

ORIGINAL ARTICLE

## 수산부산물을 재활용한 제조방법이 기능성 비료와 사료에 미치는 영향

안승원\* · 안갑선 · 조전권 · 조태동<sup>1)</sup>

공주대학교 원예학과, <sup>1)</sup>강릉원주대학교 환경조경학과

## Effect of Manufacturing Technology on Functional Fertilizer and Feed through Recycling of Fishery Resources

Seoung-Won Ann\*, Gap-Sun An, Jun-Kwon Cho, Tae-Dong Cho<sup>1)</sup>

Department of Horticultural Science Kongju National University, Gongju 32439, Korea

<sup>1)</sup>Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457 Korea

### Abstract

In this study, to provide basic information for design of a large-scale recycling system for fishery by-products, the food nutrient components, fertilizer components, and microbial composition of fertilizers and feed which were made of fishery by-products were analyzed before and after fermentation. The results of the analysis of the edible portion of fishery by-products indicated that calories per 100 g of crustaceans were the highest followed by those of fish and brown algae in order of precedence with values as follows; Korean Krill 94 Kcal, *Portunus trituberculatus* 65 Kcal, *Lophiomus setigerus* 58 Kcal, and *Undaria pinnatifida* 16 Kcal. As for changes in amino acids per 100 g of fishery by-products between before and after fermentation, calories per 100 g of *P. trituberculatus* decreased by 74.7% from 15.7 g to 4.0 g, that of *L. setigerus* decreased by 61.1% from 11.9 g to 4.6 g, that of Korean Krill decreased by 53.5% from 11.6 g to 5.4 g, and that of *U. pinnatifida* decreased by 49.4% from 1.7 g to 0.9 g. Among amino acids, those contained in fishery by-product fertilizers (liquid fertilizer) in large amounts were shown to be Glutaminic acid, Aspartic acid, Glycine, Lysin, and Leucine. The lipid content of Korean Krill decreased by 11.9% from 3.2 g to 2.8 g, that of *L. setigerus* increased by 2.0 times from 1.1 g to 2.2 g, that of *P. trituberculatus* increased by 4.5 times from 0.4 g to 1.7 g, and that of *U. pinnatifida* increased by 9.4 times from 0.2 g to 1.9 g. The ash (mineral) content of *P. trituberculatus* decreased by 82.5% from 26.2 g to 4.6 g, that of *U. pinnatifida* increased by 27.6% from 3.3 g to 4.2 g, that of Korean Krill increased by 21.9% from 3.1 g to 3.8 g, and that of *L. setigerus* increased by 88.7% from 1.2 g to 2.2 g. The microbial composition of liquid fertilizer using recycled fishery by-products was shown to be Bacteria, Actinomycetes, Fungi, Yeast, and *Lactobacillus* sp.

**Key words** : Amino acid, Fertilizer and feed, KEM fermentation, Recycling fishery resources

### 1. 서론

수산물은 식품, 비료, 사료 등 다양한 산업에 사용

되고 있으나 수산부산물의 재활용은 일부 제한적으로 이용되고 있다(Eum, 2011). 수산부산물을 비료와 사료로 재활용하는 것은 부패가 빠르고 제조과정이

Received 21 November, 2016; Revised 28 November, 2016;

Accepted 28 November, 2016

\*Corresponding author : Seoung Won Ann, Department of Horticultural Science Kongju National University, Gongju 32439, Korea  
Phone: +82-41-330-1224  
E-mail: annsw@kongju.ac.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

복잡하여 대부분 폐기처분되고 있다. 특히 세계5대 갯벌에 속하는 서해안 간서지에서 서식하는 어류, 갑각류, 조류 등의 생물에는 단백질, 지질, 당질, 미네랄 등이 풍부하여 식량자원에 기여하고 있다(Bray, 1983). 그러나 유기폐기물 또한 다량으로 발생하고 있어 수산부산물의 재활용 제조기술을 개발하면 기능성 비료와 사료로 활용이 가능하다(Cho et al., 1993). 수산부산물은 일부 농가에서 유용미생물로 발효하여 아미노산액비료 재활용 되고 있다(Huppe and Turpin, 1994). 그러나 대부분의 수산부산물은 폐기처리 되고 있어 이를 충분히 처리할 수 있는 대규모 재활용 시스템이 필요하다. 부패하기 쉬운 수산부산물을 재활용하여 기능성 비료/사료로 개발하기 위하여 1)근접지 처리, 2)대규모 처리, 3)부패 전 처리, 4)생력화가 가능한 제조방법에 대하여 연구 중이다.

본 연구는 선행연구를 통하여 개발한 수산부산물 재활용 제조방법을 태안군 연안에서 다량으로 발생하는 갑각류(꽃게, 크릴), 어류(아귀), 해조류(미역) 부산물에 접목하여 생산한 비료/사료의 영양성분, 비료성분, 유용미생물 조성을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

충남 태안군에서 발생하는 수산부산물을 비료와 사료로 개발하기 위하여 다음과 같은 재료로 제조실험을 하였다.

(1) 유용미생물제(KEM, korean effective micro-organisms): 농업회사법인나라원주식회사(공주대학교 교수실험실창업)에서 환경개선 및 병충해억제 등을 목적으로 공급하는 KEM을 증식하여 사용,

(2) 블랙스트랩 당밀: 설탕을 생산하는 과정에서 발생한 부산물(Table 1),

(3) 수산부산물(①꽃게(*Portus trituberculatus* Miers): 십각목 꽃게과의 갑각류로 서해안 해역에 분포하며

수심 2~110 m의 모래나 모래진흙바닥에 서식. 몸길이는 8~9 cm이고 너비는 16~19 cm로 주로 해저에서 서식, ②아귀(*Lophiomus setigerus* Vahl): 아귀목 아귀과에 속하는 어류. 입은 크고 몸은 타원형이며 몸이 점액으로 덮여 있음. 아귀는 주로 수심 55~150 m층의 깊은 바다의 밑바닥에 서식, ③크릴(Korean Krill): 곤쟁이목에 속하는 갑각류로 새우와 비슷하게 생긴 해양 무척추 동물. 최대 5 cm까지 자라며 거대한 떼를 지어 서식, ④미역(*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar): 갈조류 미역과의 한해살이 바닷말로 요오드를 특히 많이 함유하고 있어 산후조리에 특히 좋으며, 식용으로 널리 사용되고 있다(Wikipedia, 2016).

꽃게와 아귀를 원료로 한 비료/사료(이후, 비료로 표기)의 제조실험은 2015년 10월 1일에 태안군 신진도항에서 조달하여 원료, 당밀, KEM을 각각 6 : 2 : 2 비율로 파쇄 교반하여 10 ton 통에 투입한 후, 매일 1회씩 1년간 교반 관리하였다. 크릴, 미역은 2016년 4월 1일에 각각 원료, 당밀, KEM을 6 : 2 : 2 비율로 파쇄 교반하여 10 ton 통에 투입한 후, 매일 1회씩 6개월간 교반 관리하여 발효 숙성하였다. 분석은 수산부산물 4종류에 대하여 각각 10 ton 통 × 3개, 합계 30 ton을 발효한 후 3개통에서 샘플을 각각 3점씩 채취하여 합계 9점에 대하여 분석하였다. 분석방법은 제품별로 각각 식품영양성분과 비료성분, 미생물(세균, 효모균, 유산균, 광합성세균, 방선균) 조성에 대하여 농림축산식품부의 분석방법(RDA, 2016)에 준하여 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

본 연구는 대규모 수산부산물 재활용 시스템 구축을 위한 기초정보를 제공하기 위하여 발효 전 원료 (1) 식품(가식부, the edible portion), (2)부산물(가식부+손실률), 발효 후 (3)제품에 대하여 각각 식품영양성분, 비료성분, 미생물조성을 분석하였다.

**Table 1.** Proximate composition of Brown sugar and Blackstrap molasses (g/100g)

	Kilocalories	Moisture	Carbohydrates	Lipid	Protein	Ash
Blackstrap molasses	243.0	25.3	61.3	0.1	-	10.5
Brown sugar	377.0	1.8	97.3	-	-	0.9

**Table 2.** Proximate and mineral composition of fishery resources

Proximate composition (g/100g)	Kilo calories	Moisture	Carbo hydrates	Lipid	Protein	Ash	Loss ratio
<i>Portunus trituberculatus</i>	65.0	83.1	0.3	0.3	14.4	1.9	65.0
<i>Lophiomus setigerus</i>	58.0	85.4	0.3	0.2	13.0	1.1	15.0
Korean Krill	94.0	78.5	0.2	3.2	15.0	3.1	-
<i>Undaria pinnatifida</i>	16.0	89.0	5.6	0.2	1.9	3.3	35.0

Minerals composition (mg/100g)	Ca	Fe	Mg	Mn	P	K	Na	Zn
<i>Portunus trituberculatus</i>	110.0	0.3	60.0	0.1	200.0	300.0	360.0	3.7
<i>Lophiomus setigerus</i>	8.0	0.2	19.0	-	140.0	210.0	130.0	0.6
Korean Krill	360.0	0.8	85.0	0.2	310.0	320.0	420.0	1.0
<i>Undaria pinnatifida</i>	100.0	0.7	110.0	0.1	36.0	730.0	610.0	0.3

### 3.1. 수산물 4종류 가식부의 영양물질

수산물 4종류(Table 2)의 가식부에 대한 분석결과 100 g당 열량은 크릴 > 꽃게 > 아귀 > 미역 순으로 각각 94, 65, 58, 16 Kcal로 어류와 갑각류가 갈조류보다 높게 나타났다. 갑각류 크릴은 단백질, 지질에서 각각 15, 3.2 g으로 가장 많이 함유하고 있었으며, 갈조류 미역은 탄수화물, 회분에서 각각 5.6, 3.3 g으로 가장 높게 나타났다(Table 2). 회분의 8종류 미네랄 중에 Ca, Fe, Mn, P는 크릴이 각각 360, 0.8, 0.15, 310 mg으로 가장 높게 나타났으며, 미역은 Mg, K, Na에서 각각 110, 730, 610 mg으로 가장 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 4종류의 손실률은 꽃게(65%) > 미역(35%) > 아귀(15%) > 크릴(0%) 순으로 갑각류 크릴은 작은 생물(≥5 cm)로 100% 이용되고 있으나, 꽃게는 35%를 가식부로 사용되고 있다. 가식부의 영양 성분에 대한 분석 자료는 농촌진흥청(RDA, 2016), USDA(2016), Wikipedia(2016) 등이 있으며, 본 조사에서도 유사한 분석결과를 얻었다.

### 3.2. 수산부산물 발효 전과 후의 영양물질 변화

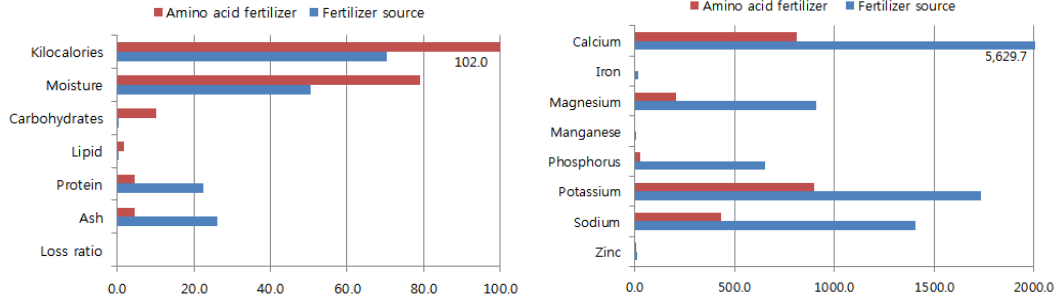
현장에서 발생하는 수산부산물(가식부+손실물) 4종류를 각각 통째로 재활용하여 발효 전과 후의 비료 영양물질을 분석하여 검토하였다(Fig. 1). 특히 꽃게의 경우 가식부(Table 2)와 손실률 65%(갑각; 수분 30%, 단백질 25%, 키틴/키토산 25%, 회분 20%;

JSCC, 2016)가 통째로 원료가 되어 액상비료의 기능성물질에 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

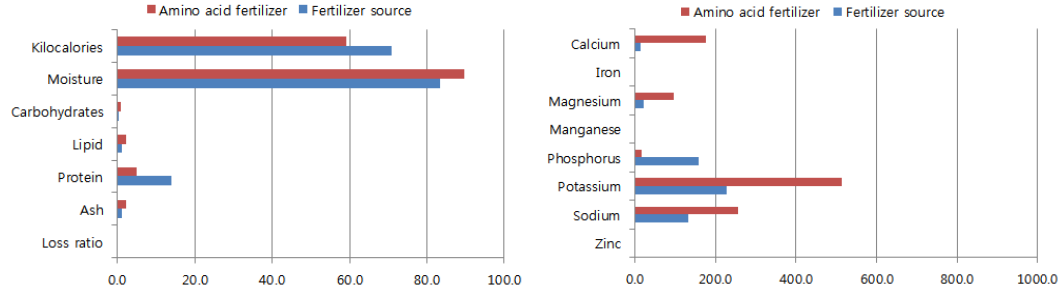
수산부산물의 100 g당 발효 전과 후의 열량은 크릴에서 각각 94.0과 79.1 Kcal로 16.4%가 감소한 것으로 나타났으며, 아귀는 70.8에서 59.2 Kcal로 15.8%가 감소하였다(Fig. 1). 꽃게는 각각 70.5와 102.0 Kcal로 발효 후가 44.7%가 증가하였으며, 미역도 16.0에서 46.3 Kcal로 189.4%가 높게 나타났다. 수산부산물을 비료로 발효시키는 과정에서 일반적으로 아귀와 크릴과 같이 열량은 감소하나, 꽃게와 미역에서는 열량이 증가한 것으로 나타났다. 발효 전과 후 꽃게의 단백질 함량은 22.5와 4.4 g으로 80.4%가 낮았으며, 크릴은 15.0과 6.1 g으로 59.2%가 낮았다. 아귀는 14.0과 5.1 g으로 63.7%가 낮았으며, 미역은 1.9와 1.4 g으로 28.4%가 낮게 나타났다. 지질은 발효 전과 후의 함량에서 크릴은 3.2와 2.8 g으로 11.9%가 낮았으며, 아귀는 1.1과 2.2 g으로 2.0배로 높았다. 꽃게는 0.4와 1.7 g으로 4.5배 높았으며, 미역은 0.2와 1.9 g으로 9.4배 높게 나타났다. 회분은 발효 전과 후의 함량에서 꽃게는 26.2와 4.6 g으로 82.5%가 낮았으며, 미역은 3.3과 4.2 g으로 27.6%가 높았다. 크릴은 3.1과 3.8 g으로 21.9%가 높았으며, 아귀는 1.2와 2.2 g으로 88.7%가 높게 나타났다.

미네랄 종류별 발효 전과 후 함량(mg/100g)은 ①갑각류 꽃게에서 Ca은 5629.7과 812.5 mg으로 85.6%

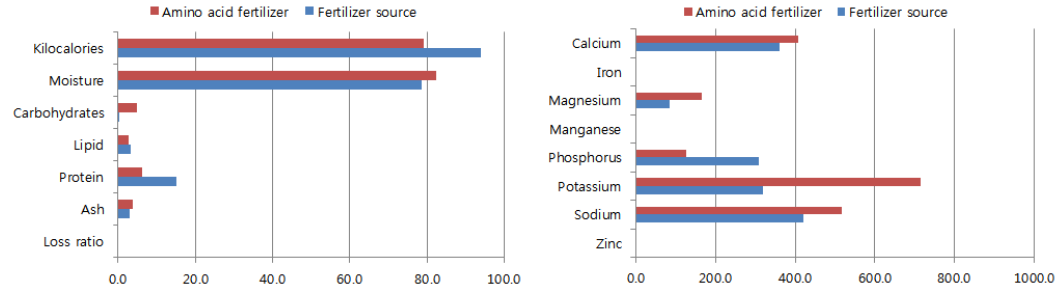
(1) *Portunus trituberculatus*



(2) *Lophiomus setigerus*



(3) Korean Krill



(4) *Undaria pinnatifida*

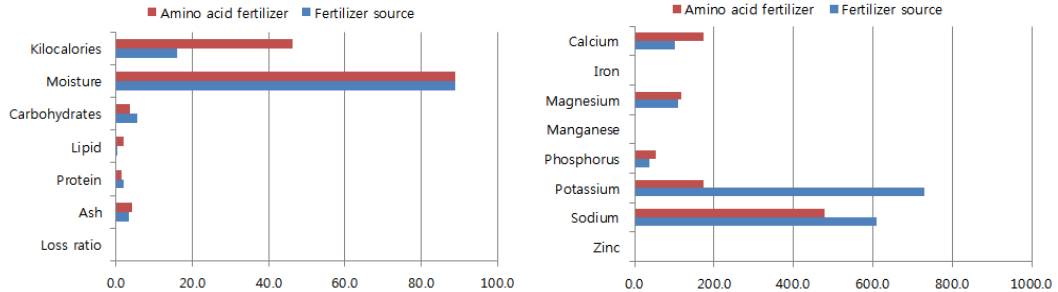


Fig. 1. Nutritional changes before and after fermentation of four kinds of fishery resources (Proximate composition g/100g; Minerals composition mg/100g).

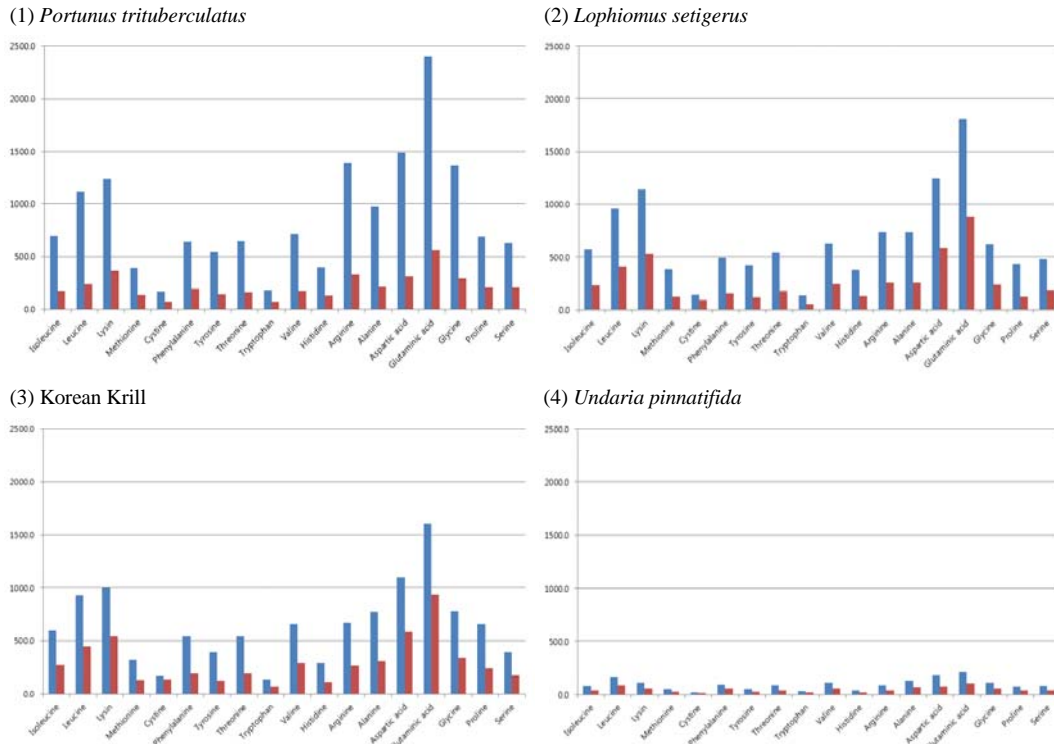


Fig. 2. Amino acid composition changes of KEM fermentation after of fisheries resources (mg/100g).

가 낮았으며, Mg는 909.8과 205.5 mg으로 77.4%가 낮았고, P는 651.4와 24.5 mg으로 96.2%가 낮게 나타났다. 칼륨(K)은 1735.9와 899.7 mg으로 48.2%가 낮았고, Na는 1406.4와 434.3 mg으로 69.1%가 낮게 나타났다. ②크릴에서 Ca는 360.0과 408.0 mg으로 13.3%가 높았으며, Mg는 85.0과 164.9 mg으로 94.0%가 높았고, P는 310.0과 125.6 mg으로 59.5%가 낮게 나타났다. 칼륨(K)은 320.0과 715.5 mg으로 2.2배가 높았고, Na는 420.0과 518.1 mg으로 23.4%가 높게 나타났다. ③어류 아귀에서는 Ca는 13.9와 176.2 mg으로 12.7배가 높았으며, Mg는 21.9와 95.7 mg으로 4.3배가 높았고, P는 159.5와 16.6 mg으로 89.6%가 낮게 나타났다. 칼륨(K)은 228.0과 513.0 mg으로 2.3배가 높았고, Na는 131.9와 255.8 mg으로 94.0%가 높게 나타났다. ④갈조류 미역의 Ca는 100.0과 172.9 mg으로 72.9%가 높았으며, Mg는 110.0과 116.3 mg으로 5.7%가 높았고, P는 36.0과 52.8 mg으로

로 46.7%가 높게 나타났다. 칼륨(K)은 730.0과 172.9 mg으로 76.3%가 낮았고, Na는 610.0과 477.3 mg으로 21.8%가 낮게 나타났다.

### 3.3. 수산부산물의 발효 전과 후의 Amino acid 함량 변화

발효 전과 후에 대한 아미노산함량을 분석하여 높은 함량의 주요 아미노산 18종류 중 5종류에 대하여 검토하였다(Fig. 2). 꽃게의 발효 전 아미노산함량(mg/100g)은 Glutamic acid, Aspartic acid, Arginine, Glycine, Lysin 순으로 각각 2,403.9, 1,490.5, 1,391.7, 1,366.3 및 1,238.6 mg을 함유하고 있으며, 발효 후는 각각 564.5, 316.3, 333.1, 291.2, 362.7 mg을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 아귀의 발효 전 아미노산함량(mg/100g)은 Glutamic acid, Aspartic acid, Lysin, Leucine, Arginine 순으로 각각 1,802.5, 1,240.0, 1,140.0, 955.0 및 738.0 mg을 함유하고 있으며, 발효 후는 각각 877.8, 584.6, 530.1, 406.6 및 261.5 mg을 함유하고 있는 것으로 나타났다.

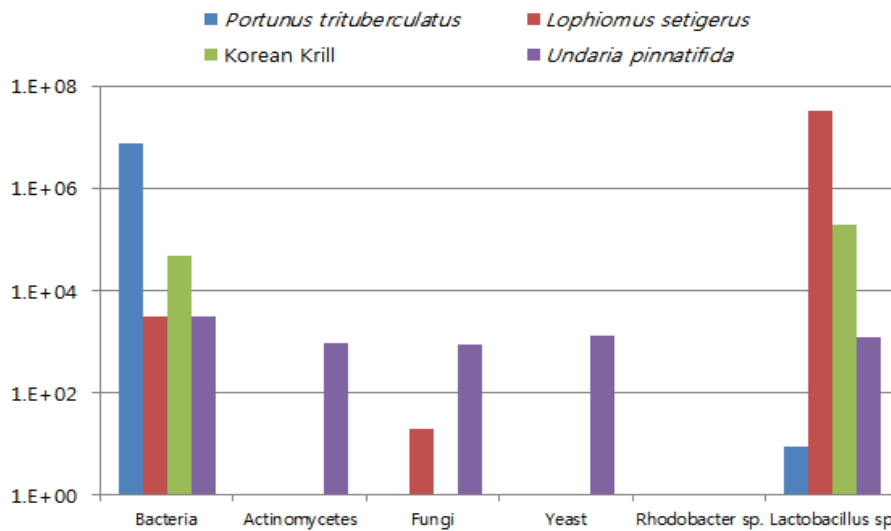


Fig. 3. Microbial composition changes of KEM fermentation after of fisheries resources (CFU/mL).

크릴의 발효 전 아미노산함량(mg/100g)은 Glutamic acid, Aspartic acid, Lysin, Leucine, Glycine 순으로 각각 1,600.0, 1,100.0, 1,000.0, 930.0 및 780.0 mg을 함유하고 있으며, 발효 후는 각각 935.8, 589.3, 543.6, 339.1 및 310.5 mg을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 미역의 발효 전 아미노산함량(mg/100g)은 Glutamic acid, Aspartic acid, Leucine, Alanine, Glycine 순으로 각각 210.0, 180.0, 160.0, 130.0 및 110.0 mg을 함유하고 있으며, 발효 후는 각각 107.3, 89.6, 78.3, 59.2, 58.3 mg을 함유하고 있는 것으로 나타났다.

아미노산 총계질량(g/100g)은 발효 전과 후의 꽃게에서는 15.7과 4.0 g으로 74.7%가 낮았고, 아귀는 11.9와 4.6 g으로 61.1%가 낮게 나타났다. 크릴에서는 11.6과 5.4 g으로 53.5%가 낮았으며, 미역은 1.7과 0.9 g으로 49.4%가 낮게 나타났다. 이러한 아미노산은 저온이나 광합성이 불리한 환경에서 뿌리에 흡수된 후 즉시 아미노기 전이반응에 의해 생체 내에서 질소대사의 중심적인 아미노산으로 되어 무기태질소보다 양호한 생육을 가능하게 한다(Ishikawa et al., 2008; Komiyama et al., 2004; Nihei, 2009; Omemiya, 2004).

#### 3.4. 수산부산물의 발효 후 액상비료의 미생물 조성 변화

생태계에서 분해자 역할을 하는 미생물은 작물의 영양흡수를 돕고 미생물 자신이 합성한 유기물, 즉 식물생육에 필수적인 비타민, 효소, 호르몬 등 다양한 물질을 공급한다(Fujiwara, 2006; Kujira, 1994). 유용미생물은 농업에서 부산물의 발효촉진효과 및 생물학적 방제로 살균 및 살충력을 이용한 생물 농약, 미생물이 분비하는 각종 영양 및 생리활성물질 등을 활용하기 위하여 이용하고 있다(Kim, 2011). 이러한 미생물들의 역할을 적극적으로 활용하기 위하여 발효 및 합성계의 미생물들(효모균류, 유산균류, 광합성세균류 등)이 공생하는 KEM을 자가제조하여 친환경농업 및 환경복원 등에 활용하고 있다(Ludden and Burris, 1985).

수산부산물을 재활용한 꽃게액상비료의 미생물 조성은 Bacteria가  $7.8 \times 10^6$ , *Lactobacillus* sp가  $8.7$  (CFU/mL)로 나타났으며, 아귀의 액상비료는 Bacteria가  $7.8 \times 10^6$ , Fungi가  $2.0 \times 10^1$ , *Lactobacillus* sp가  $3.3 \times 10^7$  (CFU/mL)로 나타났다. 크릴의 액상비료는 Bacteria가  $4.7 \times 10^4$ , *Lactobacillus* sp가  $1.9 \times 10^5$  (CFU/mL)로 나타났으며, 미역의 액상비료는 Bacteria가  $3.2 \times 10^3$ , *Actinomycetes*는  $9.2 \times 10^2$ , Fungi는

$8.8 \times 10^2$ , Yeast는  $1.3 \times 10^3$ , 그리고 *Lactobacillus* sp는  $1.2 \times 10^3$ (CFU/mL)로 각각 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구는 대규모 수산부산물 재활용 시스템 구축을 위한 기초정보를 제공하기 위하여 발효 전과 발효 후의 비료 또는 사료에 대한 식품영양성분, 비료성분, 미생물조성을 분석하였다. 수산식품 가식부의 분석결과 100 g당 열량은 크릴이 94 Kcal 꽃게 65 Kcal 아귀 58 Kcal 및 미역 16 Kcal로 갑각류와 어류, 갈조류 순으로 나타났다.

수산부산물의 100 g당 발효 전과 후의 열량은 크릴에서 각각 94.0과 79.1 Kcal로 16.4%가 감소한 것으로 나타났으며, 아귀는 70.8에서 59.2 Kcal로 15.8%가 감소하였다. 꽃게는 각각 70.5와 102.0 Kcal로 발효 후가 44.7%가 증가하였으며, 미역도 16.0에서 46.3 Kcal로 189.4%가 높게 나타났다. 수산부산물을 발효시키는 과정에서 일반적으로 아귀와 크릴과 같이 열량은 감소하는 경향을 보이나, 꽃게와 미역에서는 열량이 증가한 것으로 나타났다. 발효 전과 후 꽃게의 단백질 함량은 22.5와 4.4 g으로 80.4%가 낮았으며, 크릴은 15.0과 6.1 g으로 59.2%가 낮았다. 아귀는 14.0과 5.1 g으로 63.7%가 낮았으며, 미역은 1.9와 1.4 g으로 28.4%가 낮게 나타났다. 지질은 발효 전과 후의 함량에서 크릴은 3.2와 2.8 g으로 11.9%가 낮았으며, 아귀는 1.1과 2.2 g으로 2.0배로 높았다. 꽃게는 0.4와 1.7 g으로 4.5배 높았으며, 미역은 0.2와 1.9 g으로 9.4배 높게 나타났다. 회분(미네랄)은 발효 전과 후의 함량에서 꽃게는 26.2와 4.6 g으로 82.5%가 낮았으며, 미역은 3.3과 4.2 g으로 27.6%가 높았다. 크릴은 3.1과 3.8 g으로 21.9%가 높았으며, 아귀는 1.2와 2.2 g으로 88.7%가 높게 나타났다.

아미노산 총계질량(g/100g)은 발효 전과 후의 꽃게에서는 15.7과 4.0 g으로 74.7%가 낮았고, 아귀는 11.9와 4.6 g으로 61.1%가 낮게 나타났다. 크릴에서는 11.6과 5.4 g으로 53.5%가 낮았으며, 미역은 1.7과 0.9 g으로 49.4%가 낮게 나타났다. 수산부산물 액상비료의 아미노산은 Glutaminic acid, Aspartic acid, Glycine, Lysin, Leucine을 많이 함유하고 있는 것으

로 나타났다.

수산부산물을 재활용한 꽃게액상비료의 미생물 조성은 Bacteria가  $7.8 \times 10^6$ , *Lactobacillus* sp가  $8.7$  (CFU/mL)로 나타났으며, 아귀의 액상비료는 Bacteria가  $7.8 \times 10^6$ , Fungi가  $2.0 \times 10^1$ , *Lactobacillus* sp가  $3.3 \times 10^7$ (CFU/mL)로 나타났다. 크릴의 액상비료는 Bacteria가  $4.7 \times 10^4$ , *Lactobacillus* sp가  $1.9 \times 10^5$  (CFU/mL)로 나타났으며, 미역의 액상비료는 Bacteria가  $3.2 \times 10^3$ , Actinomycetes는  $9.2 \times 10^2$ , Fungi는  $8.8 \times 10^2$ , Yeast는  $1.3 \times 10^3$ , 그리고 *Lactobacillus* sp는  $1.2 \times 10^3$ (CFU/mL)로 각각 나타났다.

앞으로 수산부산물을 재활용하여 다양한 아미노산 비료가 개발되어 환경친화적 순환농업에 활용할 수 있도록 연구를 보완할 필요가 있다.

#### REFERENCES

- Bray, C. M., 1983, Nitrogen metabolism in plants, Longman Group Ltd., London New York, 214.
- Cho, Y. S., Park, S. G., Jun, S. S., Moon, J. S., Ha, B. S., 1993, Proximate sugar and amino acid composition of Dolsan leaf mustard, J. Korean soc. Food Nutr., 22, 48-52.
- Eum, W. Y., 2011, Effect of seafood amino acid fertilizer and korean effective microorganisms on the fruit quality of fuji apple, Master Thesis, Kongju National University.
- Fujiwara, T., 2006, Current problems and future prospects of research on the quality evaluation of organic vegetable, Hort. Res. (Japan), 5(1), 1-5.
- Huppe, H. C., Turpin, K. H., 1994, Integration of carbon and nitrogen metabolism in plant and algal cells, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 45, 577-607.
- Ishikawa, K., Kimura, H., Yoshikawa, S., 2008, Absorption and translocation of foliar applied urea in satsuma mandarin during the sprouting (Effect of number of applications and of the combination with petroleum oil emulsion), Hort. Res. (Japan), 7(1), 39-46.
- JSCC, 2016, <http://jscc.kenkyukai.jp/about/>
- Kim, E. D., 2011, Effect of seafood amino acid fertilizer and korean effective microorganisms on the quality of *Perilla frutescens* var. *japonica*, Master Thesis,

- Kongju National University.
- Komiyama, S., Furudate, A., Onodera, M., Meguro, T., 2004, Effects of nitrogen fertilization and cropping season on the vitamin U concentration in cabbage, Hort. Res. (Japan), 3(2), 221-224.
- Kujira, Y., 1994, L-Ascorbic acid content and sugar content of vegetables cultivated using organic materials or chemical fertilizer, Japan Society of Nutrition and Food Science, 47(2), 148-151.
- Ludden, P. W., Burris, J. E., 1985, Nitrogen fixation and CO<sub>2</sub> metabolism, Elsevier, New York, 213-222.
- Nihei, N., 2009, A Study of amino acids absorption and metabolism by some plants, Fukushima Agricultural Technology Center, Research report, 2, 21-97.
- Omemiya, Y., 2004, Present state of fertilizer nitrogen load from orchard, Hort. Res. (Japan), 3(2), 121-132.
- RDA, 2016, <http://www.rda.go.kr/main/mainPage.do>
- USDA, 2016, <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>
- Wikipedia, 2016, [https://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)