



## 해초류를 이용한 유기 액비 제조 시 발효 미생물원 및 당밀 첨가에 따른 액비의 특성 비교

안난희<sup>†</sup>, 조정래, 신재훈, 옥정훈, 김석철

농촌진흥청 국립농업과학원

(2015년 11월 3일 접수, 2015년 11월 13일 수정, 2015년 11월 16일 채택)

## Comparison of Physico-Chemical Properties of Organic Liquid Fertilizer Made from Seaweed by Adding Microorganism and Molasses

Nan-Hee An<sup>†</sup>, Jung-Rai Cho, Jae-Hun Shin, Jung-Hun Ok, Seok-Cheol Kim

National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

### ABSTRACT

Objective of this study was to investigate characteristics of inorganic components contained in liquid fertilizer produced using seaweed by adding microorganisms and molasses. Addition of dry yeast to liquid fertilizer resulted in little change in pH and considerable increase in EC with high EC value compared to other liquid fertilizers which have microorganisms additives. Also, it was appeared that the dry yeast-added treatment had higher  $\text{NH}_4\text{-N}$  concentration than other treatments. In the other hand, addition of molasses resulted in low pH compared to the control which has no additives, and EC was not different depending on the amount of molasses.  $\text{NH}_4\text{-N}$  concentration in the 2% molasses added treatment was lowest and it showed a significant difference in the no and 1% molasses added treatments. In conclusion, it was shown that addition of dry yeast to liquid fertilizer increased ammonium nitrogen concentration by accelerating nitrogen mineralization, while molasses has an effect of inhibiting nitrogen mineralization. With application of organic liquid fertilizer containing seaweed increased the fresh weight of chinese cabbage.

Keywords : Organic Liquid Fertilizer, Seaweed, Dry-yeast, Molasses

<sup>†</sup>Corresponding author(nanhee79@korea.kr)

## 초 록

본 연구는 해초를 이용한 유기 액비 제조 시 발효 미생물 선발 및 당밀 첨가에 따른 액비의 특성 변화를 구명하고자 수행하였다. 액비 제조 시 발효미생물은 건조효모를 첨가하였을 때 다른 미생물 첨가구에 비해 pH의 변화가 적고 EC의 증가폭이 컸으며 EC값은 높게 나타났다. 또한  $\text{NH}_4\text{-N}$ 농도는 건조효모 첨가구가 다른 미생물 첨가구들에 비해 높았다. 액비 제조 시 당밀 첨가 효과는 당밀 첨가구가 무첨가구에 비해 pH가 낮아지는 경향을 보였으며 EC는 당밀 첨가량에 따른 차이를 보이지 않았다.  $\text{NH}_4\text{-N}$ 농도는 당밀 2 % 첨가구가 가장 낮았으며 무첨가구 그리고 1 % 첨가구와는 유의적인 차이를 보였다. 따라서 액비 제조 시 발효 미생물원으로 건조효모를 첨가하면 질소의 무기화를 촉진하여 암모늄태 질소의 농도를 증가시키고, 당밀 첨가는 질소의 무기화를 억제시키는 효과를 보였다. 또한 액비처리에 의한 배추생육을 조사한 결과, 양분공급에 의한 생육 증가 효과를 나타내었다.

주제어 : 유기농 액비, 해초, 건조효모, 당밀

## 1. 서론

유기농업에서는 녹비, 윤작재배, 유기자원의 활용 및 토양에 축적된 유기물로부터 양분공급을 원칙으로 하며 양분이 주변 환경으로 유출되었을 때나 식물 성장에 따라 토양에 추가적인 보충이 필요하다. 웃거름용으로 활용되는 액비는 식물이 필요로 하는 양분을 공급하는 효과<sup>1)</sup> 외에도 토양에 유익한 미생물을 활성화하기도 하며 액비에서 공급하는 양분과 미생물 발효산물은 뿌리보호, 발근촉진 등 작물생육에 다양한 측면에서 이로운 효과를 나타낸다고 알려져 있다<sup>2,3)</sup>. 그동안 우리나라에서 액비에 대한 연구는 가축분뇨 액비에 대한 제조 특성과 버, 채소류 등에 대한 시용 효과 등에 관해 이루어졌다<sup>4,5,6)</sup>. Joo 등은 유기질 재료의 액비화 연구에서 계분, 골분, 쌀겨 등의 액비화 과정중 화학성 변화 및 상추에 대한 시용 효과를 보고하였다<sup>7)</sup>. 또한 유기농 고추 재배를 위한 유기자원 선발 및 시용효과 연구에서 액비처리로 안정적인 생육 및 수량 확보가 가능한 사실을 밝혔고<sup>8)</sup>, 혈분을 이용한 액비의 특성에 관한 연구결과를 각각 보고하였다<sup>9)</sup>.

유럽과 미국 등지에서는 갈색 해조류를 이용하는 사례가 있고 그 효과도 상당히 보고되고 있다<sup>10)</sup>. 해조류에 포함된 호르몬인 auxin은 작물의

지상부 생육을 촉진하고 cytokinin이 지하부의 생육을 자극하는 역할을 한다고 알려져 있다. 또한 해초류의 colloids, phytohormones, 아미노산, 무기성분 등이 작물의 내한성과 내건성, 성장촉진, 착과 증대, 당도 증가 등 수량 및 품질 향상에 효과를 높이는 것으로 알려져 있다<sup>11)</sup>.

실제로 유기재배 농가에서는 해초류를 이용한 액비를 자가 제조하여 활용되고 있지만 액비의 제조방법이나 액비 특성에 대한 체계적인 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 해초류를 이용한 유기 액비 제조 시 발효 미생물 및 당밀 첨가량에 따른 액비의 특성을 구명하고 액비처리가 작물생육에 미치는 영향을 검토하고자 수행 하였다.

## 2. 재료 및 방법

해초 액비는 [Fig. 1]과 같이 20 L통에 물 10 L기준으로 물미역 2 kg(20 %, w/v)를 사용하였고, 액비 제조 시 적합한 발효 미생물을 선발하기 위해 막걸리, 요구르트, 건조효모, 그리고 부엽토를 각각 100 g(1 %)를 첨가한 후 벌레나 이물질이 들어가지 않게 입구를 밀봉하고 공기의 투입 없이 30일간 발효시켰다. 발효과정 중의 액

비 성분은 제조 당일로부터 30일 동안 10일 간격으로 시료를 채취하여 화학성을 분석하였다. 또한 발효미생물의 탄소원으로 사용되는 당밀의 첨가 효과를 검토하기 위해서 물 10 L에 해초 2 kg과 건조효모 100 g을 첨가한 후 당밀 무첨가구, 당밀 1%, 2% 첨가구를 각각 제조한 후 [Fig. 1]과 동일한 방법으로 액비를 발효시켰다. 발효 과정중의 액비 성분은 발효 0일부터 12주까지 4주 간격으로 시료를 채취하여 액비의 pH, EC, 무기태 질소, 인산 함량을 분석하였다.

액비의 pH와 EC는 액비 100 mL를 채취하여



[Fig. 1] Producing process of organic liquid fertilizer using seaweed.

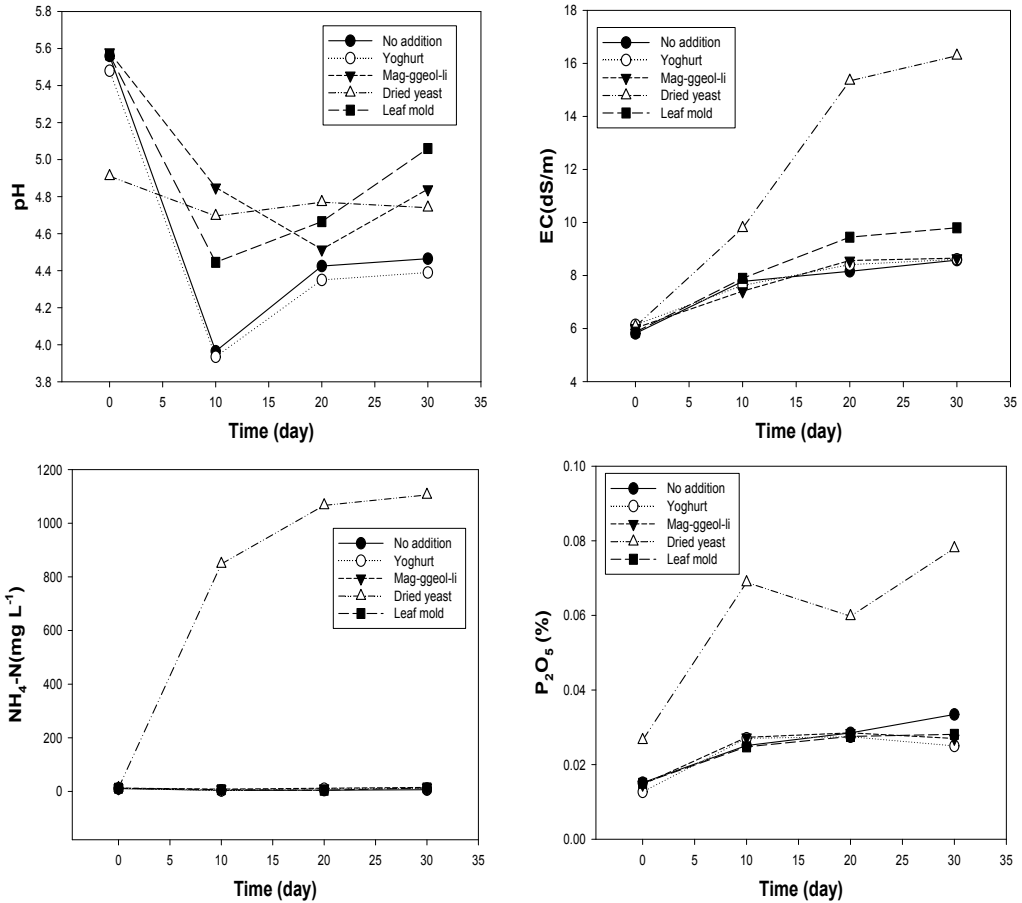
NO. 2 여과지로 여과 후 pH meter (Star A211, Orion, USA)와 EC meter (HI 9932, Hanna, Korea)를 사용하여 측정하였다. 무기성분은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 mL를 첨가한 다음 습식 분해하여 토양식물체 분석법에 준하여 분석하였다<sup>12)</sup>. 무기태 질소는 여과 후 희석하여 FIA (QuikChem 8500 Series 2, HACH, USA)로 측정하였고 유효인산 함량은 spectrophotometer (UV-2450, SHIMADZU, JAPAN), 양이온은 ICP (Integra XL Dual, Sciencetific Equipment, Australia)로 측정하였다.

액비 처리에 의한 작물 생육을 검토하기 위해 국립농업과학원 소포장에서 2014년 4월 22일 배추 '노랑봄'(홍농)을 시험구당 60×30cm로 25주를 정식하여 6월 27일에 수확하였다. 해초액비는 정식 2주 후부터 생육기간 동안 일주일 간격으로 100배, 500배, 1000배 액비 희석액을 주당 0.2 L씩 관주 처리하였다. 시험구는 임의배치법으로 3반복으로 배치하였다. 배추의 생육은 처리당 10주를 무작위로 선택하여 무게, 엽장, 엽수, 결구정도를 조사하였으며 통계처리 하였다. 자료의 통계분석은 SAS 프로그램(SAS version 8/2, Cary, USA, 2001)을 이용하여 평균 간 분산분석으로 수행하였고, 95% 수준에서 Duncan's New Multiple Range Test로 유의성 정도를 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 발효 미생물에 따른 액비 특성 비교

막걸리, 요구르트, 건조효모, 부엽토를 1% 첨가하여 발효 기간 동안 액비의 pH, EC, 무기태 (NH<sub>4</sub>-N)질소, 인산 함량을 분석한 결과는 [Fig. 2]와 같았다. pH는 건조효모 첨가구를 제외하고 액비 제조 당일에는 5.5~5.6이었으며 건조효모 첨가구를 제외한 모든 시험구에서 발효 10일~20일차에 낮아졌다가 증가하는 경향을 나타내었다. 미생물 종류에 따른 pH 변화는 요구르트 첨가구에서는 제조 10일 차에 3.9로 가장 낮았고 이후 증가하여 20일차에서 30일차까지



[Fig. 2] Change of pH, EC, NH<sub>4</sub>-N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contents on liquid fertilizers fermented with different microorganisms.

4.4로 큰 변화가 없었다. 부엽토 첨가구의 경우 5.6에서 제조 10일 경과 후 4.4로 감소하였으며 이후 증가하여 30일차에는 5.1를 나타내었다. 또한 건조효모 첨가구의 경우 제조 당일 4.9에서 제조 10일차 이후 4.7~4.8로 발효기간 동안 pH의 변화가 적은 경향을 나타냈다 그러나 막걸리 첨가구의 경우 발효 기간 동안 5.6에서 4.8로 감소하였다. 선행연구에서도 본 시험과 같이 액비 제조 시 pH는 발효초기에 현저히 감소 후 서서히 증가한 결과와 일치하였다<sup>13)</sup>. 발효기간 동안 pH가 변화하는 요인은 부산물 비료의 퇴비화 과정에서 부숙이 일어나는 초기에는 유기산 등의

방출로 pH가 낮아지다가 질소화합물에서 암모니아가 생성되면서 pH가 다시 증가하고, 발효가 안정화됨에 따라 pH가 중성 부근에서 안정화되기 때문이라고 하였다<sup>14)</sup>. 또한 액비 원료와 무관하게 pH는 초기에 낮아지다가 서서히 증가하며<sup>15,16)</sup> 호기적인 조건에서는 점차 높아지고 혐기조건에서는 유기산의 증가로 낮아졌다는 결과를 보고하였다<sup>17,18)</sup>.

EC는 건조효모 첨가구를 제외하고 미생물 종류에 상관없이 변화가 적은 것으로 나타났다. 건조효모 첨가구는 제조 당일 6.1 dS·m<sup>-1</sup>에서 20일차에 15.3 dS·m<sup>-1</sup> 증가하다가 30일차에

16.3  $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$  로 증가폭이 감소하였다. EC의 변화 요인은  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  등이며 이들 이온의 조성에 따라 EC의 값이 결정된다는 보고와 같이<sup>19)</sup> 액비화 과정에서 EC는 유기물의 무기화 작용으로 인하여 증가한 것으로 판단되었다.

$\text{NH}_4\text{-N}$  농도는 건조효모 첨가구에서만 발효가 진행될수록 급격히 증가하는 경향이었으며 요구르트, 막걸리, 부엌토, 무처리외의 경우 해초의 분해가 거의 이루어지지 않아  $\text{NH}_4\text{-N}$  농도가 6~15  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 낮았다.  $\text{NO}_3\text{-N}$  이온은 발효기간 동안 생성되지 않았는데 이는 혐기조건에서 유기태 질소는 대부분 암모늄태 질소로 변환되었으며 질산태 질소는 거의 생성되지 않았기 때문으로 사료된다.

$\text{P}_2\text{O}_5$  농도는 건조효모 첨가구의 경우 발효 초기 0.027 %에서 30일차에 0.078 %로 증가하였으며 미생물 종류에 상관없이 0.025~0.033 %로 증가폭이 낮았다.

본 시험 결과 해초를 활용한 액비 제조 시 건조효모를 이용하는 것이 효과적이며 이는 질소의 무기화를 촉진하여 암모늄태 질소의 농도를 증가시키고 pH와 EC 변화의 차이가 나타난 것으로 사료된다. 유기자원에 함유되어 있는 유기태질소를 빠른 시간 내에 효과적으로 분해하는 미생물의 선발이 중요하며<sup>8)</sup>, 깻묵, 미강을 활용한 액비 제조 시에도 발효 미생물원으로 건조효모를 사용하였다<sup>20)</sup>. 효모는 아주 낮은 pH나 온도 및 낮은 수분활성도, 혐기적인 조건에서도 증식을 유지하거나 발효를 일으키며 엽분, 유기산 또는 당의 농도가 높거나 유기성 고형분이 포함된 음식물의 발효에 효율적으로 이용할 수 있다고 보고되어 있다<sup>21)</sup>.

### 3.2 당밀 첨가량에 따른 액비 특성 비교

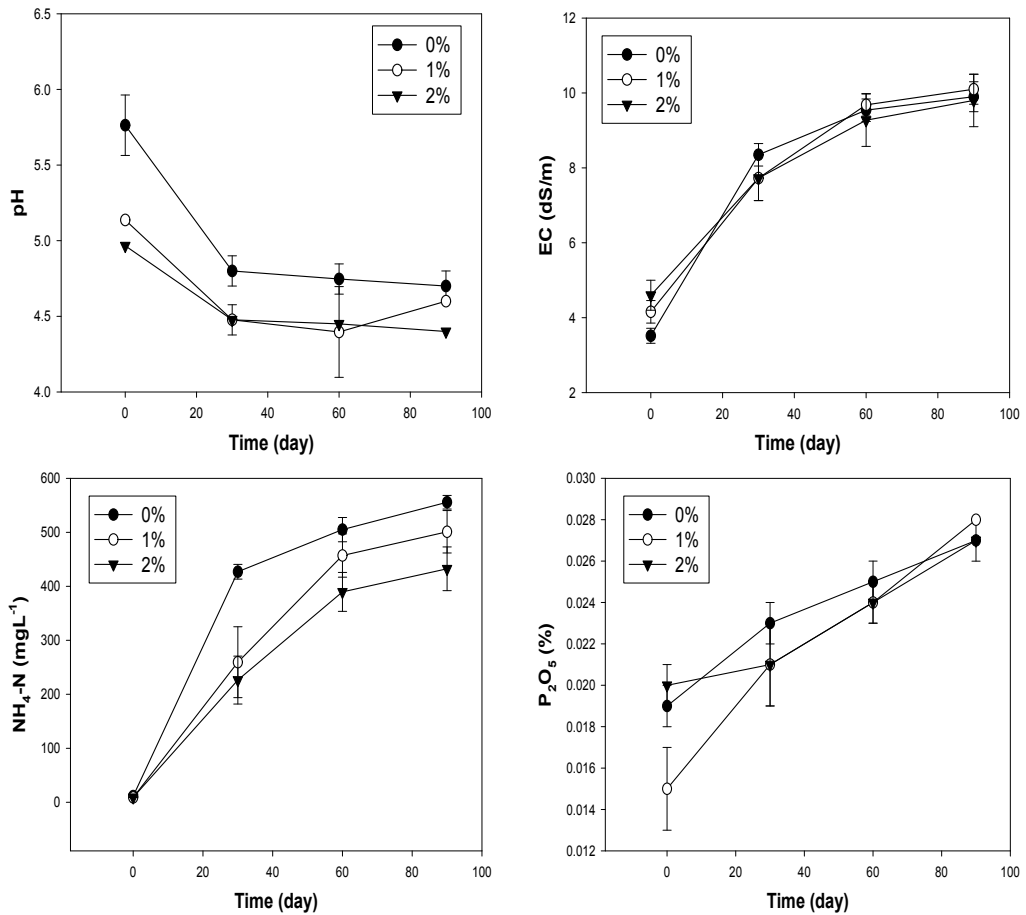
현재 유기재배 농가에서 액비 제조 시 당밀은 미생물의 에너지원으로 미생물의 증식을 도와 발효과정을 촉진하는 역할을 한다고 알려져 있으나 당밀 첨가에 대한 체계적인 연구 결과가 없어 사용 여부에 대해 의문을 가지고 있다. 해초를 이

용한 액비 제조 시 당밀 첨가량에 따른(0, 1, 2 %)에 따른 액비의 특성 변화는 [Fig. 3]과 같다. pH는 무첨가에 비해 당밀을 첨가했을 때 낮았으며 통계적인 유의 차이를 나타냈다. EC는 제조 60일까지 증가하다가 이후 큰 변화가 없었고 당밀 첨가량에 따른 차이는 보이지 않았다.  $\text{NH}_4\text{-N}$  함량은 당밀 무첨가구가 초기 11  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서 90일 후 556  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 증가하였으며 1 % 첨가구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면 당밀 2 % 첨가구는 432  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 깻묵, 미강을 이용한 액비 제조시 당밀 첨가량이 증가할수록 액비의 암모니아태 질소 농도가 낮아지는 결과와 일치하였다<sup>20)</sup>. 발효 90일 차에 인산 함량은 0.027~0.028 %으로 첨가량에 따른 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ).

사일리지 제조 시에도 당밀을 첨가할수록 pH가 낮아지고 총미생물수가 적어지는 것으로 알려져 있다<sup>22)</sup>. 액비의 pH가 낮으면 곰팡이 등 부패를 일으키는 미생물이 저하되는 긍정적인 효과도 있지만 본 연구에서는 질소 공급을 위한 옷거름용 액비 제조에 맞게 유기태 질소의 농도가 높았던 당밀 1 % 첨가가 적합한 것으로 판단하였다. 당밀 무첨가구의 경우 악취가 발생하는 문제가 존재하였으며 추후 액비 제조 시 당밀첨가 수준에 따라  $\text{H}_2\text{S}$  gas발생량, 유기산과 같은 2차 대사물질, 처리효과 등을 검토하는 연구가 필요한 것으로 사료된다.

### 3.3 액비 처리에 의한 배추 생육 비교

해초를 이용한 액비의 효과를 검토하기 위해 액비 처리에 의한 배추 생육을 조사하였다 [Table 1]. 배추의 생체중은 액비농도가 증가함에 따라 증대되었고 100배 희석액 처리에서 가장 좋았다. 엽장, 엽수의 경우 액비 무처리에 비하여 유의성 있는 차이를 보였으나 액비 처리별 수준과는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 해초추출물 사용으로 배추의 생육 및 수량이 향상되는 결과와 일치하였다<sup>23)</sup>. 유럽과 미국에서는 갈색 해초류를 이용하는 사례가



[Fig. 3] Change of pH, EC, NH<sub>4</sub>-N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contents by the ratio of molasses on liquid fertilizers.

[Table 1] Growth Responses of Chinese Cabbage after Application of Organic Liquid Fertilizer

Treatments <sup>†</sup>	Plant weight (g/plant)	Leaf length (cm)	No. of leaf (per plant)
T100	1580.4a <sup>‡</sup>	30.1a	66.4a
T500	1458.2ab	29.7a	65.1a
T1000	1320.7bc	29.5a	64.7a
NF	1211.4c	29a	58.5b

<sup>†</sup> NF = no fertilizer, T100 = liquid fertilizer dilute 100 folds, T500 = liquid fertilizer dilute 500 folds, T1000 = liquid fertilizer dilute 1000 folds.

<sup>‡</sup> DMRT at 95% significant level

있고 해초류에 함유되어 있는 호르몬 auxin과 cytokinin이 지상부의 생육 증진효과를 높이는

것으로 알려져 있다<sup>11)</sup>. 따라서 해초액비의 양분 공급으로 배추 생육이 증대된 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

유기재배를 위한 양분 공급원으로 해초를 이용한 유기 액비 제조 시 발효 미생물 선발 및 당밀 첨가에 따른 액비의 특성을 비교하였다. 발효 미생물원으로 막걸리, 요구르트, 건조효모, 부엽토를 각각 첨가하여 액비를 제조한 결과, pH는 건조효모 처리구를 제외한 모든 시험구에서 발효 10일~20일차에 낮아졌다가 증가하는 경향을 나타냈으며 건조효모 첨가구의 경우 제조 당일 4.9에서 제조 10일차 이후 4.7~4.8로 pH의 변화가 적은 경향을 나타냈다. EC의 경우 건조효모를 첨가하였을 때 다른 미생물 첨가구들에 비해 증가폭이 컸으며 EC 값도 높게 나타났다. 또한 액비의  $\text{NH}_4\text{-N}$ 농도는 건조효모 첨가구가 다른 미생물 첨가구들에 비해 높았다. 액비 제조 시 당밀 첨가 효과는 당밀 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 보였으며 EC는 당밀 첨가량에 따른 차이를 보이지 않았다.  $\text{NH}_4\text{-N}$  함량은 당밀 첨가량이 증가 할수록 낮아지는 경향을 보였다. 당밀 무첨가구가 초기  $11 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서 90일 후  $556 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 증가하였으며 1% 첨가구와는 통계적인 유의 차이를 보이지 않았다. 반면 당밀 2% 첨가구는  $432 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 유의적인 차이를 보였다. 액비처리에 의한 배추생육을 조사한 결과, 배추의 생체중은 액비농도가 증가함에 따라 증대되었고 100배 희석액 처리에서 생육이 가장 높았다.

#### 사사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 : PJ010879022015)의 연구비 지원으로 수행되었음.

#### References

1. Park, B.K., Lee, J.S., Cho, N.J. and Jung, K.Y., "Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality". J. Kor. Soil Sci. Fert., 34, pp. 153-157. (2001).
2. Kai, H., Ueda, T. and Sakaguchi, M., "Antimicrobial activity of bark-compost extracts". Soil Biol. Biochem., 2, pp. 983-986. (1990).
3. Elad, Y. and Shtienberg, D., "Effect of compost water extracts on grey mould(Botrytis cinerea)". Crop protection, 13, pp. 109-114. (1994).
4. Kim, M.C., Choi, D.J. and Song, S.T., "Effect of swine liquid manure and phosphorus fertilizer application level on dry matter yield and N and P uptake of italian ryegrass". J. Anim. Sci. & Technol., 43, pp. 973-980. (2001).
5. Jeon, W.T., Park, H.M., Park, C.Y., Park, K.D., Cho, Y.S., Yun, E.S. and Kang, U.G., "Effect of liquid pig manure application on the rice growth and environment on paddy soil". J. Kor. Soil Sci. Fert., 36, pp. 333-343. (2003).
6. Lee, J.T., Ha, I.J., Kim, H.D., Moon, J.S., Kim, W.I. and Song, W.D., "Effect of liquid pig manure on growth, nutrient uptake of onion, and chemical properties in soil". Kor. J. Hort. Sci. Technol., 24, pp. 148-156. (2006).
7. Joo, S.J., Shon, S.M. and Kim, J.H., "Development of organic liquid fertilizer for leaf vegetable under greenhouse". J. Kor. Org. Agr., 9, pp. 83-99. (2001).
8. Choi, D.H., Sung, J.K., Lee, S.M., Lee, Y.H., Kim, J.M., Jung, J.A. and Song, B.H., "Selection of useful organic materials as an additional fertilizer for organic red-pepper production and the application effect". Korean J. Soil Sci. Fert., 41, pp. 153-157. (2008).
9. An, N.H., Kim, Y. K, Lee, Y., Jee, H. J., Park, J. H., Hong, S. J. and Han, E. J., "Changes in chemical properties and microbial population

- of farm-made organic liquid fertilizer during fermenting process”. J. Kor. Org. Agr., 19, pp. 417-425. (2011).
10. Shon, S. M., “Agronomic effect of high quality compost mixed with brown seaweed for enviromentally benign organic farming”. J. Kor. Org. Agr., 10, pp. 95-109. (2002).
  11. Anonym, Seaweed products : A Promising future, New AG International Fed/March 2001, pp. 34-42. (2001).
  12. RDA. “Methods for chemical analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology”, RDA (2000).
  13. Lee, G.J., Jeon, J.O., Park, J.H., Nam, S.Y. and Kim, T. J., “The manufacturing characteristics of organic liquid fertilizer with poultry manure, soybean meal, and rich bran”. J. Kor. Org. Agr., 19, pp. 577-587. (2011).
  14. Inbar, Y., Chen, Y. and Hadar, Y.. “Humic substances formed during the composting of organic matter”. Soil Sci. Soc. Amer. J., 54, pp. 1316-1323. (1990).
  15. An N. H., Cho, J. R., Lee, B. M., Shin, J. H., Ok, J. H. and Kim. S. C., “Comparison of characteristic of organic liquid fertilizer containing organic resource by adding dry-yeast and molasses”. J of KORRA., 22, pp. 87-94. (2014).
  16. Lee, G.J., Jeon, J.O., Park, J.H., Nam, S.Y. and Kim. T.J., “The manufacturing characteristics of organic liquid fertilizer with poultry manure, soybean meal, and rich bran”. J. Kor. Org. Agr., 19, pp. 577-587. (2011).
  17. Jung, K.Y., Cho, N.J. and Jeong, Y.G., “Composition of liquid composting efficiency using liquid pig manure in different condition”. Kor. J. Environ. Agr., 17, 301-306. (1998).
  18. Lee, J.T., Ha, I.J., Moon, J.S. and Song, W.D., “Comparison of liquefying efficiency of mixed organic fertilizer as affected by aeration time and the ratio of organic fertilizer to water”. Korean J. Soil Sci. Fert., 40, pp. 156-163. (2007).
  19. Jeong, K.H., Kim, T.I., Choi, K.C., Han, J.D. and Kim, W.H., “Change of compost properties during aerobic composting of poultry manure”. Kor. J. Anim. Sci., 39, pp. 731-738. (1997).
  20. An N.H., Kim, Y.K., Cho, J.R., Jee, H.J., Lee, B.M., Yoon, J.C. and Choi, J. W., “Physicochemical properties of organic liquid fertilizer with oil cake and rice bran as affected by microorganism and the ratio of molasses”. Korean J. Soil Sci. Fert., 46, pp. 579-584. (2013).
  21. Lee, K.Y. and Yu S.J., “Aerobic liquid fermentation of food wastes by using yeast”. J. of KOWREC., 8, pp. 147-152. (2000).
  22. Jang, S.H., Oh, H.M., Kim, S.B., Cho, C.H., Park, N.S., Lee, B.D., Lee, H.S. and Lee. S.K., “Effects of molasses and Phellinus linteus meal addition on the quality of Korean herbal medicine meal silage. J. Kor. Grassl. Forage Sci., 31, pp. 431-440. (2011).
  23. Cho, S. H. and Park. T. H., “Effect of organic fertilize; Microorganism and seaweed extract application on growth of chinese cabbage”. J of KOWREC., 10, pp. 81-85. (2002). 