Journal of Environmental Science International
22(12); 1625~1631; December 2013

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2013.22.12.1625

**ORIGINAL ARTICLE**

# 양식장 넙치 폐사어를 이용한 단백질 소재의 개발에 관한 연구(2) -산업화공정 연구-

강건희 · 이민규[1] · 감상규[2] · 정갑섭[3]
영산홍어(주), [1]부경대학교 화학공학과, [2]제주대학교 환경공학과, [3]동명대학교 식품영양과학과

# A Study on Development of Protein Materials using Dead Flatfish from Fish Farms(2) -Industrial Process-

Keon-Hee Kang, Min-Gyu Lee[1], Sang-Kyu Kam[2], Kap-Seop Jeong[3]
*Yeongsan Skate Co.,Ltd., Jeollanamdo 520-240, Korea*
*[1]Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea*
*[2]Department of Environmental Engineering, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea*
*[3]Department of Food Science & Nutrition, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea*

## Abstract

In manufacturing of flatfish skin collagen peptide (FSCP) and flatfish protein hydrolysate (FPH) by reuse of dead flatfish from fish farm in Jeju island, the industrial process was optimized with the laboratory scale research and the on-field process. Segmented unit processes from raw material incoming to shipment were established to produce commercial product of FSCP and FPH. Total plate counts of FSCP were twenty five times of FPH, but food poisoning bacteria were not detected in two samples. FSCP and FPH were safe from heavy metal such as Pb(II), Cd(II) and Hg(II). The residual contents of antibiotics and disinfection matter in FSCP and FPH were not detected. The optimized process for mass production made the one-third of the running time and two times of the yield. From economic analysis, the production cost was estimated to 22,000 and 12,000 won/kg for FSCP and FPH, respectively. Therefore the product from the reuse of dead flatfish was expected to have a considerable competitive price and high added-value functional food material compared with other commercially available fish products.

**Key words** : Dead flatfish reuse, Collagen peptide, Protein hydrolysate, Antibiotics, Disinfection, Optimized process

## 1. 서 론

근래 기능성 단백질 시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것이 콜라겐이다. 이들의 기능성과 유용성이 알려짐에 따라 최근 콜라겐의 시장성이 급성장하고 있는데, 그 동안 시중에 공급되는 콜라겐 원료의 대부분이 소나 돼지 등 가축의 부산물로부터 만들어져 왔다. 그러나 2000년대 이후부터 육상동물들에서 광우병, 구제역 등과 같은 질병이 문제로 대두되면서 기존의 육상동물 유래의 제품을 대체할 수 있는 해양생물을 원료로 한 콜라겐의 수요가 급증하고 있다.

해양생물 중에서 특히 유용한 원료로 활용 가능한

**Received** 25 April, 2013; **Revised** 30 May, 2013;
**Accepted** 10 June, 2013
***Corresponding author** : Kap-Seop Jeong, Department of Food Science & Nutrition, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea
Phone: +82-51-629-1713
E-mail: ks0903@tu.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.

것이 양식장에서 발생하는 폐사어(dead fish)의 재이용이다. 양식장에서는 온도변동, 어병, 재해 등의 자연적 사고로 매년 평균 30% 정도의 폐사어가 발생되고 있다. 통계청(KOSAT, 2011)에 따르면 제주산 양식 넙치의 경우에는 바이러스성 질병과 기생충에 의한 질병 및 세균성 질병으로 2009년 4,400여톤, 2010년 5,600여톤, 그리고 2011년 약 7,000여톤의 폐사어가 발생한 것으로 보고되고 있다.

Kim과 Kang(2011)은 제주도내 넙치 양식산업의 경제 파급효과 예측에서 2008년 기준으로 224,000 백만원에 상응하는 수요증대가 있을 경우 제주지역 생산 유발효과를 158,999 백만원으로 예측하였으나 Eh(2011)의 양식장 환경에 따른 생산성 연구 보고에 의하면 양식장 최저온도, 온도 변동 정도 및 평균 온도 등 넙치 양식장 환경에 따라 폐사어가 발생함으로써 생산성 차이가 발생한다고 보고하였다. 이와 같이 넙치 양식산업의 직간접적인 제주지역 경제파급 효과가 큰 만큼 넙치가 폐사됨에 따른 손실 또한 막대할 것이다. 그러나 넙치용 백신은 일부 세균성 질병 백신 뿐으로서 넙치의 폐사를 막기 위한 확실한 백신이 없어 폐사에 대한 별다른 대책이 없는 실정이다.

따라서 넙치의 폐사에 따른 경제적 손실을 방지하는 방안 중의 하나는 폐사어를 효과적으로 재이용하는 것이다. 폐사어를 재이용하는 방안으로 폐사어를 이용하여 발효를 통한 양식용 어분 대체원의 개발이나 유기질 비료 개발과 같은 일부 연구(Ministry of Oceans and Fisheries, 2006)가 시도된 적이 있다. 제주도내에서 발생하는 7,000여 톤의 넙치 폐사어를 재이용하여 약 2,000여 톤 정도의 유기농 비료를 생산하고 있는 것이 그 한 예이다. 그러나 이들 단순한 사료나 비료 등의 용도로 일부만 재이용되는 것은 부가가치가 낮은 방법이고, 일부 소각처리 폐사어는 소각처리에 따른 환경오염도 문제가 되고 있다. 따라서 더욱 부가가치가 높은 제활용 방안의 마련이 요구된다. 그 한 가지 방안으로 폐사어를 단백질원으로 재활용하는 것을 고려할 수 있다. 즉 양식장 폐사 넙치에서 기능성 단백질인 저분자 콜라겐 펩타이드를 추출하여 기능성 첨가제로 활용하는 것이다. 그러나 양식장 폐사 넙치를 이용한 콜라겐 추출 제조에 대한 연구는 거의 없는 실정이며, 그에 따라 현재까지는 산업화가 본격적으로 진행이 되지 않은 상태이다.

본 연구에서는 전보(Kang 등, 2013)에서 연구한 넙치의 단백질 가수분해물(FPH)과 넙치 껍질의 콜라겐 펩타이드(FSCP)에 대한 실험실적 제조방법을 기초로 양식장 현장에서의 재이용 공정상의 문제점을 개선하여 넙치 폐사어를 이용한 단백질 소재 생산의 산업화 공정을 검토하였다. 먼저 콜라겐 펩타이드와 가수분해물 중의 일반세균과 식중독 원인세균의 잔류 여부를 확인하고 중금속 오염도를 측정하였으며, 양식과정에 투입되는 항생물질과 소독물질의 잔존여부를 측정하여 FSCP와 FPH의 안전성을 확인하였다. 그리고 실험실적 제조과정에서 확인된 문제점을 개선한 공정을 통하여 시제품을 생산하고, 최종 제품의 수율과 가격 경쟁력 등을 고려하여 최적의 제조공정을 확립하는 연구를 수행하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 일반세균과 식중독세균 안전성 측정

세균 안전성을 확인하기 위하여 일반세균과 식중독 세균에 대한 안전성을 식품공전(KFIA, 2004)에 기준하여 측정하였다. 일반세균은 표준평판 배지법으로, 식중독 세균은 유당배지법에 따라 추정, 확정 및 완전시험을 실시하였고, 살모넬라는 증균배양, 분리배양 및 확인시험을 하였다.

### 2.2. 중금속 안전성 측정

넙치 껍질의 콜라겐 펩타이드와 넙치의 가수분해물 중의 납, 수은 및 카드뮴 등의 중금속 함량 분석을 식품공전에 준하여 실시하였다. 납과 카드뮴은 질산, 황산 및 과염소산을 사용한 습식분해법으로, 수은은 황산-질산환류법으로 각각 시험용액을 조제하여 원자흡광광도계(TJA Polyscan 61E, USA)로 정량하였다.

### 2.3. 항생물질의 안전성 측정

양식과정에서 투여되는 항생물질(antibiotics matter)과 소독물질(disinfection matter)의 검체로의 전이 및 잔류여부를 간이 시험법(KFIA, 2004)에 의하여 계통별로 측정하였다. 항생물질로는 oxolinic acid, flumequin, oxytetracycline 및 chlortetracycline의 잔류 여부를, 그리고 소독물질로는 malachite green과 crystal violet

의 잔류여부를 측정하였다.

### 2.4. 산업화 공정 개선

넙치는 폐사된 이후 냉동저장하고 있으나 그 중 일부는 저장 초기 부패가 쉽게 진행된다. 제주도 어류양식수협에서 현재 폐사어를 원료로 유기농 비료를 제조하는 과정은 폐사어 원료 입고, 분쇄, 건조, 분말화 및 포장의 공정으로 구성되어, 양식장에서 수거해 온 폐사어를 1차적으로 분쇄하여 건조기내에서 48시간 정도 건조한 후 이를 분말화하는 과정을 거쳐 최종 유기농 비료 제품을 제조하고 있다. 이 공정에서는 넙치 사체를 전처리 없이 전체를 분쇄함으로써 육이나 껍질, 내장 및 뼈 등 부위별 분리가 별도로 시행되지 않고 있는 실정이다. 따라서 폐사어를 원료로 한 고부가가치 제품의 생산을 위해서는 원료의 전처리가 필수적이다. 또한 폐사어의 재활용을 위한 산업화와 대량생산을 위해서는 무엇보다 안전성이 우선적으로 담보되어야 할 것이다.

실제 현장에서 적용되고 있는 넙치 폐사어 처리공정과 실험실상에서 적용된 공정을 토대로 문제점을 파악하여 공정을 개선하고, 산업적인 최적화 공정을 설계하여 현장에서의 시제품을 생산하였다. 산업화 공정 개선에 따른 시제품 생산을 위하여 각 공정별로 사용된 장치들은 다음과 같다. 원료 참치 껍질의 알칼리 처리, 중화, 열수 추출 및 효소 분해를 위한 대량 배양조(2,500 L), 원심분리를 위한 연속식 원심분리기(최대 처리용량 2,500 L/hr), 여과를 위한 필터 프레스(최대 처리용량 500 L/hr), 여과액 농축을 위한 농축기(최대 처리용량 300 L/hr), 제품 건조를 위한 분무건조기(건조능력 300 kg/hr), 건조제품 분쇄를 위한 분쇄기(Pin crusher, 100 mesh)를 사용하였다. 시제품 생산을 통해서 최종 제품의 수율, 품질, 함량 및 가격 경쟁력 등을 고려한 최적의 제조 공정을 확립하였다.

## 3. 결 과 및 고찰

### 3.1. 일반세균 및 식중독세균 측정

넙치 껍질의 콜라겐 펩타이드(FSCP)와 넙치의 단백질 가수분해물(FPH)의 일반세균과 대장균군, 장염비브리오, 황색포도상구균, 살모넬라, 리스테리아 등과 같은 식중독 세균을 검사한 결과를 Table 1에 나타내었다. 일반세균 총균수는 수산물 규격 이내의 함량으로서 FSCP에 비해 FPH가 약 25배 정도 높게 나타났는데, 이러한 이유는 FSCP는 넙치 원료에서 껍질만 분리하여 사용하였고, FPH는 내장, 뼈 등이 포함된 전체부분을 사용하였기 때문으로 판단되었다. 그러나 식중독 원인 세균은 두 가지 시료 모두에서 검출되지 않아 세균 안전성이 확인되었다.

**Table 1.** Total plate counts and food poisoning bacteria in FSCP and FPH

| | Type | |
|---|---|---|
| | FSCP[1)] | FPH[2)] |
| Total plate counts (CFU/g) | $1.5\times10^2$ | $3.8\times10^3$ |
| *Coliform* group | ND[3)] | ND |
| *Salmonella* | ND | ND |
| *Vibrio paraheamolyticus* | ND | ND |
| *Listeria* | ND | ND |
| *Staphylococcus aureus* | ND | ND |

[1)] Flatfish skin collagen peptide, [2)] Flatfish protein hydrolysate, [3)] Not detected

### 3.2. 중금속 분석

Table 2에 FSCP 및 FPH의 중금속 함량 분석결과를 나타내었다. FSCP에서 납이 미량 검출되었으나, 수산물 규격에 의한 기준치에 비해 충분히 낮은 것으로 나타났고, 그 외에 다른 중금속들은 두 가지 시료 모두에서 검출되지 않아 중금속 안전성이 확인되었다.

**Table 2.** Heavy metal contents in FSCP and FPH

| Metal (mg/kg) | Type | |
|---|---|---|
| | FSCP[1)] | FPH[2)] |
| Pb(II) | 0.1 | ND |
| Cd(II) | ND[3)] | ND |
| Hg(II) | ND | ND |

[1)] Flatfish skin collagen peptide, [2)] Flatfish protein hydrolysate

### 3.3. 잔류 항생물질 분석

폐사어로 제조한 껍질 콜라겐 펩타이드 및 단백질 가수분해물에 대하여 oxolinic acid를 비롯한 4종의 항생물질과 malachite green을 비롯한 2종의 소독물질의 잔류여부를 측정한 결과를 Table 3에 나타내었다. Table 3에서 보듯이 모든 시료에서 항생물질 및 소

**Table 3.** Residual contents of antibiotics and disinfection matter in FSCP and FPH

| Antibiotics/Disinfection Matter (mg/kg) | | Part | | Type | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Skin | Flatfish Round | FSCP[1)] | FPH[2)] |
| Antibiotics | Oxolinic acid | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Flumequin | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Oxytetracycline | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Chlortetracycline | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Disinfection | Crystal violet | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Malachite green | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

[1)] Flatfish skin collagen peptide, [2)] Flatfish protein hydrolysate

독물질은 검출되지 않았다. 잔류 항생물질은 상당히 민감한 사안이 될 수도 있으므로, 3개소의 공인기관에서 동일한 시료로 동시에 분석한 결과에 기초하여 판별함으로써 측정결과의 신뢰성을 높이고자 하였다. 하지만 양식장마다 다양한 항생제가 사용되고 각 양식장에서의 사용량도 차이가 나기 때문에 제주도 전체 양식장 뿐 아니라 전국적인 확대 적용을 위해서는 더욱 광범위하고 심도 깊으며 지속적인 관찰이 진행되어야 할 것으로 생각된다.

### 3.4. 제조 공정의 문제점과 개선

#### 3.4.1. 제조 공정상의 문제점

콜라겐 펩타이드의 경우는 넙치 껍질을 주원료로 하고, 단백질 가수분해물의 경우는 넙치의 육을 주원료로 한다. 콜라겐 펩타이드 제품의 특성상 껍질 중에 육이 함유되면 높은 품질의 제품으로 인정받을 수 없기 때문이다. 이를 위해서는 넙치 폐사어를 원료상태에서 내장과 뼈를 제거하고 껍질에 부착되어 있는 살과 비콜라겐성 단백질 및 특유의 어취를 제거하는 전처리 공정이 필요하다.

실험실상에서 검토된 조건에 기초하여 재이용 현장에서의 공정을 적용하여 pilot 규모의 생산설비로부터 넙치 껍질 콜라겐 펩타이드 및 넙치 단백질 가수분해물 시제품을 제조하였다. 이 때 전처리 공정으로서 알칼리 처리를 3일 동안 시행하였다. 알칼리 처리를 거친 원료는 시험생산이나 실험실적인 소규모로 생산된 제품에서는 효과를 나타내었으나, 원료처리를 최소 1톤 이상 하여야 하는 대량 생산을 위한 공정에서는 처리시간이 과다하게 소요되고, 특히 하절기에는 3일 동안의 알칼리 처리 기간 동안 원료가 일부 부패되는 등의 문제점을 나타내었다. 또한 원심분리 공정에서도 역시 대량 생산에서는 여과막이 너무 빨리 막히는 등 작업시간이 오래 걸리는 문제점을 나타내었다.

#### 3.4.2. 대량 생산을 위한 제조공정의 확립

대량 생산을 위하여 실험단계에서 확립된 제조공정을 보다 단순화시키고, 각각 분리되어 있던 콜라겐 펩타이드 및 효소가수분해물의 제조공정을 하나의 공정으로 단축하여 시도해 보았다. 이러한 사실은 껍질 중에 있는 콜라겐은 열수 처리에 의해서 분리되어 젤라틴화되고 이를 다시 효소분해 하였을 경우에 콜라겐 펩타이드가 된다는 점을 고려하여 공정을 개선하였다. 즉 살이 부착되어 있는 원료를 열처리함으로써 살을 완전히 제거하는 방법을 채택하여 공정을 단축시켜 확정하고 이로부터 대량 생산을 수행하였다. 넙치 단백질 가수분해물의 경우는 별도로 전처리 공정없이 폐사어 전체를 분쇄한 후 1차 여과과정에서 뼈 등 잔사를 분리하여 공정을 진행하였다. 넙치 폐사어를 원료로 한 콜라겐 펩타이드 및 효소 가수분해물 제품을 생산하기 위해 개선된 제조공정도를 Fig. 1에 제시하였으며, 원료 입고부터 보관 및 출하 단계까지의 각 단위공정에 대하여 세부공정, 소요설비 및 제조관리 기준 등에 대하여 검토하고 이를 Table 4에 제안하였다.

개선된 공정에서는 원료를 알칼리 처리하지 않고 열처리를 통하여 살을 제거하였고, 살이 제거된 원료는 120℃ 이상에서 2시간동안 가압 열처리를 한 후 효소분해, 여과를 통해 건조 후 분말화하여 제품화하였다. 단백질의 효소 가수분해물의 경우는 원료 전처리 공정을 거치지 않고 폐사어 전체를 투입하여 효소분해 후 여과를 거쳐 건조 후 분말화 하여 제품화 하였

다. 이러한 결과, 공정의 단순화를 통해서 작업시간도 1/3이상 줄어들었으며, 제품수율도 원료 대비 넙치 단백질 가수분해물의 수율은 약 21.50±1.3%, 넙치 껍질 콜라겐 펩타이드의 수율은 약 14.32±0.3% 정도로서 각각 2배 이상 증가하는 효과를 얻을 수 있었다.

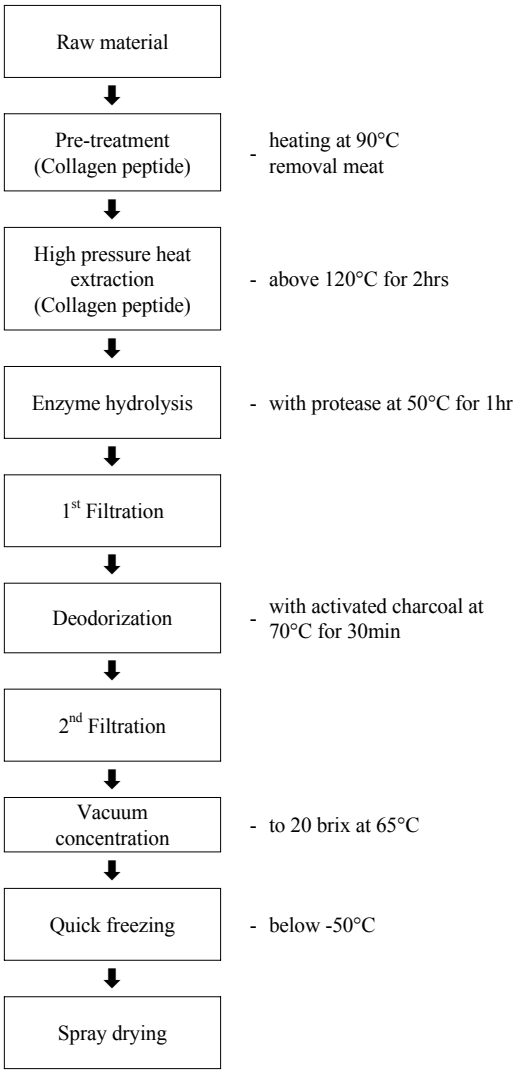


**Fig. 1.** Improved process for mass production of flatfish skin collagen peptide and flatfish protein hydrolysate from dead flatfish.

3.4.3. 생산 제품 수율 및 경제성 분석

넙치 폐사어 원료로부터 최종 제품 생산 후 분말상을 기준으로 원료 대비 수율은 넙치 단백질 가수분해물의 수율은 21.5±1.3%, 넙치 껍질 콜라겐 펩타이드의 수율은 14.32±0.3%로 나타났다. 그리고 원재료비, 부재료비, 노무비 및 각종 경비에 의한 제조원가는 넙치 껍질 콜라겐 펩타이드의 경우 kg 당 22,000원으로, 넙치 단백질 가수분해물의 경우는 kg 당 12,000원으로 각각 산출되었다. 기존에 시판되고 있는 다른 어류를 이용한 제품들의 판매가로서 단백질 가수분해물은 20,000 원/kg, 콜라겐 펩타이드는 50,000 원/kg 정도임을 감안하였을 때 본 연구에서의 넙치를 이용한 제품은 상당한 가격 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 판단되었다.

제주도내에서 년간 발생하는 넙치 폐사어를 7천 톤으로 기준하고, 이중 10% 정도인 700톤 정도만을 제품화한다고 가정할 경우 단백질 가수분해물은 약 154톤 정도를 생산할 수 있을 것으로 예측되고, 껍질 콜라겐 펩타이드는 껍질이 전체 어체의 약 10%를 차지하므로 제품으로는 약 10톤 정도를 생산할 수 있다고 예상된다. 이를 기준으로 하면 매출액은 넙치 껍질 콜라겐 펩타이드는 약 30억 원, 넙치 단백질 가수분해물은 약 5억 원으로 추정되고, 이에 따른 매출이익은 12.3억 원과 2.2억 원으로 각각 추정된다. 그러나 본 연구의 결과를 활용하여 향후 확대적용을 하기 위해서는 양식용 사료로 사용할 경우 양식 치어의 성장률이나 소화율 등에 대한 현장시험이 부가적으로 수행되어야 할 것이며, 제주도내에서 직접 생산할 수 있는 생산 설비 시스템 구축이 필요할 것이고 나아가 양식장과의 유기적 협조를 통한 제품의 수요처 개척과 홍보 및 판로 확보가 요구된다고 하겠다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 폐사된 넙치의 껍질 콜라겐 펩타이드(FSCP)와 단백질 효소 가수분해물(FPH)의 실험실적 제조법과 양식장 현장에서의 재이용 공정상의 문제점을 종합・개선하여 넙치 폐사어를 이용한 단백질 소재 생산의 산업화 공정을 검토하였다. 기초 실험 결과를 토대로 하여 넙치 폐사어를 원료로 한 FSCP와

**Table 4.** Standardized manufacturing process for flatfish skin collagen peptide and flatfish protein hydrolysate from dead flatfish

| Process | | Detailed process | Equipments |
|---|---|---|---|
| Incoming and storage of raw materials | Incoming | Freezed : freezing room | Freezing room |
| | Storage | Attach tag for separated raw materials<br>Origin/Incoming date/Quantity etc. | FIFO |
| Pre-treatment (collagen peptide) | Out | Out of raw materials for 1 batch from storage room | |
| | Heat treatment /removal meat | Heating at 90℃, and then removal meat | Stainless tank<br>Boiling tank |
| High press heat extraction (collagen peptide) | Heat extraction | High press heat extraction above 120℃ for 2 hrs | High press extraction tank |
| Hydrolysis and extraction | Weighing | Weighing and taking them to extraction tank | Extraction tank |
| | Adding enzyme | (w/w) to weight of raw materials | |
| | Inactivation of enzyme | Inactivate enzyme activity | |
| Filtration | 1st | Removal of non-hydrolyzed precipitates | Vibrational sieve<br>Service tank |
| | Adding of perlite | Adding perlite for filtration | |
| | 2nd | Removal of minute particles | Filter press |
| Vacuum concentration | Concentration | Vacuum concentration to 20brix at 65℃ | Vacuum concentration tank |
| Dry and pulverization | Spray drying | Preparation of dried products | Spray-dryer |
| | Fundamental assay | Moisture, crude protein, collagen content, salmonella, and coliform groups etc. | |
| Assay, adjustment and packaging | Adjustment | Adjustment of content | |
| | Packaging | Packaging according to user's demand | |
| | Reconfirm | Sealing<br>Label/production date<br>Net weight<br>Tag for stamped and confirmed seal | |
| Storage | | Storage the final products | Warehouse |
| Shipment | | Reconfirm label, quantity and packaging state | |

FPH를 생산하기 위한 원료 입고부터 보관 및 출하 단계까지의 단위공정별 세분화된 공정을 수립하였으며, 각각의 공정에 대한 세부공정, 소요설비 및 제조관리 기준 등에 대하여 검토하였다. 일반세균은 FSCP에 비해 FPH가 약 25배 정도 높게 나타났으나 식중독 원인 세균은 두 가지 시료 모두에서 검출되지 않았다. 납, 카드뮴 및 수은 등 중금속 측정 결과에서도 기준치 이내이거나 불검출되었으며, 잔류 항생물질 및 소독물질은 검출되지 않았다. 대량 생산을 위한 제조공정의 단순화를 통해서 작업시간도 1/3이상 줄어들었으며, 제품수율도 2배 이상 증가하는 효과를 얻을 수 있었다.

제품의 생산 수율을 토대로 하여 제품의 경제성을 분석한 결과 넙치 껍질 콜라겐 펩타이드의 제조원가는 kg 당 22,000원, 넙치 단백질 가수분해물의 경우는

kg 당 12,000원의 제조원가가 각각 산출되어 시판 중인 타 어류를 이용한 제품들의 판매가와 비교하여도 상당한 가격경쟁력을 가질 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 넙치 폐사어를 재이용한 기능성 단백질의 고부가가치 산업분야로의 접목이 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 2012년도 제주녹색환경지원센터의 지원에 의해 수행되었으며, 이의 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

Eh, Y. Y., 2011, An environmental effect on productivity of flounder culture farms, J. Fisheries Business Admin., 42(3), 79-93.

Kang, K. H., Jeong, K. S., 2012, Extraction characteristics, antioxidative effect and preparation of collagen gel of skate skin extracts, J. Korea Academia-Industrial Cooper. Soc, 13(7), 5637-5645.

Kang, K. H., Lee, M. G., Kam, S. K., Jeong, K. S., 2013, A study on development of protein materials using dead flatfish from fish farms(1)-Antioxidant functional properties-, J. Environ. Sci., submitted.

KFIA(Korea Food Industry Association), Korean Food Standards Codex, 2004, Munyoungsa. 469-507.

Kim, J. O., Kang, S. K., 2011, Economic impact effect analysis of flounder aquaculture industry in Jeju, J. Fisheries Business Admin., 42(1), 85-96.

KOSAT(Statistics Korea), 2011, Pulse-taking for fishery production in 2011, http://meta.kosis.kr/bzmt/main.jsp?surv_id=1000006&curYear=2011.

Ministry of Oceans and Fisheries, 2006, Development of fermented fish meal as source replacement using dead fish and citrus by-product, 9-11.