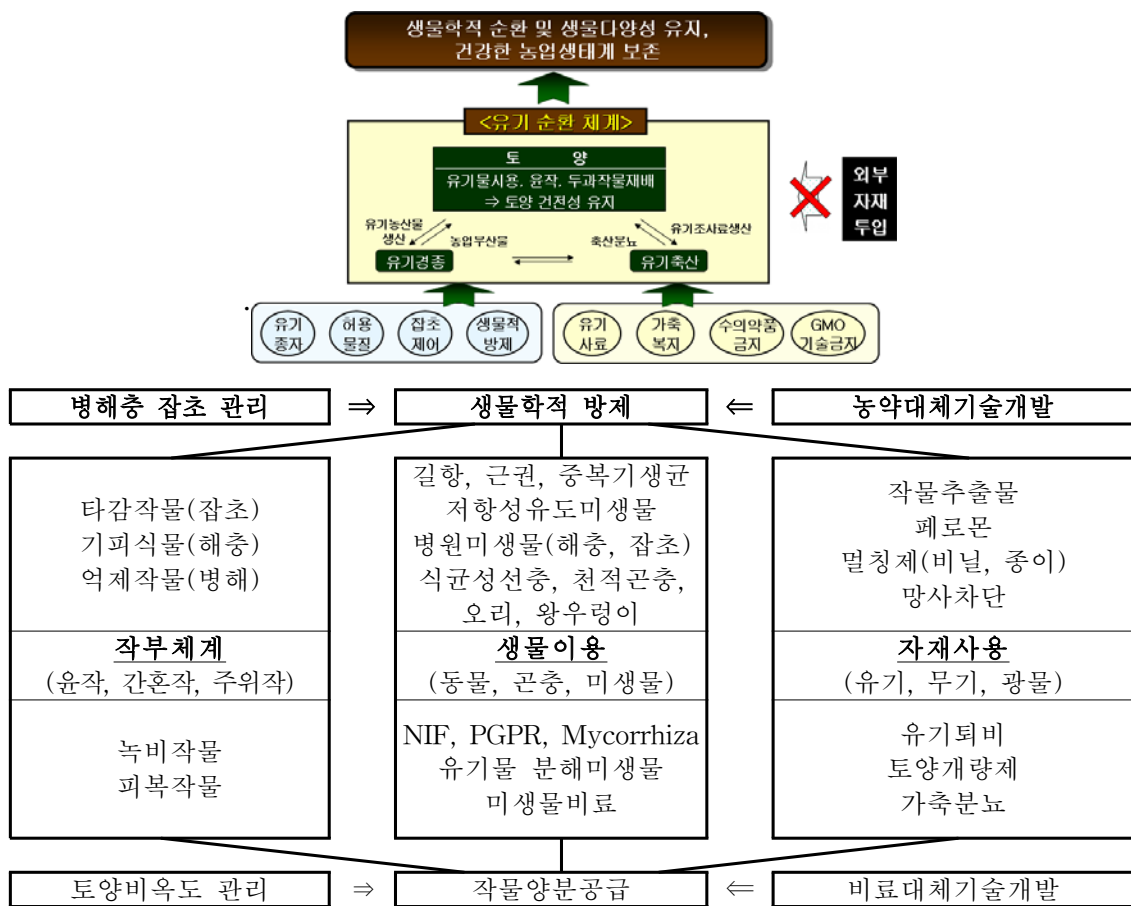
또한 최근 친환경 농산물 수요 급증으로 친환경 유기농산물을 생산을 위한 땅 가꾸기 목적으로 겨울철 녹비 작물을 '04년 66천ha에서 '07년 134천ha로 목표를 세웠다가 최근 제2녹색혁명 일환으로 겨울철 녹비작물을 '12년까지 225천ha 확대 재배하여 토양유기물 함량을 높여(지력증진) 고품질 친환경 농산물을 생산하고자 한다.

농촌진흥청과 전라남도농업기술원에서는 녹비작물을 이용한 화학비료절감 및 땅 가꾸기 연구를 꾸준히 추진해와 많은 성과를 내었다. 그 결과들을 간략하게 소개하고자한다.

### 2. 유기농업의 기본개념

유기농업은 화학비료, 유기합성농약, 가축사료첨가제 등 일체의 합성 화학물질을 사용하지 않고 유기물과 자연광물, 미생물 등 물리적, 미생물 적으로 제조된 자재만을 사용하여 농산물을 생산하는 농업을 말한다.

\* 농촌진흥청 작물기술과장



※ Codex 유기농업기준 체계도

### 3. 녹비작물이용 토양 가꾸기 효과

#### 1) 녹비작물이란 ?

토양개량, 작물의 생육촉진 및 양분공급 등을 목적으로 재배하는 작물로 퇴비처럼 발효 부숙시키지 않고 재배된 신선한 식물체를 토양에 갈아엎어 투입하는 작물

#### 2) 퇴비와 녹비의 차이점

##### 가) 퇴 비

퇴비는 구입과 사용이 간편하지만 완숙된 양질의 퇴비를 구입하기 어렵고 퇴비의 원재료를 알 수가 없으며 균일하지 않아 성분함량 또한 불균일하다.

##### 나) 녹 비

양질의 유기물을 얻을 수 있고 미생물의 먹이가 많으므로 토양 유효미생물의 증식이 활발하여 토양개량 효과가 크며, 녹비만으로도 토양개량, 작물

의 생육촉진, 양분공급, 토양 유실방지 및 토양 물리성 개량효과가 있으며, 자연경관 보전 등 부수적인 이점도 있다. 단점으로는 재배 및 부숙기간이 필요하다는 것이다.

### 3) 녹비작물의 재배효과

#### 가) 유기물 시용 효과

- 유기물이 분해될 때 생성되는 유기산 등의 물질이 토양모재인 암석의 분해를 빠르게 만든다.
- 녹비작물의 토양 환원시 분해되어 질소, 인산, 칼리 등의 다량원소와 망간, 아연, 붕소 등의 미량원소를 공급하는 효과가 있다.
- 유기물 분해시 생성되는 이산화탄소가 식물의 광합성 능력을 키운다.
- 토양의 입단형성을 조장하여 토양개량 효과를 높인다.
- 토양내 유기물 함량을 높여 통기성과 보수력, 보비력을 증대시킨다.
- 미생물의 번식과 활동을 왕성하게 하고 다양한 미생물상을 조장한다.

#### 나) 토양수분 조절기능

토양 내 유기물 함량과 부식 함량을 높여 토양 입단형성과 부식 콜로이드 작용을 증가시켜 보수력을 증대하여 한발을 극복할 수 있도록 한다.

#### 다) 토양개량 및 비옥도 증진 효과

장기적인 토양개량 및 토양 비옥도 증진 방안으로 토양 내 무기영양성분의 고갈을 막을 수 있다.

#### 라) 공중질소 고정

두과 녹비작물이 갖고 있는 뿌리혹박테리아에 의한 생물학적 질소 고정 능력을 가지고 있어 고정된 질소를 작물에 공급해 주어 생육을 왕성하게 해주며 화학비료의 사용량 절감효과를 뚜렷하게 볼 수 있다.

#### 마) 화학비료 및 제초제 절감 효과

녹비작물 체내의 무기영양성분 및 단백질 함량이 많아 작물생장에 많이 요구되는 질소를 자체적으로 고정하여 공급하여 질소, 인산 등 화학비료 절감 효과가 있으며 잡초의 광발아를 억제하여 제초제 사용 절감효과와 잡초 제거 인력을 감소할 수 있다.

#### 바) 그 밖의 효과

녹비작물을 이용하여 휴경지를 효과적으로 관리 할 수 있으며 자연경관을 조성하여 관광자원으로 활용이 가능하다.

#### 4. 벼 유기재배 토양 만들기

표 1. 주요 녹비작물의 재배적 특성

녹비작물명	호 밀	자운영	헤어리베치
파종시기	10월 이후	9월	8-9월
내한성	강→전국	약→대전이남	강→전국
내습성	중	중	약
분해정도	늦음	중간	빠름
녹비효과	토양 물리성 개선	미생물상 개선 질소공급	미생물상 개선 질소공급

\* 자료 : 두과 녹비작물 재배와 이용(농촌진흥청, 표준영농교본)

표 2. 두과 녹비작물의 생초수량과 비료성분 함량('05~'06, 전남)

처 리	생초수량(kg/10a)		N		P		K	
	5월1일	5.16	5.1	5.16	5.1	5.16	5.1	5.16
자운영	291	1,451	1.6	9.4	0.3	1.2	2.5	8.2
크림슨클로버 Loty 13	2,021	1,765	8.3	8.0	1.7	1.6	12.6	12.6
Tibbee	985	2,341	3.9	12.1	0.8	2.0	5.2	10.7
Contea	2,028	2,227	12.6	14.0	1.9	2.2	15.5	14.1
Linkarus	2,766	2,887	12.6	8.9	2.0	1.9	9.8	8.8
Tardivo	417	852	7.3	-	1.6	-	12.8	-
완두콩 Livioletta	1,032	2,623	4.9	13.8	0.8	1.6	4.9	10.0
Austrian Pea	2,319	2,688	11.8	16.5	2.2	2.5	12.6	13.7
Langued	383	497	3.5	3.8	0.7	0.6	4.5	5.0
중국산	680	2,264	2.6	13.0	0.6	1.7	3.2	9.1
헤어리베치 W4712	1,745	2,448	11.0	18.9	2.2	2.4	13.4	16.3
Welta	1,600	2,363	7.9	15.8	1.4	1.9	9.1	17.1
Penn-02	1,764	2,290	8.3	19.2	1.9	2.3	11.7	18.3
Ostsaat	1,305	2,303	6.1	12.2	1.1	2.0	9.2	16.3
Oregon com	1,634	2,503	10.7	19.7	2.1	2.6	13.1	20.4
Sander2	1,406	2,394	7.2	15.7	1.2	2.5	10.0	21.0
헤이메이커	1,746	2,272	11.1	12.5	1.3	1.5	11.8	21.8
카펠로	1,497	1,427	13.7	12.8	1.8	1.5	14.2	12.8
이태리산	884	1,797	7.3	15.1	0.8	1.7	7.3	21.5
마메초	1,495	1,922	11.1	13.2	1.1	1.5	8.5	19.3
K551	446	557	4.4	2.5	0.7	0.6	5.7	4.2
알팔파 Siriver	245	1,165	1.8	5.8	0.3	0.8	2.2	6.8
Surpass	233	886	2.3	4.9	0.3	0.7	2.5	6.8
N-breaka	312	1,242	2.8	7.9	0.5	1.0	3.2	8.9

- 헤어리베치, 완두콩이 자운영에 비하여 38~88% 증수,  
질소 비료성분 함량 1.7~2.3배 많아 벼 무비재배 가능

표 3. 화분과 녹비작물의 수량과 비료성분 함량('06, 전남)

처 리	생초수량(kg/10a)		N		P		K	
	5월1일	5.16	5.1	5.16	5.1	5.16	5.1	5.16
보리 수영보리	2,371	2,685	9.9	9.9	1.7	0.6	12.6	18.6
새쌀보리	2,083	2,957	8.3	8.1	1.5	0.6	12.8	13.3
새찰쌀보리	2,254	2,410	8.2	8.6	1.3	1.4	9.1	17.7
건강보리	3,041	3,802	10.8	12.2	1.7	2.2	13.6	17.9
큰알보리	3,546	3,542	9.0	13.6	2.1	2.8	14.4	30.3
올보리	2,764	2,520	10.1	11.0	1.8	2.3	15.8	19.5
선우보리	2,420	3,362	13.2	13.4	2.1	1.5	17.0	22.9
호품보리	1,608	2,067	8.8	12.0	1.7	1.3	13.1	24.3
남향보리	1,874	2,295	12.6	10.7	2.1	1.1	12.8	20.4
진양보리	2,515	2,997	9.5	11.1	1.6	1.5	11.0	16.0
밀 금강밀	4,155	4,390	17.6	15.5	3.3	1.6	25.5	24.3
호밀 단코	3,889	4,975	14.4	12.7	2.8	0.8	19.2	30.2
Koolgrazor	2,623	3,725	9.7	12.3	2.2	1.0	15.0	22.5
라이무기	2,467	3,725	12.1	14.0	2.1	0.8	19.6	20.2
귀리 올귀리	1,662	2,085	9.7	10.6	1.1	1.1	10.2	18.6
K-오츠	1,716	1,930	9.5	8.5	1.3	0.7	12.7	11.0
엔마크	1,482	1,717	7.9	8.6	1.2	2.9	10.5	18.4
IRG 코그린	2,668	3,735	13.8	13.0	1.5	1.4	15.7	30.2
기타 들목새	489	752	3.6	3.0	0.4	0.3	2.5	4.2

- 결보리(2), 밀(1), 호밀(1)이 생초수량이 3,362~5,889kg/10a으로 많고 질소 비료성분 함량이 13.2~19.3kg/10a으로 높아 선발

표 4. 녹비작물의 생육과 수량, 비료성분 함량('05, 전남)

녹비작물명	생육			수량(kg/10a)		비료성분 함량(kg/10a)		
	초장(cm)	엽수(매)	m <sup>2</sup> 당 줄기수	생초	건초	N	P	K
자운영	31.5	7.1	547	1,517	268	9.0	1.4	6.0
헤어리베치	65.8	18.1	555	1,995	404	16.6	3.2	10.0
안젤리	41.9	12.1	310	1,386	378	9.5	1.8	15.0
귀리	74.4	4.7	652	1,508	318	5.0	1.0	7.9
호밀	159.5	5.0	441	2,047	943	15.8	4.3	16.8

표 5. 녹비작물 이용 재배 벼의 수량구성요소 및 수량('07, 전남)

처 리	간장 (cm)	수장 (cm)	주당 수수 (개)	수당 입수 (개)	등숙 비율 (%)	현미 천립중 (g)	정현 비율 (%)	쌀수량 (kg/10a )	지수	
자운영	50%감비	79.5	20.8	357	125	81.2	21.2	82.7	525	100
	75%감비	79.7	20.6	340	127	82.6	21.2	83.7	486	93
	100%감비	77.8	19.9	330	117	90.5	21.3	83.2	455	87
헤어리베치	50	80.2	21.6	362	126	78.3	21.1	82.3	554	105
	75	79.6	20.3	373	122	78.5	21.1	82.8	525	100
	100	76.7	19.6	350	113	80.5	21.2	83.4	513	98
크림슨클로버	50	79.1	21.0	374	122	77.0	21.2	83.3	524	100
	75	78.2	19.2	345	131	80.9	21.2	83.1	488	93
	100	76.8	19.7	336	116	83.1	21.3	83.1	473	90
월동완두	50	77.9	21.1	345	130	78.1	21.1	82.5	538	102
	75	78.0	20.6	347	124	75.9	21.1	82.5	515	98
	100	77.5	19.9	347	127	86.3	21.2	82.6	485	92
보리	50	73.3	20.3	335	123	87.0	21.2	81.6	506	96
	75	72.0	19.1	328	117	89.4	21.2	82.7	485	92
	100	70.2	18.5	311	111	90.6	21.3	82.5	426	81
호밀	50	72.9	20.4	340	129	89.0	21.2	82.4	516	98
	75	72.0	19.7	327	122	90.2	21.3	82.5	468	89
	100	70.7	18.8	309	123	91.2	21.4	82.7	420	80
IRG	50	74.4	20.2	343	118	85.6	21.2	82.8	517	98
	75	72.8	19.2	333	113	88.7	21.2	82.7	470	90
	100	69.7	17.1	314	100	91.1	21.3	82.8	425	81
관행		74.3	20.5	319	132	89.4	21.2	83.2	525	100

- 녹비작물을 이용하여 재배한 벼의 쌀수량은 392-538kg/10a으로 관행에 비하여 헤어리베치는 100%, 월동완두와 크림슨클로버는 75% 감비도 가능.

표 6. 관행 시용량에 대한 유기자원별 질소공급량

유기물원 (생물기준)	관행시용량 (kg/10a)	질소함량 (%)	질소성분량 (kg/10a)	공급효율 (%)	예상공급량 (kg/10a)
요소	23.6	46.65	11.0	100	11.0
채종유박	300	5.69	17.07	85.9	14.66
쌀겨	300	2.31	6.94	100.0	6.94
헤어리벳치	2000	0.92	18.32	100.0	18.32
자운영	2000	0.50	10.07	90.8	9.14
호밀	2000	0.31	6.22	59.5	3.70
벳짚	500	0.47	2.35	29.2	0.69
벳짚퇴비	1200	0.45	5.39	58.4	3.14
돈분왕겨퇴비	1000	1.42	14.16	55.1	7.80

- C/N율이 클수록 분해가 천천히 진행되므로 호밀, 벳짚 등 재료시용은 벳 생육후기 질소공급에 유리할 것으로 판단됨



#### 4) 시설딸기 유기재배 토양 만들기

- 시험품종 : 육보(딸기 후작 녹비작물 재배)
- 녹비작물 : 하우스솔고, 네마감초(화본과), 네마황, 네마장황(두과)
- 재배법 : 녹비작물 파종 5. 25, 딸기 정식 : 10. 28(재식거리 : 120 × 15cm)

표 7. 녹비작물 식물체 분석

재배방식	작물종류	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	건물수량 (kg/10a)	비료성분함량(kg/10a)		
								N	P	K
하 우 스	하우스솔고	1.66	0.54	5.42	0.23	0.37	685	11.4	3.7	37.1
	네마감초	1.48	0.52	5.61	0.31	0.45	904	13.4	4.7	50.7
피복재 배	네 마 황	1.23	0.20	2.49	0.66	0.34	591	7.3	1.2	14.7
	네마장황 (혼재)	1.79	0.37	4.35	0.71	0.34	613	9.4	2.8	30.9
하 우 스	하우스솔고	1.14	0.43	4.02	0.35	0.31	330	3.8	1.4	13.3
	네마감초	1.11	0.41	4.54	0.27	0.17	548	6.1	2.2	24.9
무 피 복	네 마 황	1.70	0.34	2.85	0.50	0.41	463	7.9	1.6	13.2
	네마장황 (혼재)	2.13	0.55	3.87	0.54	0.47	706	12.7	4.5	37.8
		1.74	0.64	5.54	0.36	0.53				

#### 5) 시설고추 유기재배 토양 만들기

표 8. 시설하우스 하계 녹비작물 생육 및 수량(파종 : 3.22일, 6.4일 조사)

구 분	초장(cm)	최대 근분포(cm)	건물중(kg/10a)	수량지수
하우스솔고	216.4	67	1,298	141
수수	183.3	64	1,047	114
네마장황	119.3	27	419	46
콩	91.9	63	920	100

표 9. 녹비작물 품종별 식물체 무기성분 함량(%)

구 분	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
하우스솔고	1.66	0.045	3.68	0.41	1.05
수수	2.05	0.005	2.77	0.50	1.07
네마장황	3.04	0.007	1.56	1.07	0.72
콩	3.55	0.013	2.59	1.34	1.03

표 10. 녹비 식물체의 무기성분 고정량(kg/10a)

	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
하우스솔고	21.5	0.64	47.38	5.3	13.6
수수	21.5	0.05	29.0	5.2	11.2
네마장황	12.4	0.03	6.5	4.5	3.0
콩	32.7	0.12	23.8	12.3	9.5

표 11. 시설하우스 월동녹비 작물 생육 및 수량

녹비명	재식밀도 (주/900cm <sup>2</sup> )	초장 (cm)	녹비 생산량(kg/10a)		
			생체중	건물중	건물지수
호밀	131	80.5	5,319	677	236
보리	56	54.0	4,813	518	181
완두콩	15	35.0	4,038	354	123
헤어리베치	42	31.0	3,086	287	100

※ 녹비파종 1월 30일, 4월 5일조사 파종 64일후 조사

표 12. 시설하우스 월동녹비 작물의 무기성분 함량변화

구분	녹비작물의 무기성분 함량(%)				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
호밀	2.56	0.70	4.91	0.60	0.35
보리	3.58	0.88	5.97	0.40	0.34
완두콩	3.55	0.77	5.16	0.86	0.81
헤어리베치	3.70	0.74	4.90	1.00	0.79

표 13. 시설하우스 월동녹비 작물의 토양 무기성분 고정량

구분	녹비작물의 토양 무기성분 고정량(kg/10a)				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
호밀	17.3	4.7	33.2	4.0	2.3
보리	18.5	4.6	30.9	2.1	1.7
완두콩	12.5	2.7	18.3	3.0	2.8
헤어리베치	10.6	2.1	14.0	3.2	2.3

표 14. 보리녹비 품종별 수량

녹비명	녹비 생산량(kg/10a)		
	생체중	건물중	건물지수
동호쌀보리	5,195	649	84
강호쌀보리	8,591	774	100
태강겉보리	6,127	766	99
상록겉보리	7,348	813	105
울겉보리	5,195	649	84
평균	6,491	730	-

※ 녹비파종 1월 30일, 4월 18일조사 파종 77일후 조사

표 15. 보리녹비 품종별 식물체내 무기성분 함량(%)

	T-N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO		MgO	
	64일	77일	64일	77일	64일	77일	64일	77일	64일	77일
동호쌀보리	5.38	3.35	0.041	0.025	4.73	4.25	0.60	0.42	0.37	0.38
강호쌀보리	4.46	2.82	0.092	0.045	5.96	6.49	0.42	0.28	0.37	0.46
태강걸보리	4.38	2.58	0.033	0.061	6.47	4.82	0.45	0.42	0.45	0.37
상록걸보리	4.13	2.23	0.037	0.242	5.34	4.17	0.44	0.29	0.36	0.30
울걸보리	3.67	2.92	0.138	0.038	5.00	5.62	0.32	0.48	0.36	0.44
평균	4.40	2.78	0.07	0.08	5.50	5.07	0.45	0.38	0.38	0.39

표 16. 보리녹비 품종별 토양무기성분 식물체내 고정량 함량(kg/10a)

	T-N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO		MgO	
	64일	77일	64일	77일	64일	77일	64일	77일	64일	77일
동호쌀보리	12.5	21.7	0.10	0.19	11.0	32.5	1.4	3.2	0.9	2.9
강호쌀보리	15.9	21.8	0.33	0.35	21.3	50.2	1.5	2.2	1.3	3.6
태강걸보리	15.2	19.8	0.11	0.47	22.4	36.9	1.6	3.2	1.6	2.8
상록걸보리	17.6	18.1	0.16	1.97	22.7	33.9	1.9	2.4	1.5	2.4
울걸보리	13.1	19.0	0.49	0.25	17.8	36.5	1.1	3.1	1.3	2.9
평균	14.9	20.9	0.24	0.65	19.0	38.0	1.5	2.8	1.3	2.9
일일고정량	-	0.46	-	0.03	-	1.5	-	0.1	-	0.1

## 6. 쌈채류 유기재배 하우스 토양 가꾸기

- 녹비작물 종류 : 하우스솔고, 네마감초(화본과), 네마장황, 네마황(콩과)
- 녹비작물 재배시기 : '07. 6 ~ '07. 8
- 효과검정 재배작목 : 상추(적치마), 치커리
- 효과검정작목 재배시기: '07. 10 ~ '08. 3

표 17. 녹비작물별 지상부 생육 특성

녹비종류	초장 (cm)	엽수 (매/주)	지상부 생체중 (g/주)	지상부 생체중 (kg/10a)	지상부 건물중 (kg/10a)	함수율 (%)
네마황	223.6	94.2	80.1	6,331	1,477	76.7
네마장황	124.9	23.4	36.0	2,975	402	86.5
네마감초	262.7	11.3	69.0	9,011	2,535	71.7
하우스솔고	252.5	8.5	111.7	13,182	2,935	77.7

표 18. 녹비작물별 주요 성분함량

녹비종류	T-N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)	CaO(%)	MgO(%)
네마황	3.203	0.673	3.653	1.103	0.660
네마장황	2.713	0.847	2.593	0.903	0.693
네마감초	2.400	0.940	4.047	0.603	0.700
하우스골드	1.980	0.720	4.100	0.467	0.553

표 19. 녹비작물별 10a당 주요 시비 성분별 투입량

녹비종류	T-N (kg/10a)	P (kg/10a)	K (kg/10a)	Ca (kg/10a)	Mg (kg/10a)
네마황	12.9	1.2	12.2	3.2	1.6
네마장황	40.1	5.5	31.8	9.5	6.1
네마감초	60.9	10.4	85.2	10.9	10.7
하우스골드	58.1	9.2	99.9	9.8	9.7

※ 시설상추 표준시비량 : 20-10-15, 완숙퇴비 2,000kg

표 20. 녹비작물별 지하부 생육 특성

녹비종류	근생체중/주	근생체중(kg/10a)
네마황	6.15	486
네마장황	3.21	266
네마감초	4.77	623
하우스솔고	17.05	2,012

## 7. 참고문헌

- 농촌진흥청. 2007. 자운영 이용 친환경쌀 생산기술  
 전라남도농업기술원. 2007. 시험연구보고서.  
 전남대학교. 2007. 친환경농업연구사업단 보고서

이 자료는 농촌진흥청과 전남대학교 친환경농업연구사업단 연구비로 추진된 연구결과입니다.