

우렁챙이 껍질을 이용한 유기 액비 제조시 발효액의 특성 변화

유 재 환*

Change of Characteristics during Organic Liquid Fertilizer Processing using Ascidian Tunic

Ryoo, Jae-Hwan

This study was carried out to investigate the characteristics of the organic liquid fertilizer and find out optimum fermentation conditions of Effective Microorganisms (EM) including ascidian tunic. During the EM fermentation by adding ascidian tunic, electrical conductivity (EC) was increased, contrast to decrease the pH value, on related to the initial dosage molasses rate. Additionally, the total nitrogen quantity was shown to be increased on EM fermentation and the most effective increasing was recorded up to 220% on more than 15% molasses dosage condition. The phosphorus quantity was to be maximum rate on 21th of EM fermentation, and other contents, such to potassium, calcium, magnesium, sodium, had be shown an increasing patten during the fermentation period. After the EM fermentation, the concentration of hazardous material (Zn, As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, pb) was measured below than the official criteria for commercial fertilizer. As a effective material in fermentated fertilizer, the 29 kinds free amino acids were detected and their total concentration was measured to 7080.94 mg/L.

Key words : *amino acid, ascidian tunic, effective microorganisms (EM), molasses*

I. 서 론

친환경적인 작물재배에서는 기비로 유박을 주로 이용하며 추비의 경우 액비를 주로 이용하고 있으며 액비는 관주나 엽면살포가 가능하고 고체 유기질비료보다 속효성인 점 때

* Corresponding author, 전주대학교 EM연구개발단(ryoojh1104@hanmail.net)

문에 작물이 양분부족일 때 쉽게 이용가능하다. 미생물 발효액비는 양분공급 효과뿐만 아니라 다양한 유기물이 미생물에 의해 분해되는 과정에서 생성되는 이차산물 등이 작물의 생육에 직간접적으로 영향을 줄 뿐만 아니라 토양 내 유용미생물의 우점으로 병해저감에 커다란 영향을 미치므로 친환경농업에서 미생물 발효액비의 활용가치는 매우 높다(Kai et al., 1990; Elad and Shtienberg, 1994).

우렁챙이는 생식으로 기호성이 높은 수산 식품원으로 양식기술의 발달과 함께 매년 생산량이 증가하고 있으며 현재 우렁챙이의 소비형태는 대부분 육만을 생식으로 이용하기 때문에 껍질부분은 대부분 폐기되고 있는 실정이며, 우렁챙이의 껍질은 쉽게 분해되지 않아 연안환경오염 문제로 까지 대두되고 있다(Choi et al., 1994). 이러한 폐자원인 우렁챙이 껍질은 분해가 어려운 단단한 석세포로 구성되어 있지만 다량의 카르티노이드 색소성분, Ca, P, Mg 등의 무기성분, 다량의 단백질과 타우린이 함유되어 있어, 친환경 농자재로서 작물의 생육에 필요한 다양한 성분을 포함하는 종합영양제로의 개발이 가능하다. 우렁챙이 껍질에 관한 연구는 식품성분에 관한 연구(Oh et al., 1997), 다양한 생리활성을 가지는 황산다당(Son et al., 2007), 색소 및 효소 가수분해물을 이용한 양식소재 개발(Choi et al., 1996; Hong et al., 2001) 및 양계에 대한 사료 첨가제(Kim, 2002) 등의 연구가 보고 되어져 있으나 농업적 활용에 대한 연구자료는 미비한 실정이며 특히 작물의 생육을 촉진시키는 생장조절제의 연구는 전혀 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 폐자원인 우렁챙이 껍질을 이용한 환경친화형 유기 액비의 개발을 위하여 유용미생물(EM)을 이용한 우렁챙이 껍질의 최적 발효조건과 액비의 특성을 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 및 전처리

본 시험에서 이용하는 액비 원료인 우렁챙이 껍질은 경남 통영 앞바다에서 생산된 것을, 사탕수수 당밀은 친환경 농자재로 공시된 제품(봄맞이)을 사용하였으며, 발효에 사용된 미생물은 농촌진흥청 비료공정규격(RDA, 2013)의 토양미생물제제로 사용되는 유산균(*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*)과 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)로 구성되어 있는 유용미생물(Higa, 1993; Higa and Parr, 1995)을 사용하였다. 우렁챙이 껍질은 수돗물로 세척한 다음 60°C에서 열풍건조 시킨 후 롤밀(Roll mill)과 분쇄기(Cut mill)로 입도 50 mesh로 잘게 분쇄하여 상온에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 본 시험에 사용된 액비원료인 우렁챙이 껍질은 수분 8.51%, 총질소 6.23 g·100g⁻¹이었으며 양이온 중에서는 칼슘이 2.80

$\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ 으로 가장 높은 함량을 나타내었다(Table 1). 또한 당밀은 수분이 20.05%이었으며, 비료 3요소 중에서는 칼륨이 $2.40 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, 양이온 중에서는 칼슘이 $2.80 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 가장 높은 함량을 나타내었다

Table 1. Characteristics of liquid organic fertilizer materials used in this study

| Treatments | Moisture content(%) | Component content ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) | | | | | |
|----------------|---------------------|---|------------------------|----------------------|------|------|-----------------------|
| | | T-N | P_2O_5 | K_2O | CaO | MgO | Na_2O |
| Ascidian tunic | 8.51 | 6.23 | 0.12 | 0.60 | 2.80 | 0.56 | 2.49 |
| Molasses | 20.05 | 0.79 | 1.47 | 2.40 | 0.82 | 0.22 | 0.15 |

2. 시료의 투입비율 및 배양조건

우렁챙이 껍질 액비 제조를 위한 재료의 투입은 중량비로 우렁챙이 껍질 20%, 유용미생물(EM) 5%를 투입한 후 기질로서 사탕수수 당밀을 5%, 10%, 15%, 20%로 투입비율을 달리 하여 투입조건을 선정하였다(Table 2). 액비제조는 상단부에 가스 배출이 가능한 외부공기 유입차단 장치가 부착된 혐기발효기(20 L)에 투입조건별 재료 10 kg을 잘 혼합하여 넣고 36°C 로 설정된 배양실에서 밀봉하여 혐기발효 시키며 발효 5일, 14일, 21일, 28일, 50일에 시료를 채취하여 배양기간에 따른 액비의 변화를 3회 반복 분석하였다. 시료 채취시 산소의 접촉방지를 위하여 발효기 하단부에 밸브를 설치하여 시료를 채취하였다.

Table 2. The mixing ratios of the materials

| Treatments | Content of the materials (% , w/w) | | | |
|------------|------------------------------------|----|----------|-------|
| | Ascidian tunic | EM | Molasses | Water |
| T1 | 20 | 5 | 5 | 70 |
| T2 | 20 | 5 | 10 | 65 |
| T3 | 20 | 5 | 15 | 60 |
| T4 | 20 | 5 | 20 | 55 |

3. 시료의 분석방법

우렁챙이 껍질 액비의 분석은 농촌진흥청에서 고시한 비료의 품질검사방법(RDA, 2006)을 참고하여 분석하였다. 액비의 pH와 전기전도도(EC)는 시료를 100 mL씩 채취하여 No. 2

여과지로 여과 후 pH meter(Mettler, MP 220)와 EC meter(TOA CM-40S)를 이용하여 측정하였다. 총 질소는 황산으로 습식분해한 후 Kjeldahl법으로 측정하였고, 인산, 치환성 양이온, 미량원소는 ICP(Varian 720-ES)를 이용하여 분석하였다. 우렁챙이 껍질 액비의 유리아미노산 분석은 시료 10 mL를 15,000 rpm, 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 아미노산 자동분석기(L-8900, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다. 아미노산 자동분석기에 사용된 이동상 용매는 lithium citrate buffer를 이용하였고, 유속은 0.35 mL/min이었으며 시료는 20 μL 를 분석기에 주입하였다. 컬럼과 reactor의 온도는 각각 50°C, 135°C로 하여 분석을 수행하였으며, 이때 사용한 유도체 반응 용액으로는 ninhydrin reagent를 사용하였고, 검출 흡광도는 570 nm와 440 nm로 행하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 우렁챙이 껍질 액비의 유용미생물(EM) 발효기간 중 pH 및 EC

우렁챙이 껍질 액비 제조를 위한 재료의 투입비율별 발효기간에 따른 pH 및 EC의 변화를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. The pH and EC changes during fermentations

| Items | Treatments * | Fermentation periods (days) | | | | |
|--------------|--------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 5 | 14 | 21 | 28 | 50 |
| pH | T1 | 4.76±0.02 ** | 4.98±0.01 | 5.03±0.01 | 5.12±0.03 | 6.75±0.02 |
| | T2 | 4.53±0.01 | 4.52±0.03 | 4.51±0.01 | 4.62±0.02 | 4.63±0.04 |
| | T3 | 4.22±0.02 | 4.27±0.02 | 4.32±0.02 | 4.33±0.03 | 4.26±0.01 |
| | T4 | 4.10±0.03 | 4.11±0.01 | 4.22±0.01 | 4.17±0.01 | 4.10±0.01 |
| EC (dS/m) | T1 | 16.3±0.12 | 19.5±0.41 | 21.0±0.25 | 21.9±0.06 | 20.1±0.16 |
| | T2 | 19.8±0.35 | 23.6±0.23 | 24.8±0.42 | 25.5±0.25 | 24.5±0.25 |
| | T3 | 24.1±0.11 | 25.3±0.22 | 25.6±0.21 | 27.3±0.33 | 26.4±0.37 |
| | T4 | 26.8±0.05 | 28.4±0.10 | 28.3±0.36 | 28.7±0.12 | 29.9±0.29 |

* T1, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:5:70, w/w); T2, Ascidian tunic+EM+Molasses+ Water(20:5:10:65, w/w); T3, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:15:60, w/w); T4, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:20:55, w/w)

** Mean \pm S.D.

재료의 투입비율에 따른 pH는 T1, T2, T3, T4 순으로 낮아져 당밀의 투입량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 발효가 진행되는 동안의 pH 변화는 당밀을 5% 함유하고 있는 T1에서는 발효 5일차에서 4.76을 나타내었으나 시간이 경과됨에 따라 서서히 증가하여 발효 50일차에서는 6.75를 나타내었고, 당밀이 10% 이상 투입된 시험구에서는 발효 5일차 이후의 pH가 일정하게 유지되는 경향을 나타내었다. 유용미생물(EM)을 이용한 발효의 경우 EM내에 존재하는 유산균에 의해 유기물이 분해되는 과정에 유기산이 생성되어 pH가 낮게 유지되는 경향을 나타낸다(Higa, 2001; Xu, 2000). 따라서 당밀이 10% 이상 투입된 시험구 T2, T3, T4에서는 EM발효가 잘 진행되는 것으로 보여지며, 낮게 유지되는 pH로 인하여 유해균의 생장이 저해되어 액비의 저장성이 증가할 것으로 판단된다.

EM발효 우렁챙이 껍질 액비의 EC는 T1, T2, T3, T4 순으로 높아져 당밀의 투입량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다. 발효기간의 경과에 따른 EC 값의 변화는 T1, T2, T3의 경우 발효가 진행됨에 따라 EC 값이 서서히 증가하여 28일차에 최고치를 나타내었으며 그 이후 약간 감소하는 것으로 나타났으며, 당밀의 투입비율이 가장 높은 T4의 경우에는 발효 50일차 까지도 서서히 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 발효과정에서 미생물에 의한 유기물의 무기화작용으로 인해 이온들이 유기물로부터 용액으로 해리되기 때문인 것으로 보여진다(Joo, 2009).

2. 우렁챙이 껍질 액비의 유용미생물(EM) 발효기간 중 T-N, P 및 K의 변화

EM발효 우렁챙이 껍질 액비의 재료 투입비율별 발효기간에 따른 T-N, P 및 K 함량을 Table 4에 나타내었다.

우렁챙이 껍질 액비의 EM발효에 따른 총 질소 함량은 전 시험구에서 발효가 경과할수록 현저히 증가하였으며, 발효기간에 따른 총 질소 함량의 변화는 발효 초기인 발효 5일차에 비해 50일차에서는 T1의 경우 65.9% 증가한 반면에 T2는 118.5%, T3는 219.7%, T4는 218.7 배 증가하여 당밀이 15% 이상 투입된 조건에서 총 질소 함량 증가율이 우수한 것으로 나타났다. 또한 발효 50일차에서 각 시험구별 총 질소 함량을 비교해보면 T1과 비교해 T2는 174.5%, T3는 229.4%, T4는 344.1% 증가하여 총 질소 함량은 T4와 같은 투입조건이 가장 효율적인 것으로 나타났다.

우렁챙이 껍질 액비의 EM발효에 따른 인 함량은 전 시험구에서 발효 21일차까지는 증가하였으나 그 이후에는 급격히 감소하였다. 발효기간에 따른 인 함량의 변화는 인 함량이 가장 높은 발효 21일차와 비교하여 보면 50일차에서 T1은 40.3%, T2는 31.2%의 감소를 나타낸 반면에 T3는 10.9%, T4는 8.0% 감소를 나타내어 당밀이 15% 이상 투입된 배합조건에서 감소율이 줄어 더 효율적인 것으로 나타났다. 또한, 인 함량이 가장 높은 발효 21일차에서 각 시험구별 인 함량을 비교해보면 T1과 비교해 T2는 176.7%, T3는 271.1%, T4는

341.9% 증가하는 것으로 나타났다.

Table 4. Change of total nitrogen, phosphate and potassium content during fermentations

| Items | Treatments* | Fermentation periods (days) | | | | |
|--------------------------|-------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | 5 | 14 | 21 | 28 | 50 |
| Total nitrogen (mg/L) | T1 | 2,050±35** | 2,250±25 | 2,450±34 | 2,850±68 | 3,400±116 |
| | T2 | 2,700±68 | 3,550±56 | 3,900±56 | 4,500±102 | 5,900±158 |
| | T3 | 3,550±21 | 5,300±106 | 6,400±68 | 7,000±156 | 7,800±113 |
| | T4 | 5,350±98 | 7,400±75 | 8,600±225 | 9,550±205 | 11,700±459 |
| Phosphate-P (mg/L) | T1 | 938±24 | 942±19 | 945±42 | 885±15 | 560±24 |
| | T2 | 1,450±32 | 1,464±56 | 1,670±65 | 1,489±26 | 998±31 |
| | T3 | 2,210±31 | 2,235±85 | 2,562±103 | 2,263±58 | 1,970±61 |
| | T4 | 2,548±87 | 2,549±102 | 3,231±102 | 2,765±72 | 2,345±94 |
| Potassium (mg/L) | T1 | 2,073±29 | 2,179±71 | 2,094±87 | 2,128±65 | 2,229±76 |
| | T2 | 3,997±117 | 3,978±168 | 4,014±157 | 4,179±158 | 4,176±152 |
| | T3 | 4,150±210 | 4,179±105 | 4,435±132 | 4,530±206 | 5,251±224 |
| | T4 | 5,350±259 | 5,624±138 | 6,325±208 | 6,583±315 | 7,460±178 |

* T1, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:5:70, w/w); T2, Ascidian tunic+EM+Molasses+ Water(20:5:10:65, w/w); T3, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:15:60, w/w); T4, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:20:55, w/w)

** Mean±S.D.

EM 발효에 따른 우렁쉥이 껍질 액비의 칼륨 함량은 전 시험구에서 발효기간이 경과할수록 점진적으로 증가하였으며, 발효 5일차에서 50일차까지 증가율을 보면 T1은 7.5%, T2는 4.5% 증가한 반면에 T3는 26.5%, T4는 39.4% 증가하여 당밀이 15% 이상 투입된 배합조건에서 칼륨 함량의 증가율이 우수한 것으로 나타났다. 또한 발효 50일차에서 각 시험구별 칼륨 함량을 비교해보면 T1과 비교해 T2는 187.3%, T3는 235.6%, T4는 334.7% 증가하는 것으로 나타났다.

3. 우렁쉥이 껍질 액비의 유용미생물(EM) 발효기간 중 양이온의 변화

우렁쉥이 껍질의 주요 무기성분인 칼슘, 마그네슘, 나트륨에 대하여 재료 투입비율별 발

효기간에 따른 함량 변화를 Table 5에 나타내었다. EM 발효 우렁쉥이 액비의 칼슘 함량은 발효기간이 경과할수록 증가하였으며, 발효 5일차에서 50일차까지 증가율을 보면 T1은 13%, T2는 5.7%, T3는 26.5%, T4는 39.8% 나타내어 당밀이 15% 이상 투입된 조건에서 증가율이 우수한 것으로 나타났다. 또한 발효 5일차에서 각 시험구별 칼슘 함량을 비교해 보면 T1과 비교해 T2는 202.6%, T3는 210.3%, T4는 271.2% 높은 함량을 나타내었으며 발효 50일차에서는 T2는 189.6%, T3는 235.6%, T4는 334.7% 높은 함량을 나타내어 발효 5일차보다 50일차에서 시험구간 칼슘 함량차가 더 큰 것으로 나타났다.

Table 5. Change of calcium, magnesium and sodium content during fermentations

| Items | Treatments * | Fermentation periods (days) | | | | |
|---------------------|--------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 5 | 14 | 21 | 28 | 50 |
| Calcium (mg/L) | T1 | 1,973±78** | 2,179±42 | 2,094±58 | 2,128±102 | 2,229±23 |
| | T2 | 3,997±210 | 3,978±156 | 4,014±26 | 4,179±84 | 4,226±128 |
| | T3 | 4,150±192 | 4,179±87 | 4,435±258 | 4,530±195 | 5,251±203 |
| | T4 | 5,350±236 | 5,624±224 | 6,325±265 | 8,908±361 | 7,460±260 |
| Magnesium (mg/L) | T1 | 1,050±54 | 1,063±55 | 1,099±41 | 1,108±51 | 1,085±41 |
| | T2 | 1,664±51 | 1,712±26 | 1,711±63 | 1,764±48 | 1,813±35 |
| | T3 | 1,988±73 | 2,016±31 | 2,155±98 | 2,234±101 | 2,437±56 |
| | T4 | 2,471±78 | 2,617±116 | 2,694±103 | 2,895±87 | 3,148±42 |
| Sodium (mg/L) | T1 | 1,011±12 | 1,143±54 | 1,159±29 | 1,162±32 | 1,150±46 |
| | T2 | 1,785±22 | 1,826±46 | 1,999±17 | 1,997±41 | 1,986±78 |
| | T3 | 2,250±56 | 2,161±98 | 2,286±118 | 2,382±66 | 2,385±99 |
| | T4 | 2,286±89 | 2,302±72 | 2,468±69 | 2,499±105 | 2,548±78 |

* T1, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:5:70, w/w); T2, Ascidian tunic+EM+Molasses+ Water(20:5:10:65, w/w); T3, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:15:60, w/w); T4, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:20:55, w/w)

** Mean±S.D.

EM 발효 우렁쉥이 껍질 액비의 마그네슘 함량은 전 시험구에서 발효기간이 경과할수록 서서히 증가하였으며, 발효 5일차에서 50일차까지 증가율을 보면 T1은 3.3%, T2는 9.0%, T3는 22.6%, T4는 27.4% 증가하여 칼슘의 경우와 같은 당밀이 15% 이상 투입된 조건에서 증가율이 우수한 것으로 나타났다. 또한 발효 5일차에서 각 시험구별 마그네슘 함량을 비

교해 보면 T1과 비교해 T2는 158.5%, T3는 189.3%, T4는 235.3% 높은 함량을 나타내었으며 발효 50일차에서는 T2는 167.1%, T3는 224.6%, T4는 290.1% 높은 함량을 나타내어 발효 5일차 보다 50일차에서 시험구간 마그네슘 함량차가 더 큰 것으로 나타났으며, 시험구별 발효기간에 따른 마그네슘의 함량은 칼슘에 비해 약 절반정도의 함량을 나타내었다.

EM 발효 우렁쉥이 껍질 액비의 발효기간에 따른 나트륨 함량은 T1, T2에서는 발효 28일 차에 최고 함량을 나타내었으나 이후 약간 감소하였으며, T3, T4에서는 발효 50일차 까지 변화폭이 적지만 꾸준히 증가하였다. 발효 5일차에서 50일차까지 나트륨 함량 증가율은 T1에서 13.7%, T2는 11.3%, T3는 6.0%, T4는 11.5% 증가를 나타내어 전 시험구 모두 증가율이 미미한 것으로 나타났다. 우렁쉥이 껍질 액비의 나트륨 함량은 발효초기에 대부분 용출되어 발효기간 중 차이는 적었는데 이러한 결과는 혼합액비 제조 시 발효초기에 나트륨이 모두 용출된다는 Lee 등(2011)의 결과와 비슷하였다.

4. 유용미생물(EM) 발효 우렁쉥이 껍질 액비의 유해성분 함량

50일간 EM 발효시킨 우렁쉥이 껍질 액비의 유해성분 함량을 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. EM 발효 우렁쉥이 껍질 액비의 유해성분(As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) 함량은 T1, T2, T3, T4 순으로 약간 증가하였으나 비료공정규격에서 가축분뇨발효액과 비교해 볼 때 각각 함유할 수 있는 유해성분의 최대량 보다 매우 낮은 함량을 나타내어 전 시험구 모두 기준치에 적합한 것으로 나타났다.

Table 6. Change of hazardous components during fermentations

| Treatments* | Hazardous components ($\mu\text{g/L}$) | | | | | | | |
|-----------------------|--|---------------|--------------|----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| | As | Cd | Cu | Cr | Hg | Ni | Pb | Zn |
| T1 | 5 \pm 0.01** | 10 \pm 0.02 | 532 \pm 12 | 70 \pm 0.21 | 2 \pm 0.01 | 126 \pm 9 | 589 \pm 22 | 85 \pm 5 |
| T2 | 9 \pm 0.02 | 11 \pm 0.01 | 661 \pm 18 | 94 \pm 0.11 | 3 \pm 0.01 | 153 \pm 6 | 616 \pm 13 | 284 \pm 21 |
| T3 | 8 \pm 0.01 | 13 \pm 0.01 | 652 \pm 10 | 29 \pm 0.03 | 3 \pm 0.01 | 211 \pm 13 | 915 \pm 24 | 708 \pm 35 |
| T4 | 11 \pm 0.01 | 27 \pm 0.02 | 784 \pm 23 | 244 \pm 0.51 | 1 \pm 0.01 | 276 \pm 14 | 1,364 \pm 68 | 794 \pm 28 |
| *** Official standard | <5,000 | <500 | <50,000 | <30,000 | <200 | <5,000 | <15,000 | <130,000 |

* T1, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:5:70, w/w); T2, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:10:65, w/w); T3, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:15:60, w/w); T4, Ascidian tunic+EM+Molasses+Water(20:5:20:55, w/w)

** Mean \pm S.D.

*** Official standard of commercial fertilizer from rural development administration(RDA, 2012)

5. 유용미생물(EM) 발효 우렁챙이 껍질 액비의 유리아미노산 함량

비료의 3요소 및 칼슘, 마그네슘 함량이 가장 높은 배합조건 T4의 재료를 50일간 EM 발효시킨 우렁챙이 껍질 액비의 유리아미노산 분석 결과 총 29종이 검출되었으며, 유리아미노산 총량은 7,080.94 mg/L를 나타내었다(Table 7). 유리아미노산 중에서는 과실의 감미와 착색을 증진시키는 알라닌이 656.32 mg/L로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 비단백태 아미노산으로서 식물세포 내 pH 조절, 질소저장 화합물 및 아미노산 대사산물 합성 등의 기능을 가지는 γ -Aminobutyric acid(GABA)(Bown and shelp, 1997), 토양단립효과 및 당도를 증진시키는 아스파르트산, 과실의 선택 개선효과를 가지는 루신, 당도증진 및 내한성을 증가 시키는 글리신 순으로 500 mg/L 이상의 아미노산 함량을 나타내었으며, 전체 아미노산의 41.25%를 차지하였다. 그 다음으로 발린, 세린, 오르니틴, 페닐알라닌, 라이신, 프롤린, 티로신, 글루탐산 순으로 469.36-207.24 mg/L의 함량을 나타내었으며, 트레오닌, 이소루신, 타우린, 메치오닌, 시스타티오린이 189.98-111.58 mg/L의 함량을 나타내었다.

Table 7. The free amino acid contents of EM fermented Ascidian tunic liquid fertilizer

| Amino acids | Conc(mg/L) | Amino acids | Conc(mg/L) |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|
| P-Serine | 430.51±20.23* | Isoleucine | 187.74±14.25 |
| Taurine | 133.66±7.18 | Leucine | 542.26±29.35 |
| Phosphoethanolamine | 333.04±22.11 | Tyrosine | 217.34±18.52 |
| Aspartic acid | 598.74±38.54 | Phenylalanine | 353.94±14.36 |
| Threonine | 189.98±15.14 | β -Alanine | 39.42±1.58 |
| Serine | 63.00±8.57 | β -Aminoisobutyric acid | 21.74±5.51 |
| Glutamic acid | 207.24±12.68 | γ -Aminobutyric acid | 617.64±58.51 |
| α -Aminoadipic acid | 16.66±2.48 | 2-Aminoethanol | 6.41±1.05 |
| Glycine | 506.06±34.75 | Hydroxylysine | 18.02±2.36 |
| Alanine | 656.32±28.21 | Ornithine | 422.78±26.39 |
| Citrulline | 60.62±3.05 | Lysine | 340.04±21.87 |
| Valine | 469.36±12.36 | Histidine | 74.38±8.69 |
| Cysteine | 20.84±1.28 | Hydroxyproline | 34.72±7.31 |
| Methionine | 119.66±5.32 | Proline | 283.74±14.52 |
| Cystathionine | 115.08±7.66 | | |
| Total amino acids | | | 7,080.94 |

* Mean \pm S.D.

IV. 적 요

폐자원인 우렁쉥이 껍질을 이용한 환경친화형 유기농 액비의 개발을 위하여 유용미생물(EM)을 이용한 우렁쉥이 껍질의 최적 발효조건과 액비의 특성을 조사한 결과 다음과 같다. EM발효 우렁쉥이 껍질 액비 제조 시 당밀의 투입량이 증가할수록 pH는 낮아지며, EC는 높아지는 것으로 나타났으며, pH는 당밀이 10% 이상 투입된 시험구에서 일정하게 유지되었다. EM발효 우렁쉥이 액비의 총 질소 함량은 발효가 경과할수록 현저히 증가하였으며, 특히 당밀이 15% 이상 투입된 시험구에서 약 220% 증가율을 나타내었다. 인의 함량은 발효 21일차에서 최고치를 나타내었으며, 칼륨의 함량은 발효가 경과할수록 증가하였다. 칼슘, 마그네슘, 나트륨의 함량 역시 발효가 경과할수록 증가하였고 당밀이 15% 이상 투입된 시험구에서 증가율이 우수한 것으로 나타났으며, 칼슘의 함량이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 유해성분(As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, pb 및 Zn)의 함량은 시험구 모두에서 비료공정 규격 기준치에 적합하였다. 우렁쉥이 껍질 액비의 유리아미노산은 총 29종이 검출되었으며 총량은 7,080.94 mg/L를 나타내었고 알라닌이 656.32 mg/L로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이상의 결과를 미루어 볼 때 우렁쉥이 껍질을 이용한 액비화에는 당밀이 15% 이상 투입된 조건이 최적인 것으로 판단된다.

[논문접수일 : 2014. 8. 13. 논문수정일 : 2014. 9. 19. 최종논문접수일 : 2014. 9. 24.]

Reference

1. Bown A. W. and B. J. Shelp. 1997. The metabolism and functions of γ -aminobutyric acid. *Plant Physiol.* 115: 1-5.
2. Choi, B. D., S. J. Kang, and K. H. Lee. 1996. Quality improvement of rainbow trout with pigments and enzymatic hydrolysates of ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *J. Korean Fish Soc.* 29(3): 345-356.
3. Choi, B. D., S. J. Kang, Y. J. Choi, M. G. Youm, and K. H. Lee. 1994. Utilization of Ascidian Tunic (*Halocynthia roretzi*) 4. The stability of Ascidian Tunic extract. *Bull. Korean Fish. Soc.* 27(4): 351-356.
4. Elad, Y. and D. Shtienberg. 1994. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). *Crop protection.* 13: 109-114.
5. Higa, T., 1993. *An Earth Saving Revolution: A Means to Resolve Our World's Problems*

- Through Effective Microorganisms (EM). Sunmark Publishing Inc., Tokyo, Japan.
6. Higa, T. 2001. Effective Microorganisms in the context of Kyusei Nature Farming: a technology for the future. In: Senanayake, Y. D. A., Sangakkara, U. R. (Eds.), Sixth International Conference on Kyusei Nature Farming. Pretoria, South Africa. 40-43.
 7. Higa, T. and J. Parr. 1995. Beneficial and effective microorganisms in a sustainable agriculture and environment. Technol. Trends. 9: 1-5.
 8. Hong, B-L., B-C. Jung, W-J. Jung, J-H. Ruck, B-D. Choi, and K-H. Lee. 2001. Utilization of pigments and tunic components of ascidian as an improved feed aids for aquaculture. J. Korean Fish Soc. 34(6): 632-637.
 9. Joo, S. J. 2009. Effects of organic liquid fertilizer composition on the growth of chineses cabbage and red peper. Ph. D. Diss. Chung-buk national university. Cheonju. Republic of korea.
 10. Kai, H., T. Ueda, and M. Sakaguchi. 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts. Soil Biol. Biochen. 22: 983-986.
 11. Kim, E. M. 2002. The effect of supplementation of ascidian tunic shell into laying hen diet on egg quality. J. Anim. Soc. & Technol. (kor.). 44(1): 45-54.
 12. Lee, G. J., J. O. Jeon, J. H. Park, S. Y. Nam, and T. J. Kim. 2011. The Manufacturing Characteristics of Organic liquid Fertilizer with Poultry manure, Soybean meal, and Rice bran. Korean Journal of Organic Agriculture. 19(4): 577-587.
 13. Oh, K. S., J. S. Kim, and M. S. Heu. 1997. Food constituents of edible ascidians Halocynthia toretzi and Pyura michaleseni. J. Korean Food Sci. Technol. 29: 955-962.
 14. Rural Development Administration. 2006. Method of physiochemical examination by fertilizer. korea. pp. 144-234.
 15. Rural Development Administration. 2013. Official standard of commercial fertilizer. korea.
 16. Son, B-Y., B-I. Hong, and J-W. Ahn. 2007. Flow Properties of Sulfated Polysaccharides in the Tunic of the Ascidin Halocynthia roretzi. J. Kor. Fish. Soc. 40(2): 68-72.
 17. Xu, H. 2000. Effects of a microbial inoculant and organic fertilizers on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn. J. Crop Prod. 3: 183-214.