

## 하우스 엽채류를 위한 관비재배용 유기액비 개발

주선종\* · 손상목\*\* · 김진한\*\*\*

충북농업기술원\* · 단국대학교 한국유기농업연구소\*\* · 충북대학교 원예학과\*\*\*

### Development of Organic Liquid Fertilizer for Leaf Vegetable under Greenhouse

Joo Seon-Jong\* · Sohn Sang-Mok\*\* · Kim Jin-Han\*\*\*

Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Korea\*

Research Institute of Organic Agriculture, Dan Kook University, Cheonan, Korea\*\*

Dept. of Horticulture, Chungbuk National University, Korea\*\*\*

〈 목 차 〉

ABSRTACT

I. 서 언

II. 재료 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 적 요

참고문헌

### ABSRTACT

This experiment was conducted to develop liquid fertilizer for leaf vegetable using the agricultural by-products such as dry chicken dropping, bone meal, rice bran, soybean oil cake and fish meal. Combination of 50% dry chicken dropping, 30% bone meal and 20% rice bran among several combinations of by-products was selected as materials for liquid fertilizer of head lettuce and cabbage. 50kg of materials with combination selected got mixed to 200 l of water, which kept under room temperature in greenhouse. EC and pH of fertilizer was stabilized after 35 days.

On the decrease of bad smell during fermentation, addition of materials such as bioceramics, woody vinegar and active charcoal was not effected. And on rapid fermentation, addition of microorganisms and sugar had a little effect, but decreased the

content of inorganic nutrients. Fertigation of liquid fertilizer developed on cabbage by dropping made head weight increased by 0.9kg per plant and nitrate content decreased by 276ppm in comparison with chemical fertilizer which was 3.5kg, and 2,426ppm, respectively. By use of organic liquid fertilizer developed in this experiment, yield of cabbage could be more obtained by 26% than in use of chemical fertilizer and income by 24%.

## I. 서 언

우리나라 농산부산물의 연간 발생량은 900만톤 정도로 유지될 것으로 기대되며, 유기성 폐기물의 발생량은 3억톤 이상으로 그 양이 계속 증가 추세이나 재활용율이 낮아 토양, 대기 및 수질 오염의 원인이 되고 있다(정, 1995). 이러한 가축분뇨를 유기질 및 부산물 비료로 재활용하면 환경보전과 더불어 생물종의 다양성을 증가시켜 농약 사용을 줄이고(김, 1995), 화학비료 대체에 의한 비용 절감 및 유기성 비료의 시용에 의한 토양 물리화학적 개선 그리고 농산물 품질 향상 등의 효과를 기대할 수 있다.

시설채소 재배지는 강우가 차단된 상태에서 연중 다기작으로 장기간 재배되면서 화학비료와 합성농약을 과도하게 의존하여 매년 사용량 증가되면서 지력이 저하되고 있다(황, 1998; 홍 등, 1998). 또한 관비재배 하우스 업체류는 화학비료 및 가축분퇴비를 과다 시용하고 있어 안전성이 낮은 농산물을 생산하고 있다(손, 1994). 다수확을 목표로 한 농업정책으로 인하여 과다한 화학비료 시용과 최근에 대단위 축산업에서 발생하는 가축분 퇴비를 시설재배지에 매 작기마다 적정 시비량을 상회하는 무분별한 질소원의 시용으로 NO<sub>3</sub>에 의한 토양과 지하수 등의 오염뿐만 아니라 작물체 가식부 내의 NO<sub>3</sub> 집적으로 농산물의 안전성에도 위협을 주고 있다(손 등, 1993; 윤 등, 1993).

최근 환경친화형 농업의 필요성이 강조되면서 농업환경의 보존을 위하여 퇴비나 가축분뇨 및 농산부산물 등의 유기물을 시설재배지에 사용하여 유기물과 비료성분을 보급하여 지력의 유지 및 증진을 도모하고 있다. 그러나 시중에 유통중인 유기질 및 부산물 비료 가격은 화학비료에 비하여 비싼 편으로 가격이 저렴하게 공급되는 무허가 불량퇴비 또는 도시 폐기물이나 산업 폐기물을 직접 사용하여 피해가 빈발하고 있다(정, 1995).

한편 우리나라의 가축분뇨는 액비로 이용하는 비율이 적고 거의 퇴비로 활용하고 있어 퇴비화를 위한 수분조절제인 부자재로 토양이 과부하 할 우려가 있어 토양에 부담을 줄이고 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 가축분뇨를 혐기소화시스템으로 처리하여야만 분의 잔사를 50%전도 감량화 할 수 있고, 이때 발생하는 메탄가스는 에너지로 활용하므로 지구 온난화의 원인이 되는 가스의 발생량도 줄일 수 있다(정, 1995). 혐기성 발효시 1단계로 산 박테리아가

활동하여 유기산,  $H_2$ ,  $CO_2$ 를 생성하고 다음단계로 메탄균이 작용하여 메탄가스가 생성되므로 에너지를 얻을 수 있으며 혐기발효 후 악취물질도 분해되기 때문에 가축분뇨 처리법으로 적절히 이용되고 있다.

농산부산액비의 부숙 안정화 과정 중 혐기정지 상태에서 발생하는 악취로는 유황화합물인 황화수소( $H_2S$ )와 질소화합물인 암모니아( $NH_3$ ), 메틸메르캅탄( $CH_3SH$ ) 등이 있으며 특히 휘발성 지방산은 BOD의 주요 구성원으로서 휘발성 지방산의 생성과 제어방법의 연구는 그동안 여러 연구자에 의하여 보고 되어졌다(Lindall, T. 등, 1974; Sierk F. 등, 1997; Hiroishi Tanaka 등, 1991; Lee. M. G. 등, 1992).

악취물질 중 황화수소는 아주 적은 농도에서도 악취를 느낄 수 있으며 산성계열로 물에 녹는 수용성이며 암모니아는 염기성을 띠는 물질로서 물에 녹는 수용성물질이다. 유기액비 발효 과정 중 발생하는 악취를 제거하기 위해 중화제, 박테리아와 효소, 흡착제, 사료첨가제, 화학적 악취저감제 등이 이용되고 있으며(William F. Ritter., 1981), 특히 악취탈취제로 널리 이용되고 있는 활성탄은 흡착력이 크고 다공성으로 계분에서 발생하는 암모니아와 이산화탄소를 흡착 분해하여 탈취제로 이용되고 있다. 한편 목초액은 80~90%가 수분이고 10~20%가 약 200여종의 화합물로 이루어져 있으며 알콜류, 에스텔류, 산류, 페놀류, 알데히드류 등의 유기물도 포함되어 있다. 그 중 함유율이 높은 것은 초산으로 미생물 번식을 활성화시키며 암모니아류를 중화하여 강한 냄새제거 작용을 나타내므로 닭똥냄새도 목초액은 효율적으로 없앨 수 있다고 하였다(안, 1998). 바이오세라믹은 원적외선 방사율이 93~98%로 원적외선 파장범위는 4~14 $\mu m$ 이다. 유기화합물로 구성된 모든 생체는 4~15 $\mu m$ 에 해당하는 고유 흡수 파장대를 가지고 있어 유기물 또는 섬유질 등에 투사된 원적외선과 공진 현상을 일으켜 활성화되기 때문에 신진대사촉진과 생물의 성장촉진으로 생체내 효소가 활성화되어 박테리아 침식 억제 효과가 있다(한, 1992; 김, 1992; 송 등, 1995).

농산부산액비의 속성 부숙을 위하여 저분자 물질의 기질 이용성이 뛰어난 혐기미생물 접종 방안으로 연못, 논, 토양 등 자연계에 널리 존재하는 광합성 세균이 보고되고 있다(Kitamura, H., 1982). 광합성세균은 생육특성상 호기, 혐기, 암, 명, 미호기의 조건에서 다양한 유기물을 이용하여 증식이 가능하여 아미노산, 당류, 특히 저급지방산 가운데 초산, 프로피온산 등의 저분자 물질에 대한 분해능력이 높은 것으로 알려졌다. 한편 설탕은 유기물 발효중 미생물의 속효성 먹이가 될 수 있어 유기액비 제조시 이용되고 있다.

따라서 본 연구는 농축산부산물을 이용한 환경 친화적 유기발효액비의 제조, 시용 기준 설정 및 악취저감과 속성 부숙기술을 개발하여 신선채소 고품질 안전농산물 생산기술을 확립하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 하우스 엽채류 관비용 농산부산물 유기발효 액비 조합 선발

#### 가. 농산부산물 유기발효액비 제조

시험재료는 케이지에서 사육한 산란계 전조계분과 연암물산의 원양어분, 제일제당(주) 대두박, 흥창산업의 돼지뼈 증제골분, 생쌀겨를 수집하여 공시재료로 이용하였다. 20ℓ 항아리에 계분, 골분, 대두박, 어분, 쌀겨 등의 액비 원료를 각각 3kg을 물 12ℓ와 섞어 넣고, 상온에서 45일간 혐기발효 시키면서 5일 간격으로 일정시간에 발효액비의 온도 및 pH와 EC를 측정하였다. 온도와 pH는 TPS(MC-80) 수소이온농도 측정기를 사용하였고, EC는 TPS(MC-84) EC Meter를 사용하였다. 농산부산물 액비자재 및 조제액비 이화학성 분석은 농업과학기술원 유기액비분석법에 준하였다.

#### 나. 농산부산물 유기발효액비 조합별 시용 효과

본 시험은 1997년 8월 28일부터 12월 13일까지 음성시설채소시험장의 1-1W-S PE하우스에서 수행하였다. 공시작물인 결구상추(사크라멘트)와 배추(노랑김장배추)를 8월 28일에 육묘상자(108공 플러그상자)에 파종하여 10월 7일 정식하였으며 12월 13일 수확하였다.

시비량은 이 등(1994)의 채소작물의 조절 시비량에 준하여 배추는 11-7.8-11kg/10a (질소-인산-칼리), 결구상추 10-5.9-6.4kg/10a으로 요소, 용과린 및 염화칼리로 기비 사용하였고, 추비는 조제액비 처리별 액비농도를 EC 2.0dS/m로 조절하여 4회 사용하였다. 조제액비 조합은 계분 100%, 계분 50 + 어분 50%, 계분 50 + 골분 50%, 계분 50 + 어분 25 + 골분 25%, 계분 50 + 어분 25 + 대두박 25%, 계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%, 계분 50 + 어분 25 + 쌀겨 25%, 계분 50 + 쌀겨 25 + 대두박 25%, 계분 50 + 골분 25 + 대두박 25%, 계분 50 + 골분 20 + 어분 20 + 대두박 10%, 계분 50 + 쌀겨 50%, 계분 50 + 대두박 50%, 계분 50 + 어분 20 + 골분 20 + 쌀겨 10%, 어분 100%, 골분 100%, 대두박 100%, 쌀겨 100%, 요소, 시판액비, 무비구 등 20조합이었다.

기타 생육특성은 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995)에 의거 조사 분석하였으며, 토양 및 식물체 분석은 농업과학기술원 토양화학분석법(1988)에 준하였다.

### 2. 농산부산물 유기발효액비 약취 저감효과

#### 가. 탈취제 혼용처리가 냄새 경감에 미치는 영향

플라스틱 시약병 500ml 용기에 물 200ml를 넣고 배추를 공시하여 선발된 조합의 액비자재 50g(계분 25 + 골분 15 + 쌀겨 10g)을 혼합한 농산부산물액비와 농산부산물액비 + 목초액(20ml),

농산부산액비 + 활성탄(5g), 농산부산액비 + 바이오세라믹(100g)을 각각 혼합하여 용기에 넣은 후 시약병 입구를 파라필름으로 밀봉하고 병마개로 단았다. 액비조제후 5일 간격 3반복으로 온도, pH, EC 등을 조사하였고, 암모니아가스는 가스검지관(GV-100S)을 이용하여 검출하였으며 조제액비의 이화학적성은 농촌진흥청 농업과학기술원 유기액비 분석법에 준하여 분석하였다.

#### 나. 탈취제 혼용 유기발효액비 제조

본 시험은 1998년 8월 29일부터 10월 10일까지 음성시설채소시험장에서 실시하였다. 75 l 플라스틱용기에 액비자재 10kg(계분 5 + 골분 3 + 쌀겨 2kg)를 물 40 l에 혼합하여 40일간 상온에서 혐기발효 후 포장시험에 공시하였다.

액비재료는 농산부산액비(계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%)와 농산부산액비 + 목초액(4.1 l), 농산부산액비 + 활성탄(1kg), 농산부산액비+바이오세라믹 분말(20kg)을 골고루 혼합한 자재를 3~4등분하여 나일론 망사에 넣고 입구를 끈으로 잡아맨 후 발효조인 플라스틱 용기에 유입시키고 혐기 발효시켰다.

#### 다. 탈취제 혼용 유기발효액비 시용효과

본 시험은 음성시설채소시험장의 PE 하우스에서 수행하였으며, 노랑김장배추를 8월 11일 육묘상자(200공 플러그상자)에 파종하여 9월 4일에 재식거리 80×40cm로 정식하여 11월 17일 수확하였다. 처리별 시험구는 요소, 시판액비, 농산부산액비, 농산부산액비 + 목초액, 농산부산액비+활성탄, 농산부산액비+바이오세라믹 시용구를 배치하였고 시험구당 71주를 재배하였다. 시비량은 작물별 표준시비량(농촌진흥청, 1998)에 준하여 질소-인산-칼리를 기비로 7.5-6.4-6.1kg/10a를 시용하였고 추비는 정식후 15일 간격으로, 관행인 요소구는 화학비료로 요소와 염화칼리를 각각 분시하였고, 유기액비 시용구는 매회 당 지하수 3 l/m<sup>2</sup>에 유기액비를 희석한 후 EC 2dS/m로 조절하여 3회 점적관비 하였으며 양분흡수량, 수량 및 품질은 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995)에 의거 조사하였다.

### 3. 농산부산유기 발효액비 속성 부속 안정화

#### 가. 부속촉진제 혼용 유기발효액비 제조

본 시험은 1999년 7월부터 9월까지 실시되었다. 400 l 용 플라스틱 액비제조용기에 물 200 l을 넣고 액비자재 50kg(계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%)에 부속촉진제인 설탕(1.25kg), 미생물제인 광합성 세균(250cc), 설탕(1.25kg) + 미생물제(250cc)를 골고루 혼합하여 4등분으로 나누어 나일론 망사자루에 넣은 후 발효용기에 처리별로 각각 유입 정치하였다.

발효 과정 중 온도는 온도측정기록계(TR-52, 한스시스템)로 매시간 단위로 측정하였고 악취

가스 측정은 액비제조용기 상단에 2개의 고무튜브를 부착하여 클립으로 고정한 후 측정시 클립을 풀고 100mℓ 용 가스검지관(GV-100S)으로 황화수소 및 암모니아 가스를 검출하였으며 pH는 수소이온농도측정기 TPS(MC-80), EC는 TPS(MC-84)로 5일 간격 발효액비를 100mℓ씩 채취하여 여과지 No.2로 여과후 측정하였다. 조제액비 이화학성은 농촌진흥청 농업과학기술원 유기액비 분석법에 준하였다.

#### 나. 속성부숙 유기발효액비 시용 효과

본 시험은 1999년 8월 9일부터 11월 27일까지 음성시설채소시험장의 1-1W-S PE하우스에서 수행되었다. 공시작물로 노랑김장배추를 8월 9일에 육묘상자(108공 플러그상자)에 파종하여 9월 6일 관행, 농산부산액비, 농산부산액비 + 설탕, 농산부산액비 + 미생물제, 농산부산액비 + 설탕 + 미생물 제 등 5처리를 재식거리 80cm×40cm로 처리구당 71주 정식 재배하여 1999년 11월 18일에 수확하였다.

시비량은 토양진단 시비량을 기비로 10.3-36.2-.17.4kg/10a(질소-인산-칼리)을 화학비료인 요소, 용성인비, 염화칼리로 시용하였고 추비는 유기액비의 비효를 분석하여 질소추천시비량을 기준으로 정식 후 15일부터 5일 간격으로 20배액을 점적관비하였다.

처리별 생육특성은 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 의거 조사 분석하였으며 기타 토양 및 식물체 분석은 농업과학기술원 토양화학분석법(1988)에 준하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 하우스 업체류 관비용 유기발효액비 조합 선발

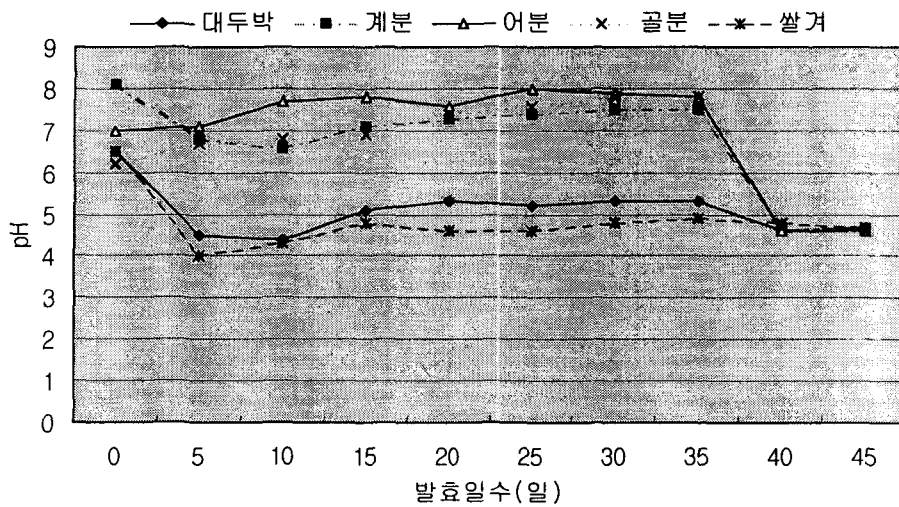
##### 가. 농산부산 유기발효액비 제조

농산부산 액비 자재 중 어분과 골분은 질소, 인산 및 칼리 등 양분함량이 현저히 많았다. 특히 어분은 질소와 인산이 많았으나, 칼륨은 적은 편이었다(표 1). 액비자재별 제조당시 pH는 6.2~8.1이었으나 제조 5일 후부터 그림 1과 같이 현저히 낮아졌다가 그 후 다소 높아지면서 부숙이 안정화된 35일부터 큰 폭으로 낮아졌다. 이는 부산물 비료의 퇴비화 조건에서 퇴비화가 왕성하게 일어나면 초기에 유기산이 생성되어 pH가 낮아지며 그 후는 질소화합물에서 암모니아가 생성되어 pH가 다소 높아진다고한 보고(장, 1995)와 일치하였다.

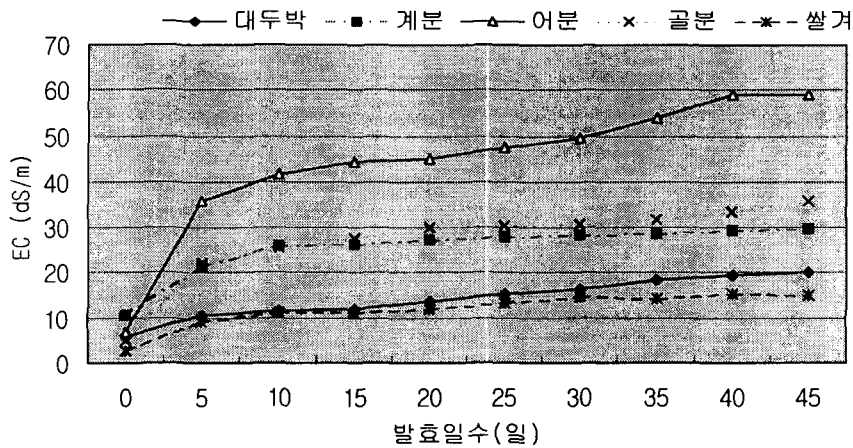
EC는 제조 후 40일 경과부터 <그림 2>와 같이 감소하는 경향이었으며, 원료 중 질소함량이 높았던 어분은 제조 후 45일에 59.2dS/m로 가장 높았으나 썰겨는 14.9dS/m로 현저히 낮았다. 이는 부숙화 과정중 질소화합물에서 암모니아가 생성되어 EC가 높아졌다고 생각된다. 조제액비의 부숙과정중 평균온도는 26.5℃내외로 자재별 큰 차이가 없었다.

〈표 1〉 농산부산물액비 자재의 이화학적성

처 리	OM	T-C	T-N	----- ( % ) -----					
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	수 분
계 분	53.20	30.86	2.53	4.80	2.94	13.85	1.00	0.58	10.92
어 분	79.31	46.00	9.85	6.39	0.81	7.38	0.39	1.00	9.81
골 분	81.08	47.03	7.05	10.64	0.37	13.64	0.37	0.74	6.78
쌀 겨	90.06	52.24	1.80	4.57	2.06	0.11	1.44	0.02	9.32
대두박	91.22	52.91	6.83	1.39	2.45	0.50	0.47	0.04	12.73



〈그림 1〉 농산부산물액비 발효중 액비의 pH 경시적 변화



〈그림 2〉 농산부산물액비 발효중 EC 경시적 변화

조제액비의 이화학적 분석결과를 살펴보면 무기태 질소는 어분과 대두박에서 많고, 인산, 칼리, 석회 및 고토성분은 계분, 대두박, 쌀겨에서 많았다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 조제액비의 이화학적

액비자재	수분	OM	T-C	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
			----- % -----						
계 분	97.5	1.0	0.6	0.30	0.02	0.53	0.004	0.001	0.10
어 분	95.1	4.4	2.6	1.48	0.10	0.17	0.002	0.002	0.18
골 분	97.5	2.0	1.1	0.91	0.05	0.25	0.004	0.000	0.10
쌀 겨	93.5	4.6	2.7	0.32	0.80	0.42	0.012	0.230	0.02
대두박	84.5	14.1	8.2	1.15	0.16	0.50	0.048	0.025	0.01

나. 농산부산 유기발효액비 조합별 작물 이용효과 구명

결구상추 수량은 20조합중 수량이 현저히 높은 시판액비, 계분 50 + 쌀겨 25 + 대두박 25%, 계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%, 계분 50 + 골분 50% 등 4조합을 선발하였으나 시판액비와 계분 50 + 골분 50%, 계분 50 + 쌀겨 25 + 대두박 25% 사용시에는 생체수량은 다소 높았으나 Tipburn이 발생되어 계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20% 조합이 가장 우수하였다.

유기액비 조합중 계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%에서 배추 수량이 가장 높았다(표 4). 계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%조합이 결구상추와 배추 공히 생육이 양호하여 금후 지속적으로 조제액비의 악취절감 및 숙성 부숙기술 개발에 이용되었다.

〈표 3〉 결구 상추의 액비 조합별 생육특성

액 비 조 합	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (개/주)	주중 (g/주)	Tipburn (개/주)	생체중 (kg/10a)
시 판 액 비	17	15	52	270	7	4,325
계분 50 + 골분 50%	15	15	46	266	4	4,254
계분 50 + 쌀겨 25 + 대두박 25%	15	16	48	272	6	4,357
계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%	15	17	46	267	-	4,267

〈표 4〉 배추의 액비 조합별 생육특성

처 리	엽장 (cm)	엽수 (매/주)	주중 (kg/주)	구중/주중 (%)	주중수량 (ton/10a)	수량지수
요 소	41	73	3.5	74	8.6	100
시 판 액 비	43	75	3.7	67	9.3	108
계분 50 + 골분 50%	39	72	3.3	73	8.3	97
계분 50 + 골분 30 + 쌀겨 20%	45	77	3.8	74	9.4	109
계분 50 + 어분 50%	44	69	3.6	61	9.1	106
계분 50 + 어분 30 + 쌀겨 20%	40	68	2.8	57	7.0	81

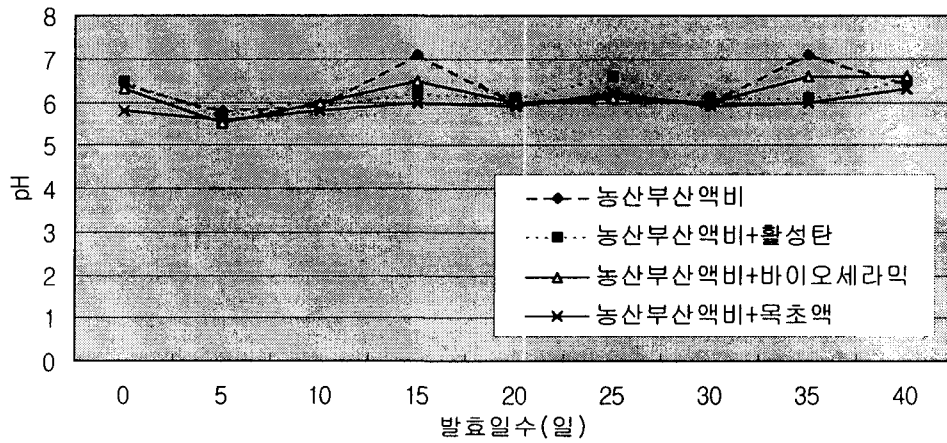


2. 농산부산물기 발효액비 약취 저감효과구명

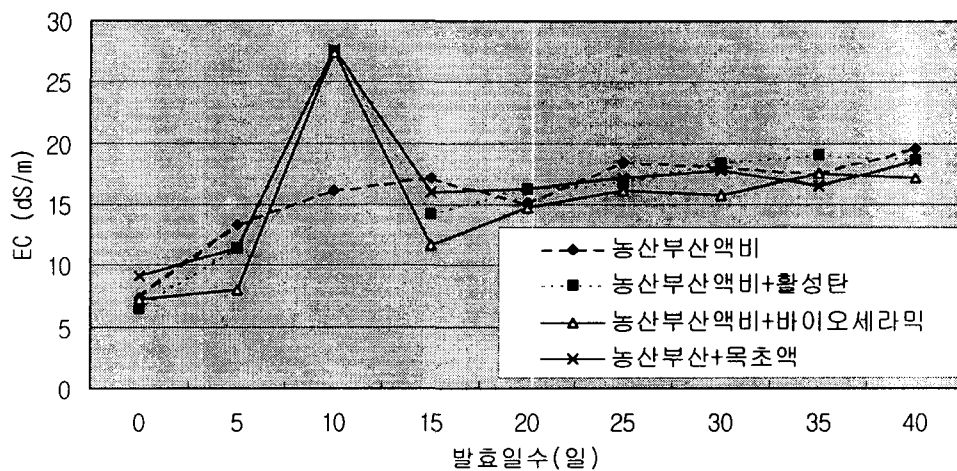
가. 탈취제 혼용처리가 냄새 경감에 미치는 영향

액비발효기간중 탈취제처리로 pH는 액비제조 후 5일부터 농산부산물액비에 비하여 낮아지다가 발효후 안정화 상태에서는 차이가 없었다.(그림 3)

<그림 4>는 발효중의 EC의 경시적 변화를 나타낸 것이다. EC는 제조 후 10일에 농산부산물액비 16.1dS/m에 비하여 탈취제 처리는 평균 27.6dS/m로 1.7배 높았으나 그 이후에는 큰 차이가 없었다.



<그림 3> 발효기간 중 pH의 경시적 변화



<그림 4> 발효기간중 EC의 경시적 변화

조제액비의 부숙과정중 암모니아가스 검출 결과, <표 5>와 같이 2ppm이하로 처리간에 차이가 없었다. 이는 혐기발효중 암모니아 가스는 수용성 가스로서 액비내에서 녹았을 것으로 생각되며, 세균밀도는 농산부산액비에 비하여 탈취제 처리로 현저히 낮았다. 이는 탈취제로부터 용출된 물질에 의한 효과이거나 액비의 물성 변화에 의한 영향이라고 생각된다(표 5).

농산부산액비에 목초액 처리로 <표 6>과 같이 NO<sub>3</sub>-N농도가 현저히 낮아졌으나 활성탄을 처리하면 NH<sub>4</sub>-N 및 NO<sub>3</sub>-N 농도가 높아졌고 바이오세라믹 처리시 NH<sub>4</sub>-N은 감소한 반면 NO<sub>3</sub>-N은 증가하였다(표 6).

<표 5> 탈취제 처리시 악취 및 세균 밀도

처 리	암모니아 가스 (ppm)	세균밀도( ×10 <sup>8</sup> cells/ml)		
		계	혐기성	호기성
농산부산액비	2 <	944	588	356
농산부산액비+목초액	2 <	151	40	111
농산부산액비+활성탄	2 <	286	176	110
농산부산액비+바이오세라믹	2 <	27	26	1
평 균	2 <	154.67	80.67	74

<표 6> 탈취제 처리 액비 이화학적

처 리	pH	EC	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg
	(1:5)	(dS/m)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	---	(cmol(+)/kg)---	---
농산부산액비	7.3	24.9	2,460	900	290	2,303	425	430
농산부산액비 + 목초액	6.6	25.8	2,580	170	204	2,288	381	442
농산부산액비 + 활성탄	7.2	25.1	2,130	2,240	166	1,911	510	622
농산부산액비 + 바이오세라믹	7.5	22.0	560	1,900	130	1,685	495	308
평 균	7.1	24.3	1,756	1,437	167	1,961	462	457

나. 탈취제 혼용 유기액비의 배추 시용효과

배추의 수량은 관행에 비하여 농산부산액비 처리로 5~9% 증수하였고 엽중 질산염 함량은 농산부산액비 + 목초액 처리가 가장 낮았다. 특히 바이오세라믹 처리가 수량이 가장 높았는데 이는 영양물질 및 에너지 물질의 이동에 크게 관여하는 것으로 생각된다(표 7).

〈표 7〉 배추 생육 및 수량

처 리	엽 장 (cm)	엽 수 (매/주)	엽중질산염 함량 (%)	주중 (kg/주)	구중/주중 (%)	주중수량 (ton/10a)	수량 지수
관 행	51	64	1.77	4.0	76	12.6	100
시 관 액 비	49	60	1.23	3.9	77	12.2	97
농산부산액비	50	71	1.28	4.4	76	13.6	108
농산부산액비+목초액	51	67	0.83	4.2	78	13.2	105
농산부산액비+활성탄	52	61	1.50	4.0	78	12.6	100
농산부산액비+바이오세라믹	49	64	1.01	4.4	79	13.7	109
평 균	50.67	64	1.11	4.2	78	13.17	105

### 3. 농산부산 유기발효액비 숙성부숙 안정화

#### 가. 부숙촉진제 혼용 유기액비 제조

발효기간중 평균온도는 부숙촉진제인 설탕과 미생물제 처리별 차이가 없었으나 황화수소 발생량은 농산부산액비 1,761ppm에 비하여 농산부산액비 + 설탕 + 미생물제 처리는 914ppm으로 48% 감소하였다. 이는 설탕 및 미생물제 혼용처리로 미생물의 밀도가 높아 액비의 부숙안정화가 촉진되었고 발생된 황화수소는 액비내로 녹았기 때문으로 생각된다(표 8).

액비 발효 기간중 pH는 <그림 5>와 같이 농산부산액비에 설탕 및 미생물제처리로 대부분 낮았고 발효일수가 경과함에 따라 전반적으로 제조후 30일까지는 증가한 후 35일부터 감소하였다.

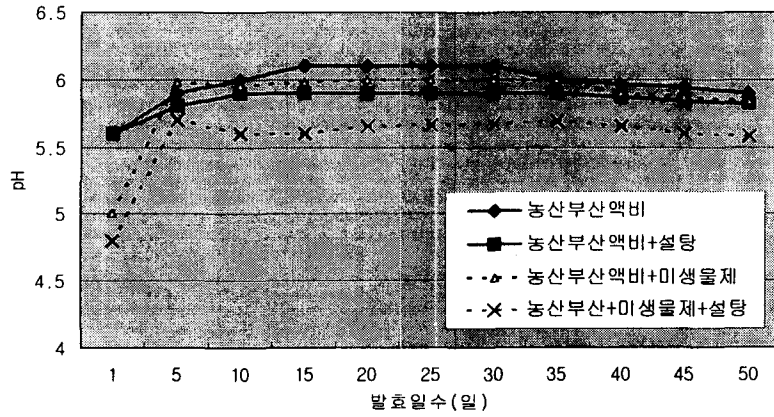
EC는 농산부산액비에 설탕첨가로 현저히 높았고 제조후 35일 경과부터 감소하는 경향이있다. 특히 농산부산액비에 설탕 및 미생물제 처리는 <그림 6>과 같이 EC가 가장 낮았는데 이는 액비의 부숙안정화 과정중 미생물의 밀도가 높아 질소분이 다량 소모된 것으로 생각된다.

〈표 8〉 발효기간 중 액온 및 황화수소 발생량

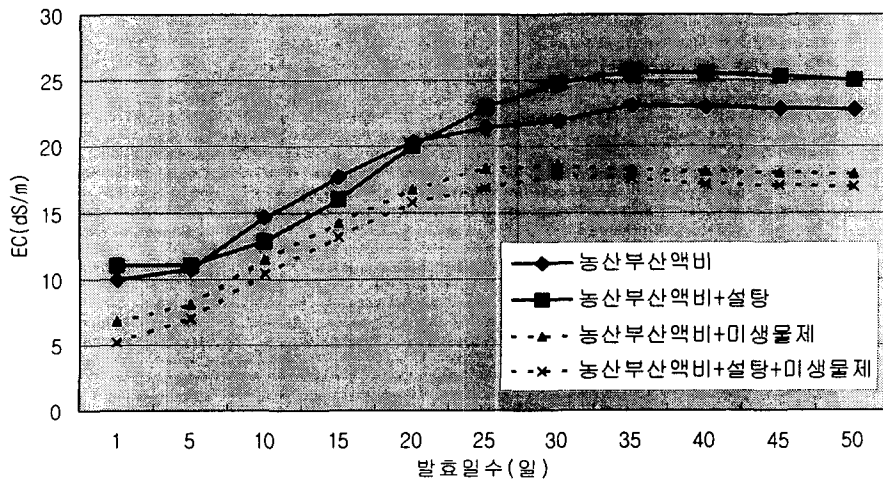
처 리	평균 온도 <sup>1)</sup> (°C)	황화수소 발생량 <sup>2)</sup> (ppm)
농산부산액비	25.5	1,761
농산부산액비+설탕	25.3	1,682
농산부산액비+미생물제	25.8	1,258
농산부산액비+설탕+미생물제	25.3	914
평 균	25.47	1,284.67

1) 평균온도 : 99. 7. 15 ~ 9. 3(50일간 평균 액온임).

2) 황화수소발생량 : 발효기간 중 5일 간격으로 측정된 평균치임.



〈그림 5〉 발효기간 중 pH 경시적 변화



〈그림 6〉 발효기간중 EC의 경시적 변화

농산부산물액비에 설탕과 미생물제 첨가로 대부분의 양분함량이 낮았다(표 9).

이는 부속촉진제인 설탕+미생물제 처리로 액비내 미생물의 밀도가 높아져 양분이 소모된 것으로 생각된다.

〈표 9〉 부속축진제 혼용 유기 발효액비 이화학적

처 리	pH (1:5)	EC (dS/m)	T-N P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O CaO MgO ------(%)-----				
			농산부산액비	6.9	27.4	0.40	0.078
농산부산액비+설탕	6.8	31.2	0.51	0.071	0.42	0.082	0.16
농산부산액비+미생물제	6.8	20.9	0.26	0.009	0.31	0.034	0.06
농산부산액비+설탕+미생물제	6.5	26.0	0.39	0.100	0.37	0.067	0.13
평 균	6.70	26.0	0.39	0.060	0.37	0.060	0.12

나. 농산부산물을 이용한 속성부속 유기발효액비 시용효과 구명

엽중 무기성분함량은 농산부산액비에 설탕과 미생물제를 첨가한 액비에서 칼리와 칼슘 함량이 높았다(표 10).

배추 가식부 질산염 함량은 관행 2,426ppm에 비하여 농산부산액비는 2,150ppm으로 11.4% 감소하였다. 한편 가식부의 엽신은 관행32%에 비하여 농산부산액비는 37%로서 5% 높았다(표 11). 이는 농산부산액비의 시용으로 질산염함량이 낮고 엽신비율이 높은 고품질의 배추를 생산할 수 있었다.

배추의 생육은 주중 및 구중이 무거울수록 엽장, 엽수가 증가하였고 수량은 관행 10,875kg/10a에 비하여 농산부산액비는 13,656kg/10a로 26%증수하였다.(표 12)

시험 후 토양 이화학적성은 관행에 비하여 농산부산액비는 NH<sub>4</sub>-N 및 NO<sub>3</sub>-N은 현저히 높아진 반면 pH와 인산, 칼리, 칼슘, CEC등은 낮아졌다(표 13). 토양 화학성을 고려한 질소 관리로 작물 재배 후 토양에 잔존되어 용탈 잠재성이 있는 질소량을 최소화하는 방법이 지속적으로 연구되어야 하겠다.

〈표 10〉 배추 식물체 무기성분 함량

처 리	T-N	P	K	Ca	Mg
관 행	2.45	1.25	0.66	0.54	0.06
농산부산액비	2.49	1.41	0.64	0.49	0.07
농산부산액비+설탕	2.41	1.20	0.78	0.55	0.06
농산부산액비+미생물제	2.15	1.08	0.93	0.63	0.08
농산부산액비+설탕+미생물제	2.53	1.37	0.67	0.54	0.06
평 균	2.36	1.22	0.79	0.57	0.07

〈표 11〉 배추 상품화율 및 질산염 함량

처 리	상 품 화 율	구 중 (g/주)	엽 신 (g/주)	중 륵 (g/주)	질산염함량* (ppm)		
					중 륵	엽 신	가 식 부 평 균
관 행	92	2.472	795(32)	1.677(68)	2.670	1.906	2.426
농산부산액비	98	3.084	1.130(37)	1.954(63)	2.527	1.509	2.150
농산부산액비+설탕	97	2.589	865(33)	1.724(67)	2.043	1.825	1.971
농산부산액비+미생물제	97	2.666	828(31)	1.838(69)	2.568	1.798	1.772
농산부산액비+설탕+미생물제	97	2.714	935(35)	1.779(65)	2.326	1.764	2.129
평 균	97	2.656	876(33)	1.780(67)	2.312	1.795.67	1.957

\* E. coli 세포 질산환원분석법

〈표 12〉 배추 생육 및 수량

처 리	엽 장 (cm)	엽 수 (매/주)	주 중 (kg/주)	구중/주중 (%)	주중수량 (kg/10a)	수량지수
관 행	48	65	3.5	76	10.875	100
농산부산액비	49	66	4.4	76	13.656	126
농산부산액비 +설탕	47	64	3.7	76	11.469	105
농산부산액비 +미생물제	49	67	3.7	74	11.656	107
농산부산액비+설탕+미생물제	49	63	3.7	74	11.625	107
평 균	48	64.67	3.7	74.67	11.583	106

〈표 13〉 토양이화학적

처 리	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	NH <sub>4</sub> -N .....(mg/kg).....	NO <sub>3</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex. cation (cmol(+)/kg)			CEC cmol(+)/kg
							K	Ca	Mg	
시 험 전	6.9	0.49	1.1	2.84	3.25	86.3	0.13	7.1	2.0	16.2
관 행	7.3	0.80	1.2	0.70	9.10	105	0.15	14.8	1.1	16.2
농산부산액비	7.0	0.92	1.3	6.30	35.10	98	0.13	13.2	1.5	15.5
농산부산액비+설탕	7.3	0.60	1.4	11.20	13.30	61	0.16	10.5	1.3	12.6
농산부산액비+미생물	7.0	0.60	1.2	5.60	27.30	52	0.18	8.0	1.2	12.0
농산부산액비+설탕+미생물제	7.4	0.55	1.2	5.60	7.70	80	0.11	12.1	1.1	14.2
평 균	7.2	0.58	1.27	7.47	16.10	64	0.15	10.2	1.2	12.9

## V. 적 요

농산부산물을 이용한 엽채류 전용 유기액비를 개발하기 위하여 액비자재와 물을 1:4로 혼합하여 45일간 혐기발효 후 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 액비원료중 어분과 골분은 질소, 인산 및 칼리등 양분함량이 현저히 많았다. 추출액비의 무기태 질소는 골분과 어분이 많고 인산, 칼리, 석회 및 고토성분은 계분, 대두박 및 쌀겨에서 많았다.
2. 유기액비의 부숙 안정화 과정중 암모니아가스는 2ppm이하로 발생되었으며 탈취제 처리로 안정화된 액비내 세균수는 급격히 감소하였다. 유기액비의 속성 부숙 안정화를 위한 부숙촉진제인 설탕과 미생물제 처리간 온도는 차이가 없었으나 황화수소 발생량은 농산부산액비 1,761ppm에 비하여 농산부산액비+설탕+미생물제 처리는 914ppm으로 48%감소하였다. EC는 농산부산 유기액비에 설탕 첨가로 현저히 높았고, 제조후 35일 경과부터 감소하는 경향이였다.
3. 결구상추 및 배추의 생체 수량은 계분50+골분30+쌀겨20%조합에서 가장 높았다. 배추의 수량은 관행농법 10,875kg/10a에 비하여 농산부산 유기액비는 13,656kg/10a로 26%증수하였으며 가식부의 질산염 함량은 관행농법 2,426ppm에 비하여 농산부산 유기액비는 2,150ppm으로 11.4%감소하였다.

## 참고문헌

1. 안경모(1998) : 목질탄화물의 성분이용. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경친화적이용에 관한 국제 심포지움. 목포대학교 자연자원개발연구소. pp.11~61.
2. 한충수(1992) : 원적외선을 이용한 응용기술. 원적외선 방사체응용기술 심포지움(제2회 공진청 요업기술원), pp.87~115.
3. Hiroish Tanaka., Kazutaka Kuroda, and Michihiro Yonaga(1991) : Biological removal of VFA from animal wastes. Anim. Sci. Technol. 63(1) : 54-59
4. 홍종운(1993) : 유기자원의 활용현황과 전망. 환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지움. 한국토양비료학회, pp.31~67.
5. 홍종운(1994) : 유기농업의 발전방향. 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움. 한국토양비료학회, pp.311~319.

6. 황선용(1998) : 비료산업의 발전과정과 전망. 한국토양비료학회 30년의 회고와 전망. 학회 창립 30주년기념 심포지움. 한국토양비료학회, pp.99~122.
7. 홍순달, 강보구, 김재정(1998) : 시설재배지 토양검정에 의한 배추의 적정시비량. 한국토양 비료학회지 31(1) : 16~24.
8. 장기운(1995) : 부산물 비료 품질고급화를 위한 금후발전방안. 유기성 폐기물 비료화의 문제점과 대책 심포지움. 한국토양비료학회, pp.70~112.
9. 정광용(1994) : 유기성 산업폐기물의 농업적이용. 유기농법의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움. 농업기술연구소. pp.203~229.
10. \_\_\_\_\_(1994) : 유기성 폐자원의 비료화 방안. 21세기를 향한 비료개발과 정책 방향 심포지움. 한국토양비료학회, pp.48~90.
11. \_\_\_\_\_(1995) : 유기질 및 부산물비료 활용상의 실제. 유기성폐기물 비료의 문제점과 대책 심포지움. 한국토양비료학회. pp.17~45
12. 정이근(1995) : 부산물비료 품질고급화를 위한 금후발전방안. 유기성 폐기물 비료화의 문제점과 대책 심포지움. 한국토양비료학회, pp.46~69.
13. Kitamura, H.(1982) : 광합성세균. 학회출판센터. 동경. pp.112~121.
14. 김광용(1992) : 신소재세라믹의 특성과 농업적이용. 시설원예연구회지 5(2) : 65~72.
15. 김동성(1990) : 양돈분뇨처리와 톱밥발효돈사. 월간양돈 2 : 48~53
16. 김동수(1995) : 유기자원 어떻게 활용할것인가. 농촌진흥청 농업과학기술원. pp.17~19.
17. Lindall, T., O. Noren, and L. Thyseus(1974) : Odor reduction for liquid manure system. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 17 : 508~512.
18. Lee. M. G., and M. Kobayashi(1992) : Deodorization of swine sewage by addition of a phototrophic bacterium, Rhodospseudomonas Capsulata. Soil Sci. Plant Nutr. 38(4) : 767~770.
19. 이상은, 박준규, 윤정희, 김만수(1983) : 비닐하우스 토양의 화학적특성에 관한 연구. 농시 논문집 29(1):166~171.
20. Lockyer, D. R., and B. F. Pain(1989) : Ammonia emissions from Cattle, Pig and Poultry mastes applied to pasture. Environmental pollution 56:19~30.
21. 이춘수, 허범량, 송요성, 광한강(1994) : 토양검정에 의한 채소류의 3요소 시비량 조정. 한국토양비료학회지 27(2) : 85~91.
22. 이명규, 이재일(1996) : 축산분뇨처리에 의한 환경오염현황과 대책. 축산시설 환경 2(1):63~78.



23. 농촌진흥청(1994) : 가축분뇨(액비)의 사용지도지침. Pages 16
24. \_\_\_\_\_(1999) : 축산분뇨처리 연구동향분석과 금후연구방향. Pages 248.
25. \_\_\_\_\_(1999) : 친환경농업을위한 가축분뇨퇴비. 액비제조와 이용. Pages 272.
26. \_\_\_\_\_(1999) : 환경보전형 농업기술. Pages 430.
27. 農山漁村文化協會(1992) : 農業技術大系 : 土壤施肥篇 第7卷. 各種肥料. 資材の特性と利用 - 液肥の製造と種類(有機醱酵液肥). pp19~23.
28. Sierk F., Spoelstra(1977) : Simple phenols and indoles in anaerobically stored piggery wastes. J. Sci. Fd Agric 28 : 415~423.
29. 손상목, 오경석(1993) : 질소시비량이 배추, 무 및 오이의 가식부내 NO<sub>3</sub>-N 집적에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 26(1) : 10~19.
30. 손상목(1994) : 채소를 통한 한국인의 일일 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 섭취량과 안전농산물의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 함량허용기준. 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움. 한국토양비료학회, pp.251~276.
31. \_\_\_\_\_(2000) : 채소의 질산염 감량 기술 개발. 농림부 농특최종보고서. Pages 315
32. 신재순, 신동은, 이혁호, 조영무, 김정갑, 류종원(1998) : 물침가 수준과 부숙기간에 따른 액비의 성분변화와 성분함량간의 관계구명. 농업환경논문집 40(1) : 80~84.
33. 송현갑, 유영선, 이건중(1996) : Bioceramics를 이용한 고품질 수박·참외 생산 연구. 한국 생물생산시설환경학회지 5(1) : 87~97
34. Williams, A. G.(1984) : Indicators of piggery slurry odour offensiveness. Agricultural wastes 10 : 15~36
35. 윤순강, 유순호(1993) : 토양중질산태질소의 향방과 지하수질. 한국환경농학회지 12(3) : 281~297.