

사업구분 : 기본연구	Code 구분 : LS00902	농산물안전성(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
유기농업 토양 및 작물영양관리 연구	'03~'07	경기도원 환경농업연구과 원태진(229-5823)
작물영양관리 유기자재 효과검증 시험	'04~'06	경기도원 환경농업연구과 원태진(229-5823) (참여연구원) 강창성, 노안성
색인용어	유기농업, 유기자재, 천연액비, 시설상추	

ABSTRACT

Experiment I was conducted to investigate chemical characteristics of 13 liquid nutrients made from organic materials offered by Korea Organic Farming Association from 2004 to 2006. Manufacturing process of Liquid nutrients was to mixture pyroligneous liquor 5 liter and organic materials 1kg, such as peat, jade stone powder, oil cake, fish meal, bone meal, bone ashes, and etc. Mixed Liquid nutrients was analyzed after storing in normal temperature room for 7days. Most liquid nutrients showed low pH and nutrient contents

Experiment II was conducted in 2006 to examine the optimum application rate of mixed liquid nutrients(MLU) by offered Korea Organic Farming Association for lettuce cultivation in plastic film house. Application levels of MLU fertigation were 400, 200, 133-fold diluted concentrations and fertigated by drip-irrigation system controlled in the range of 25~15kPa of soil water potential. EC and NO₃-N showed higher in MLU treatments than that in soil test treatment. The amount of nutrients absorbed by lettuce was high by increasing the MLU concentrations and grow stage. Decreased weight loss of lettuce in soil test treatment was lower than other treatments. Lettuce yield of MLU treatments was similar to that of soil test treatment.

Key words : Liquid nutrients, organic materials, Mixed Liquid nutrients

1. 연구목표

최근들어 환경오염을 줄이고, 안전한 농산물을 생산하기 위해 유기농법과 같은 방법으로 농약과 비료 등을 줄이면서 다양한 종류의 무기 및 유기 천연물질을 농업 생산에 이용하려는 시도가 증가하고 있다. 이러한 것들 중에는 광석을 이용한 경우에서부터 나무를 태울 때 발생하는 수분

과 연기를 모아 만든 목초액과 농림수산부산물에 이르기까지 다양한 종류 및 형태가 있다.

이러한 자재 중에는 효과가 검증되지 않은 물질이 많아 경우에 따라서는 식물체에 피해를 주기도 하지만 많은 농가에서는 토양개량 및 작물생육면에서 가능성이 있는 자재들과 병해충 관리를 위한 자재로 인정하여 사용되고 있다.

본 실험에서는 현재 농가에서 액비원료로 많이 쓰이면서 친환경농업육성법에 명시된 친환경자재인 목초액 등 13종에 대해 양분특성과 혼합액비의 상추이용효과를 시험하였다.

2. 재료 및 방법

〈시험 1〉은 “천연액비 원료별 성분평가 시험”으로 2004년도부터 2006년 까지 한국유기농업협회로부터 유기농 실천농가에서 액비원료로 자가제조하고 있는 유기농자재 13종을 제공받아 성분을 조사하였다. 성분평가 방법은 유기농자재(건물상)상태와 액비화한 상태로 나누어 분석하였으며, 액비제조방법은 목초액 5L에 농자재 1kg을 혼합하여 7일이상 상온보관한 후 분석하였다. 그리고 액비제조 당시와 액비제조 60일후, 액비제조 120일후 각각 분석하여 성분변화를 검토하였다. 액비의 화학성분 분석중 pH는 액비상태로 pH meter(ATI orion 370)로 측정하였으며, 전질소와 양이온은 습식분해하여 증류법과 ICP(GBC integra XMP)를 이용하여 분석하였다. 그 외 중금속도 양이온과 동일한 방법으로 분석하였다.

〈시험 2〉는 “천연 혼합액비 사용효과 시험”으로 2006년에 경기도농업기술원의 시설재배지(비가림 하우스)에서 천연 혼합액비의 화학비료 대체 사용효과를 검토코자 수행하였다. 시험포장의 토양화학성은 표 1과 같이 봄시험의 경우 Electrical Conductivity(EC)는 1.75로 경기도 평균 EC 4.2 dS m⁻¹(RDA, 2004)에 비해 낮은 토양이었으며 Av.P₂O₅은 705mg kg⁻¹로 다소 높은 토양이었다. 가을시험전 토양은 동일 하우스에서 시험구를 혼합하여 로터리를 친 후 토양화학성은 EC가 2.89dS m⁻¹, Av.P₂O₅은 1177mg kg⁻¹로 증가하였다. 시험에 사용한 천연혼합액비는 어분, 깻묵, 콩분, 오징어껍질, 옥분을 동량으로 혼합한 량에 5배량의 죽초액을 혼합한 액비로서 화학성은 표 2와 같다. 전질소함량이 2200 mg L⁻¹이고 칼슘이 3358 mg L⁻¹이었다. 시험액비의 기비로 사용한 깻묵의 화학성은 표 2와 같다.

표 1. 시험전 토양의 화학성

구분	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. Cations(cmol kg ⁻¹)			SO ₄ (mg kg ⁻¹)	Cl (mg kg ⁻¹)
						K	Ca	Mg		
봄시험	6.0	1.75	22.4	157	705	1.1	7.8	2.4	172	99
가을시험	6.3	2.89	20.5	106	1177	1.0	8.0	2.4	200	409

※ 상추 시비처방(봄 시험 : N-P₂O₅-K₂O=11.1-0-11.9kg 10a⁻¹)
(가을시험 : N-P₂O₅-K₂O=5.5-0-12.8kg 10a⁻¹)

표 2. 시험재료의 화학성

시험재료	pH (1 : 5)	EC (dS m ⁻¹)	T-N (mg l ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg l ⁻¹)	K ₂ O (mg l ⁻¹)	CaO (mg l ⁻¹)	MgO (mg l ⁻¹)	Na ₂ O (mg l ⁻¹)
액 비	4.6	21.02	2200	970	1170	3358	571	517

시험재료	OM (%)	T-N (%)	OM/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	수분 (%)
깻 목	80.9	6.38	12.7	2.54	1.13	0.87	0.74	10.9

처리내용은 토양검정시비를 대조로 무시용구, 깻목 토양검정질소 해당량 시용구와 깻목 토양검정질소 해당량을 기비로 주고 각각 천연혼합액비 400배, 200배, 133배액 관주시용의 6처리리를 두었다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 깻목은 시험작물 정식 1주 전에 포장에 전면 살포한 후 경운 및 정지하였다. 시험에 사용한 상추 품종은 적축면상추로서 1차 봄시험 재배기간은 4월 11일 ~ 6월 13일까지, 2차 가을시험 재배기간은 8월 29일 ~ 10월 20일까지 재배하였으며, 재식거리는 25×25cm이었다. 화학비료 3요소 시용량은 작물별 시비처방기준(NIAST, 1999)에 의거 토양검정에 의한 추천량을 주었다(표 1).

관개방법은 시험구의 중앙에 상추 정식 1일전 Tensiometer(Daiki-3161)를 토심 15cm 지점에 묻고 점적호스를 이용하여 관개하였다. 각 처리구별로 유량계를 설치하여 관개시 천연혼합액비 관개량과 동일량의 물을 무처리, 토양검정시비, 깻목시비구를 관개하였고, 상추 정식 당일에는 시험구 모두 충분히 관개하고 그 후부터는 -33kPa을 관개시점으로 하여 관리하였다.

토양 및 식물체 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 1988)에 준하였다. 토양은 시료를 음건시킨 후 고무망치로 조심스럽게 분쇄하여 2mm 체를 통과시킨 것을 분석시료로 하였다. EC는 건토와 증류수를 1 : 5(w/v) 비율로 혼합하여 30분간 진탕한 후 여액을 EC meter(ATI orion 170)로 측정하였으며, NO₃-N는 2 M KCl 용액으로 침출하여 Kjeldahl법으로, pH는 시료와 증류수를 1 : 5(w/v) 비율로 혼합하여 pH meter(ATI orion 370)로 측정하였으며, Av.P₂O₅ 함량은 Lancaster법에 따라 분광분석기(GBC Cintra 40)로 비색 정량하였고, Exchangeable Cations는 1N-NH₄OAC(pH 7.0) 완충용액으로 침출하여 ICP(GBC Integra XMP)로 정량하였다. Cl은 EC를 조사한 후 0.01N-AgNO₃로 적정하였으며, Av.SO₄는 비탁법으로 정량하였다. 상추와 유기물의 전질소는 시료를 습식분해하여 Kjeldahl법으로 분석하였고, 기타는 농촌진흥청 농업기술연구소 토양화학분석법(IAS, 1998)에 준하였다.

3. 결과 및 고찰

〈시험 1〉 원료별 유기액비 성분평가 시험

농가 자가제조액비의 주원료인 이탄, 소성패화석 등 12종에 대한 원자재와 죽초액의 주요 성분함량은 표 3과 같다. 전질소함량은 어분, 오징어분, 콩분 순으로 높아 5.90~7.57% 함량을 보였으나 대부분의 자재는 1%이하로 낮았다. 인산함량은 골회와 골분에서 각각 40.06, 19.39%로 매우 높은 함량을 보였으며 게껍질, 깻묵, 어분도 2~3%함량을 보였다. 칼리함량은 장석분이 2.71%로 높은 함량을 보였고 다음으로 콩분과 깻묵에서 1% 함량을 보였다. 칼슘함량은 골회, 소성패화석, 옥분 순이고, 마그네슘은 옥분, 골회, 게껍질 순으로 함량이 높았다. 그리고, 미량성분함량은 표 4와 같다. 나트륨함량은 게껍질에서 1.27%로 가장 높았고 다음으로 오징어분, 골분 순이고, 철함량은 풍화맥반석에서 0.59%, 이탄에서 0.45%로 높았다. 아연함량은 오징어분과 골회에서 0.03%로 높았으며, 망간함량은 소성패화석과 풍화맥반석에서 0.03%로 높았고, 구리는 죽초액을 비롯한 모든 원자재에서 0.01%이하로 낮은 함량을 보였다.

표 3. 친환경농자재별 주요성분함량

(단위 : %)

친환경농자재	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
죽 초 액	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00
이 탄	0.54	0.06	0.09	1.17	0.27
소성패화석	0.19	0.31	0.16	14.60	0.71
게 껍 질	3.83	3.07	0.66	9.00	0.82
옥 분	0.06	0.05	0.17	12.88	14.75
깻 목	5.22	2.49	1.13	0.82	0.86
어 분	7.57	2.37	1.11	1.87	0.31
콩 분	4.67	19.39	0.17	10.45	0.54
골 회	0.04	40.06	0.03	15.22	1.29
오징어분	6.54	1.54	0.82	2.28	0.38
콩 분	5.90	1.48	1.98	0.32	0.42
풍화맥반석	0.03	0.12	0.25	0.57	0.29
장 석 분	0.04	0.12	2.71	12.11	0.37

표 4. 친환경농자재별 미량성분함량

(단위 : %)

친환경농자재	Na ₂ O	Fe	Zn	Mn	Cu
죽 초 액	0.02	0.00	0.00	0.00	0.000
이 탄	0.10	0.45	0.00	0.00	0.002
소성패화석	0.48	0.21	0.01	0.03	0.002
계 껍 질	1.27	0.08	0.01	0.01	0.004
옥 분	0.02	0.29	0.00	0.02	0.000
깻 목	0.02	0.01	0.01	0.01	0.004
어 분	0.54	0.11	0.00	0.01	0.005
골 분	0.89	0.01	0.01	0.00	0.000
골 회	0.78	0.16	0.03	0.01	0.002
오징어분	1.05	0.15	0.03	0.01	0.001
콩 분	0.02	0.01	0.01	0.00	0.000
풍화맥반석	0.08	0.59	0.00	0.03	0.000
장 석 분	0.17	0.20	0.00	0.01	0.003

원료상태의 친환경농자재를 액비화하기 위해 죽초액 5리터에 친환경농자재 1kg을 혼합하여 7일간 상온보관 후 주요성분함량과 미량성분함량은 표5와 표6과 같다. 친환경농자재로 제조한 액비의 주요성분함량은 pH의 경우 대부분 자재에서 pH 5이하로 낮았으며 소성패화석액과 옥분액은 pH 5~6으로 안정하였다. 질소함량은 대부분 자재에서 0.1%이하로 낮았으나 어분액, 오징어분액, 골분액은 0.2~0.3%로 높았으며, 인산함량이 높은 자재는 골회액, 깻목액, 어분액으로 0.2~0.8% 함량을 보였고, 칼리함량이 높은 자재는 콩분액, 오징어분액, 깻목액으로 0.25~0.36% 함량을 보였다. 칼슘함량이 높은 자재는 계껍질액, 옥분액, 소성패화석액으로 0.26~0.46% 함량을 보였으며, 마그네슘함량이 높은 자재는 골회액, 옥분액, 깻목액으로 0.09~0.15% 함량을 보였다.

미량성분함량은 나트륨의 경우 계껍질액, 어분액, 골분액에서 0.12~0.23%로 높은 함량을 보였다. 철은 풍화맥반석액, 어분액, 오징어분액에서 다른 액비에 비해 101~793mg l^{-1} 으로 높은 함량을 보였으며, 붕소, 아연, 망간, 구리는 대부분 액비에서 100mg l^{-1} 이하의 낮은 함량을 보였다.

표 5. 친환경농자재로 제조한 액비의 주요성분 함량

(단위 : %)

액비명	pH	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
이 탄 액	2.9~3.4	0.01~0.03	0.00~0.002	0.03~0.04	0.06~0.09	0.01~0.02
소성패화석액	5.7~6.0	0.02~0.05	0.01~0.012	0.05~0.08	0.26~0.35	0.02~0.03
계껍질액	4.2~5.4	0.08~0.16	0.04~0.18	0.13~0.19	0.38~0.46	0.05~0.11
옥 분 액	5.3~6.5	0.02~0.04	0	0.05~0.07	0.37~0.40	0.12~0.15
깻 목 액	3.5~4.3	0.14~0.18	0.40~0.43	0.25~0.28	0.06~0.10	0.09~0.10
어 분 액	3.7~4.3	0.27~0.33	0.27~0.31	0.18~0.22	0.10~0.12	0.04~0.041
골 분 액	4.1~4.5	0.18~0.20	0.22~0.34	0.08~0.11	0.09~0.19	0.05~0.06
골 회 액	3.8~3.9	0.02	0.18~0.84	0.07~0.08	0.08~0.26	0.13~0.14
오징어분액	3.6~3.7	0.22~0.25	0.18~0.20	0.26~0.28	0.12~0.13	0.03~0.04
콩 분 액	3.4~3.8	0.11~0.15	0.07~0.10	0.25~0.36	0.01~0.05	0.03~0.04
풍화맥반석액	2.8~2.9	0.01~0.03	0~0.005	0.05~0.06	0.02~0.04	0.01~0.011
장석분액	2.6~2.8	0.02~0.03	0~0.003	0.08~0.23	0.01~0.02	0.00~0.01

※ 액비화학적 : 죽초액 5리터에 친환경농자재 1kg을 혼합하여 7일간 상온보관후 분석

표 6. 친환경농자재로 제조한 액비의 미량성분 함량

액비명	Na ₂ O (%)	B (mg l ⁻¹)	Fe (mg l ⁻¹)	Zn (mg l ⁻¹)	Mn (mg l ⁻¹)	Cu (mg l ⁻¹)
이탄액	0.03~0.05	0.4~5	12~412	0~12	0~11	0~157
소성패화석액	0.04~0.06	3~11	71~503	6~15	27~157	0
계껍질액	0.13~0.23	0.2~5.5	69~143	0~26	3~32	0
옥분액	0.02~0.04	0~8	74~194	0~20	47~126	0
깻목액	0.02~0.03	3~6	9~60	12~19	6~84	0
어분액	0.13~0.14	0~3	129~491	0~16	3~66	0
골분액	0.12~0.15	0~3	37~90	0~31	2~5	0
골회액	0.11~0.13	0.5~7	65~349	12~37	2~6	0
오징어분액	0.11~0.13	0.5~12	101~404	0~29	13~26	0
콩분액	0.02~0.04	0.4~7	40~107	0~17	6~10	0
풍화맥반석액	0.03~0.04	0.1~3	102~793	0~18	6~523	0
장석분액	0.03~0.04	0~4	38~2155	0~15	5~46	0

※ 액비화학적 : 죽초액 5리터에 친환경농자재 1kg을 혼합하여 7일간 상온보관후 분석

친환경농자재 액비는 보관하면서 주기적으로 사용하고 있다. 따라서, 액비성분의 보관에 따른 안정성이 있는지 실내에서 상온보관 60일후, 120일후 분석을 하였다(표 7). 제조당시와 제조 60일후(자료생략), 제조 120일후 주요성분별 변화는 대부분 액비에서는 없었으나, 골회액은 인산함량이 보관일수가 경과할수록 감소하였고, 장식분말액은 칼리함량이 감소하였다. 따라서 죽초액을 이용한 유기농자재의 액비화시 양분성분별 고함유 액비를 구명하였으며 대부분의 자재에서 120일까지 성분의 안정성이 있었다.

표 7. 친환경농자재 액비제조 120일후 주요성분의 변화 (단위 : $\text{mg } \ell^{-1}$)

구분	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
죽초액	300	2	696	0	0	274
죽초액(제조 120일후)	240	0	617	11	0	242
이탄액	200	2	444	647	159	373
이탄액(제조 120일후)	180	0	395	645	143	356
소성패화석액	300	124	771	3,481	277	521
소성패화석액(제조 120일후)	210	45	637	3,537	180	444
계깍질액	800	1,848	1,291	4,642	503	1,264
계깍질액(제조 120일후)	990	1,831	1,127	3,096	396	1,102
옥분액	200	5	710	3,976	1,391	270
옥분액(제조 120일후)	240	0	633	3,543	1,183	242
깻묵액	1,400	4,016	2,829	597	1,032	259
깻묵액(제조 120일후)	1,220	3,935	2,534	848	878	231
어분액	2,700	2,735	2,056	1,173	390	1,300
어분액(제조 120일후)	2,540	2,623	1,886	1,068	324	1,187
골분액	1,800	3,449	1,047	1,882	534	1,235
골분액(제조 120일후)	1,840	3,390	935	1,846	467	1,113
골회액	200	8,390	707	2,638	1,309	1,098
골회액(제조 120일후)	210	2,276	644	1,261	1,119	994
오징어분액	2,200	1,798	2,575	1,245	334	1,058
오징어분액(제조 120일후)	2,210	1,583	2,311	1,042	290	953
콩분액	1,100	726	3,064	157	293	231
콩분액(제조 120일후)	1,290	742	3,102	186	277	227
풍화맥반석액	300	24	618	258	103	337
풍화맥반석액(제조 120일후)	220	15	492	249	59	319
장석분액	300	34	2,308	114	87	275
장석분액(제조 120일후)	220	20	729	108	16	237

〈시험 2〉 천연혼합액비 시용효과 시험

가. 봄시험

1) 토양화학성 변화

천연혼합액비를 시용한 후 토양중 NO₃-N함량을 조사한 결과는 표 8과 같다. 무처리와 토양검정시비구의 시험후 NO₃-N함량은 각각 37, 60mg kg⁻¹으로 시험전 157mg kg⁻¹에 비해 감소하였으나 액비처리구는 액비농도가 400배, 200배, 133배액으로 높아질수록 각각 195, 285, 309mg kg⁻¹으로 NO₃-N함량이 증가하는 경향을 보였다.

표 9는 토양중 EC을 조사한 결과로서 NO₃-N함량의 처리별 경시적 변화와 비슷한 경향을 보였다. 무처리구, 토양검정시비구, 깻묵구의 EC은 시험전 1.75dS m⁻¹과 시험후 비슷하거나 약간 높은 수준이었으나, 액비처리구는 액비농도가 높을 수록 EC는 시험전에 비해 시험후 2~3정도 증가하는 경향을 보였다. 이러한 액비처리구에서 토양중 NO₃-N함량과 EC의 증가는 깻묵처리만으로도 무처리와 토양검정시비보다 높았으나, 액비를 관주형태로 추가 사용하여 정식일수가 증가할수록 염류집적이 되었다.

표 8. 토양중 NO₃-N 함량의 경시적 변화 (단위 : mg kg⁻¹)

처리내용	시험전	정식후 30일	정식후 60일	시험후
토양검정시비		33	54	60
무처리		25	18	37
깻 목	157	58	124	119
깻묵 + 액비 400배액		96	175	195
깻묵 + 액비 200배액		115	344	285
깻묵 + 액비 133배액		128	199	309

표 9. 토양중 EC의 경시적 변화 (단위 : dS m⁻¹)

처리내용	시험전	정식후 30일	정식후 60일	시험후
토양검정시비		0.94	1.44	1.97
무처리		0.84	1.67	1.73
깻 목	1.75	1.17	2.02	2.13
깻묵 + 액비 400배액		1.61	2.62	3.61
깻묵 + 액비 200배액		2.13	2.78	4.81
깻묵 + 액비 133배액		1.59	2.63	4.44

2) 식물체 양분함량과 질소흡수이용율 변화

상추 식물체분석을 통해 양분함량을 조사한 결과는 표 10과 같다. 정식후 30일에는 식물체중 질소, 인산, 칼리함량이 액비처리구와 토양검정시비구와 비슷한 경향을 보였으나, 정식후 60일에는 액비처리구가 토양검정시비구보다 식물체중 양분 함량이 높았다. 따라서 액비처리구에서 시험후 상추 건물중과 질소흡수이용율이 액비농도가 높을수록 증가하는 경향을 보였다(표 11).

표 10. 상추 식물체의 양분함량

(단위 : %)

처리내용	정식후 30일			정식후 60일		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
토양검정시비	1.25	0.45	2.02	1.34	0.47	2.74
무처리	1.03	0.42	1.71	0.97	0.37	1.89
깻 목	1.43	0.55	2.15	1.29	0.49	2.58
깻목 + 액비 400배액	1.35	0.61	1.85	1.23	0.42	2.15
깻목 + 액비 200배액	1.25	0.53	2.00	1.49	0.59	2.74
깻목 + 액비 133배액	1.32	0.56	1.86	1.59	0.64	2.96

표 11. 상추 건물중과 질소흡수이용율

처리내용	건물중 (kg 10a ⁻¹)	질소흡수이용율 (%)
토양검정시비	205	25.2
무처리	142	-
깻 목	204	25.6
깻목 + 액비 400배액	176	16.1
깻목 + 액비 200배액	210	23.5
깻목 + 액비 133배액	221	27.1

3) 시험후 토양미생물 변화

천연혼합액비 농도별 처리에 의한 시험후 토양미생물상을 조사한 결과는 표 12와 같다. 처리별 사상균, 방선균, 호기성세균의 밀도는 처리간 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

표 12. 시험후 토양미생물상

(단위 : cfu dry soil 1g⁻¹)

처리내용	사상균($\times 10^4$)	방선균($\times 10^6$)	호기성세균($\times 10^7$)
토양검정시비	8.9	4.3	6.8
무처리	8.6	6.9	3.2
깻 목	7.5	4.9	5.7
깻목 + 액비 400배액	7.7	5.5	4.2
깻목 + 액비 200배액	8.3	3.8	4.0
깻목 + 액비 133배액	9.3	5.2	3.9

4) 저장특성

상추 저장후 10일, 20일, 30일에 신선도와 중량감모율을 조사한 결과는 표 13과 같다. 천 연혼합액비 처리구는 저장 10일까지 토양검정시비에 비해 중량감모가 2~3% 높았으며, 저장기간이 경과할수록 처리간 차이를 보이지 않았으나 액비농도가 증가할수록 신선도는 낮아지고, 중량감모율은 증가하는 경향이였다.

표 13. 상추 저장기간별 신선도와 중량감모율

처리내용	저장 10일후		저장 20일후		저장 30일후	
	신선도 [↓]	중량감모율 (%)	신선도	중량감모율 (%)	신선도	중량감모율 (%)
토양검정시비	8	4.15	5.3	11.70	2.7	20.61
무처리	8	7.32	4.0	13.56	3.3	17.60
깻 목	8	7.48	4.0	15.88	2.0	21.23
깻목 + 액비 400배액	8	6.05	5.3	10.30	2.7	17.92
깻목 + 액비 200배액	8	6.08	4.0	12.64	2.0	18.60
깻목 + 액비 133배액	8	7.76	4.0	13.78	2.0	20.55

[↓] : Minamide 육안검사 - 10 : 매우신선, 8 : 신선, 6 : 판매가능, 4 : 식용 가능, 2 : 식용불능, 0 : 부패, 변질
- 저장온도 : 4℃, 저장방법 : 골판지상자 보관

5) 상추수량, 시험후 토양화학성과 그리고 엽중 NO₃함량

상추 시험후까지 총수량과 시험후 토양화학성 그리고 엽중 NO₃함량을 조사한 결과는 표 14와 같다. 상추 총수량은 토양검정시비를 대조로 깻목처리는 대등하였고 추가로 액비 400배액을 관주시 14% 감수하였으나, 액비 200배액과 133배액을 추가하여 관주시 각각 2%, 8% 증수하였지만 처리간 통계적 차이는 보이지 않았다. 또한 깻목과 액비를 처리하여 상추수량은 약간 증가하였으나 액비처리는 관주에 필요한 시설비와 재료비의 추가 비용을 감안할 때 경제성은 없는 것으로 판단되였다.

표 14. 상추수량, 시험후 토양화학성과 엽중 NO₃ 함량

액비종류	총수량 (kg 10a ⁻¹)	토양화학성				엽중 NO ₃ (mg kg ⁻¹)
		EC (dS m ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	K (cmol kg ⁻¹)	
(시험전토양)		1.75	705	157	1.08	-
토양검정시비	3,063ab(100)	1.97	1053	60	1.00	1,288 b
무처리	2,126 b (69)	1.73	1056	37	0.91	1,066 b
갯 목	3,043ab (99)	2.13	1051	119	1.06	1,323 b
갯목 + 액비 400배액	2,626ab (86)	3.61	1168	195	0.91	1,461 b
갯목 + 액비 200배액	3,136ab(102)	4.81	1063	285	0.94	2,433 a
갯목 + 액비 133배액	3,294 a(108)	4.44	1161	309	1.11	2,325 a

LSD(0.05) 1,269.3

CV (%) 11.90

나. 가을시험

1) 토양화학성 변화

천연혼합액비를 사용한 후 토양중 NO₃-N함량을 조사한 결과는 표 14와 같다. 무처리와 토양검정시비구와 갯목처리구의 시험후 NO₃-N함량은 각각 227, 217, 193mg kg⁻¹으로 시험전 106mg kg⁻¹에 비해 다소 증가하였다. 이는 봄시험후 토양을 혼화후 동일 포장에서 가을시험한 결과로 생각되며, 액비처리구의 NO₃-N함량은 시험전에 비해 3배가량 증가하였으며 농도간에 차이는 없었다. 표 15는 토양중 EC을 조사한 결과로서 NO₃-N함량의 처리별 경시적 변화와 비슷한 경향을 보였다. 무처리구, 토양검정시비구, 갯목구의 EC는 시험전 2.95dS m⁻¹보다 시험후 약간 높은 수준이었으나 액비는 처리에 비례하여 시험후 EC가 증가하는 경향을 보였고, 봄시험과 마찬가지로 재배일수 경과에 따른 관주횟수 증가에 따라 염류집적이 많아졌다.

표 14. 토양중 NO₃-N 함량의 경시적 변화

(단위 : mg kg⁻¹)

처리내용	시험전	정식후 30일	정식후 60일	시험후
토양검정시비		321	260	217
무처리		283	177	227
갯 목		287	215	193
갯목 + 액비 400배액	106	570	387	317
갯목 + 액비 200배액		696	419	340
갯목 + 액비 133배액		604	440	296

표 15. 토양중 EC의 경시적 변화

(단위 : dS m⁻¹)

처리내용	시험전	정식후 30일	정식후 60일	시험후
토양검정시비		5.20	5.27	5.27
무처리		3.87	3.60	4.64
깻 목	2.95	4.28	4.01	4.09
깻목 + 액비 400배액		6.38	5.91	6.47
깻목 + 액비 200배액		6.85	6.04	6.11
깻목 + 액비 133배액		7.52	6.90	7.06

2) 식물체 양분함량과 질소흡수이용율 변화

상추 식물체분석을 통해 양분함량을 조사한 결과는 표 16과 같다. 정식후 30일에는 식물체중 질소, 인산, 칼리함량이 액비처리구와 토양검정시비구와 비슷한 경향을 보였으나, 정식후 60일에는 액비처리구가 토양검정시비구보다 식물체중 질소 함량이 다소 높았다. 따라서, 액비처리구에서 시험후 상추 건물중과 질소흡수이용율이 액비농도가 높을수록 증가하는 경향을 보였다(표 17).

표 16. 상추 식물체의 양분흡수량

(단위 : kg 10a⁻¹)

처리내용	정식후 30일			정식후 60일		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
토양검정시비	1.47	0.56	2.47	1.82	0.68	2.16
무처리	1.59	0.61	2.55	1.54	0.55	2.76
깻 목	1.48	0.56	2.44	1.79	0.71	1.62
깻목 + 액비 400배액	1.61	0.63	2.58	1.82	0.79	1.98
깻목 + 액비 200배액	1.50	0.58	2.13	2.06	0.85	1.86
깻목 + 액비 133배액	1.42	0.52	2.27	2.22	0.84	2.07

표 17. 상추 건물중과 질소흡수이용율

처리내용	건물중(kg 10a ⁻¹)	질소흡수이용율(%)
토양검정시비	150	2.0
무처리	147	-
깻 목	156	9.2
깻목 + 액비 400배액	152	4.4
깻목 + 액비 200배액	157	9.1
깻목 + 액비 133배액	166	13.2

3) 상추수량, 시험후 토양화학성과 그리고 엽중 NO₃함량

상추 시험후까지 총수량과 시험후 토양화학성 그리고 엽중 NO₃함량을 조사한 결과는 표 18과 같다. 상추 총수량은 2,400 ~ 2,700kg 10a⁻¹로 처리간 통계적 차이를 보이지 않았다. 그러나, 봄시험결과와 마찬가지로 깻묵 기비처리와 액비를 관주처리하여 상추수량은 약간 증가하였으나 깻묵 단용처리 수량효과에 비해 액비관주에 필요한 시설비와 재료비의 추가 비용에 따른 효과는 없는 것으로 판단되었다. 또한 토양중 EC와 NO₃함량이 액비처리농도가 증가할수록 축적되어 토양화학성에 악영향을 나타내었다. 결과적으로 봄시험과 가을시험결과를 종합해보면 깻묵단용처리만으로도 토양검정시비와 대등한 수량을 보였으나, 액비를 추비개념으로 관주처리시 수량증대효과는 없이 토양염류집적을 일으킬 수 있으므로 액비는 질소시비 개념보다는 미량성분 공급 및 품질 측면에서 접근하는 것이 좋다.

표 18. 상추수량, 시험후 토양화학성과 엽중 NO₃ 함량

액비종류	총수량 (kg 10a ⁻¹)	토양화학성				엽중 NO ₃ (mg kg ⁻¹)
		EC (dS m ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	K (cmol kg ⁻¹)	
(시험전토양)		2.9	1178	106	1.03	
토양검정시비	2,454 a(100)	5.3	924	217	1.32	2,585 a
무처리	2,406 a(98)	4.6	914	227	1.07	1,536 b
깻 목	2,559 a(104)	4.1	967	193	1.18	2,486 a
깻묵 + 액비 400배액	2,499 a(102)	6.5	1046	317	1.09	2,690 a
깻묵 + 액비 200배액	2,566 a(105)	6.1	941	340	1.02	3,014 a
깻묵 + 액비 133배액	2,719 a(111)	7.1	980	296	1.24	3,086 a

LSD(0.05) 378.79

CV(%) 8.22

4. 적 요

〈시험 1〉 천연액비 원료별 성분평가 시험

2004년도부터 2006년 까지 한국유기농업협회로부터 유기농 실천농가에서 액비원료로 자재조하고 있는 유기농자재 13종에 대한 성분을 조사한 결과는 다음과 같다

가. 양분공급능이 많은 액비원료는 N의 경우 어분, 오징어분, 골분, P₂O₅는 골회, 깻묵, 어분, K는 오징어분, 깻묵, 콩분말, Ca는 계껍질, 옥분말, 소성패화석, Mg는 옥분말, 깻묵, 계껍질 순으로 나타났다.

나. 액비 제조 당시와 120일후 분석한 결과는 대부분 액비의 성분의 안정성을 보였으며, 골회액은 인산함량의 감소와 장석분액은 칼리의 감소하는 특성을 보였다.

〈시험 2〉 천연혼합액비 시용효과 시험

〈시험 1〉의 주요 유기농자재 5종을 혼합하여 제조한 천연혼합액비의 화학비료 대체 시용효과를 검토하고자 3요소 토양검정시비를 대조로 하여 무시용구, 토양검정질소해당 깻묵시용구, 토양검정질소해당 깻묵 시용구에 각각 천연혼합액비 400배, 200배, 133배액 관주시용 등 6처리를 두어 시설상추재배를 위해 포장시험한 결과는 다음과 같다.

1) 봄시험

- 가. 토양화학성은 EC와 NO₃함량이 토양검정시비에 비해 천연혼합액비처리구에서 농도가 증가할수록 축적되어 토양화학성에 악영향을 나타내었다.
- 나. 상추 식물체의 양분흡수량은 액비의 농도가 높고 재배기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.
- 다. 상추 저장기간별 중량감모율은 액비400배액에서 토양검정시비구에 비해 적게 나타났다며, 액비농도가 높을수록 중량감모가 크게 나타났다.
- 라. 액비구의 상추수량은 토양검정시비구와 통계적인 유의차이가 없었다.

2) 가을시험

- 가. 토양화학성은 EC와 NO₃함량이 토양검정시비에 비해 천연혼합액비처리구에서 농도가 증가할수록 축적되어 토양화학성에 악영향을 나타내었다.
- 나. 상추 식물체의 양분흡수량은 액비의 농도가 높고 재배기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.
- 다. 액비구의 상추수량은 토양검정시비구와 통계적인 유의차이가 없었다.

5. 인용문헌

- 김승환, 이상계, 신재훈, 이용환, 최두희, 이운정, 김한명. 2005. 국내 유기농업에서 유기물 적정 시용기술 확립 시험. 농업과학기술원 시험연구보고서. 89-100
- 김창배, 최성국, 이선형. 2003. 친환경농자재 사용 실태 조사 및 효과실증 시험. 경상북도농업기술원 시험연구보고서. 288-295
- 농업과학기술원, 전북도원. 1998. 민간 환경농업자재의 특성. 농촌진흥청 영농활용.
- 농업과학기술원. 2005. 친환경농업 허용자재 자료집.
- 농촌진흥청. 2004. 친환경·유기농업 영농활용 매뉴얼.
- 농촌진흥청. 2004. 농업환경변동 조사사업 보고서 : 8
- 농촌진흥청. 1999. 작물별 시비처방기준 : 55-56
- 농촌진흥청. 1998. 토양화학분석법.
- 방순배, 임상현, 함봉주, 정병찬, 이명규. 2000. 유기성 액비활용 과채류 관비재배 연구. 강

원도농업기술원 시험연구보고서. 167-173
주선중, 손상목, 김진한. 2001. 하우스 엽채류를 위한 관비재배용 유기액비 개발. 한국유기농업학회 9 : 83-99

6. 연구결과 활용제목

- 농가제조 친환경농자재 액비의 양분공급특성(2006, 영농활용)