

처리방법에 따른 불가사리의 이용율 및 사료적 가치

최호성 · 박재홍

전북대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과

Bioavailability and Feed Value of Starfish with Various Treatments

Choe, H. S. and Park, J. H.

Dept. of Animal Resources & Biotechnology, College of Agriculture & Life Science, Chonbuk National University

Summary

To evaluate the feed value of starfish, antimicrobial effects of its extract, nutrients contents, concentration of amino acids and its bioavailability were tested. Steaming and ether processes were applied to obtain the extract from starfish for antimicrobial effects examination. The starfish was dried at 60°C for 3 days before grinding for processing and fermentation. Ground starfish(GS), extruded starfish(ES), fermented starfish(EFS) were added with enzyme and without enzyme(Non enzyme fermented starfish : NEFS). Then the nutrient composition and bioavailability of those were analyzed. The extract from starfish showed no inhibition of the growth of *lactobacillus* and pathogenic bacteria. Protein content showed significantly higher 62.86% and 52.82%, respectively in EFS and NEFS than GS and EGS(p<0.05). The Ca content of GS, EGS, EFS and NEFS was 17.26%, 18.26%, 5.37% and 8.55%, respectively. It was low in EFS and NEFS due to measure the Ca content after fermentation. Total amino acid was 17.17 mg/g, 20.28 mg/g, 36.30 mg/g and 29.96 mg/g in GS, EGS, EFS and NEFS, respectively. The ratio of total amino acid to protein tended to show the similar tendency as total amino acid. Both total amino acid and its ratio to protein were increased by the fermentation. Bioavailability of the protein and Ca showed more 80% in EFS and NEFS. The nutrients availability of EFS were significantly higher in laying hens than other treatments. The results of these experiments indicate that starfish would be applied as a feed ingredients if it was properly treated.

(Key words : Star fish, Bioavailability, Enzyme, Fermentation, Laying hens)

서 론

우리나라 축산에서는 이용할 수 있는 사료 자원이 부족하여 대부분의 사료원료를 수입에 의존하므로 사료비용이 생산비의 절반 이상을 차지한다. 이러한 어려움을 극복하기

위하여 국내 부존자원의 사료화를 위한 많은 연구들(박과 송, 1997; 이 등, 1999; 김 등, 2001; 김 등, 2004; 김과 고, 2005)이 오랜 기간 진행되어 왔으며, 앞으로도 지속적인 연구가 필요하다.

우리나라는 삼면이 바다로 이루어져 수산

Corresponding author : Park, Jae Hong, Department of Animal Resources & Biotechnology College of Agriculture & Life Science Chonbuk National University Jeonju 561-756 Korea
E-mail : atom1965@hanmail.net

자원이 비교적 풍부하지만, 최근 연해에서 외래 불가사리인 아무르 불가사리가 강한 생명력과 잡식성으로 각종 해산물을 섭식하여 해양자원을 점차 고갈시킬 뿐 만 아니라, 양식어장에도 막대한 피해를 주고 있어, 그 심각성은 점점 더욱 증폭될 것으로 생각된다. 그러므로 이러한 불가사리의 박멸을 위하여 여러 지역에서 심혈을 기울여 왔다. 그러나 수거된 대부분의 불가사리는 퇴비로 이용되고 있는 실정인데, 이러한 불가사리의 퇴비화는 막대한 수거비용에 비하여 부가가치가 낮으므로 퇴비화 방안과 함께 산업적으로 유용한 기능성 물질의 탐색이나 가축생산을 위한 사료화 방안이 강구되어야 할 필요가 있다. 불가사리는 주로 섭취하는 먹이가 어류 및 패류에 한정되므로 단백질을 다량으로 함유하고 있으며, 특히 섭취한 패류로부터 유래되는 많은 기능성 단백질 및 기능성 화학물질로부터 기능성 생리활성도 기대할 수 있다(조, 2001). 그러나 근래에 들어서 불가사리를 재활용 자원으로서 관심을 갖게 되었으나 많은 연구가 이루어져 있지 않기 때문에 이와 관련된 자료는 매우 한정되어 있다. 또한 불가사리의 근육단백질은 섬유상구조로서 가공이 매우 어렵고 가축에 대한 소화 이용성이 매우 낮아 사료적 가치가 낮을 것으로 예측되므로 불가사리 단백질의 사료적 가치를 향상시킬 수 있는 많은 연구가 필요하다. 이전의 연구에서, 불가사리를 가축에 급여했을 때(박, 2003)와 불가사리 분말을 양계사료로 이용했을 때 성장이 저해되었다는 연구결과가 소수 보고되었다(有馬 등, 1982; 高丸과 佐藤, 1983). 그러나 불가사리의 효소가수분해물을 첨가한 사료를 흰쥐에 급여했을 경우 중독 또는 성장 저하가 나타나지 않았다는 보고(Higashi 등, 1955)가 있으므로 불가사리는 발효처리과정을 통하여 사료화도 가능할 수 있다고 사료된다. 따라서 본 연구에서는 불가사리를 열수와 용매 추출방법을 이용하여 추출물에 대한 항균효과를 검토하였다. 또한 불가사리의 사료자원화를 위하여 처리 방법에 따른 영양소 조성의 차이를 구명하고, 사료적 가치를 평가하고자 산란계에 급여하여 소화실험을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 불가사리로부터 수용성 및 지용성물질 추출

본 실험에 사용된 불가사리는 국내 해변 일대에서 수집된 아무르 불가사리로서 -80℃에서 동결 보관 후, 추출전에 분쇄하여 수용성과 지용성 물질을 추출하였다. 수용성 물질은 열수추출법을 이용하여 추출·농축하여 항균 실험용 시료를 제조하였으며, 지용성 물질은 100% 에탄올에 24시간 침지하여 추출한 시료를 10% TCA 용액을 첨가하여 2,900rpm으로 10분 동안 원심분리 한 후 용해성 분획을 항균실험에 이용하였다.

2. 불가사리 추출물의 *in vitro* 항균능력 측정

*In vitro*에서 불가사리 추출물의 항균능력을 측정하기 위하여 병원성 미생물과 유산균의 성장실험을 실시하였다. 미생물 성장실험은 121℃에서 15분간 멸균한 0.1% peptone 용액에 불가사리의 수용성 추출물과 지용성 추출물을 0-4%가 되도록 각각 첨가한 후, *E. coli* O157, *S. typhimurium*, *S. garinarum*, *L. monocytogens*, *B. coagulans*, *L. casei* and *L. rhamnosus*를 접종하였다. 병원성 미생물은 37℃에서 24시간 배양하여 tryptic soy agar 평판배지에 각각 0.1mL씩 도말하여 총균수를 측정하였으며, 유산균은 37℃에서 48시간 배양하여 MRS agar 평판배지에 각각 0.1mL씩 도말하여 총균수를 측정하였다. 또한 특정 미생물에 대한 항균능력 평가를 위하여 inhibition zone test를 실시하였다.

3. 불가사리의 가공 및 성분 분석

불가사리의 사료적 가치 평가를 위한 시료 제조의 방법으로 분쇄와 발효법을 이용하여 가공하였다. 불가사리는 분쇄 전에 105℃에서 48시간 건조한 후 전정가위로 절단하여 실험실내 사료분쇄기로 분쇄하여 영양소 평가 및 소화실험에 이용하였다. 불가사리 분말의 extrusion 가공은 김 등(1999)의 방법과 동일한 조건에서 수행하였다. 불가사리의 발

효는 액상발효를 하였으며, 효소는 시판용 단백질 분해효소(Protease)를 0.01% 첨가하였고, 다른 처리구에는 효소제를 첨가하지 않았다. 한편 불가사리 발효액은 발효가 완료된 후에 하층에 침전된 칼슘입자를 제거한 후에 시료 및 소화율 분석 시료로 이용하였다.

4. 영양소 이용을 측정

불가사리의 영양소 이용율을 측정하기 위하여 공시동물로는 60주령 산란계를 이용하였으며, 실험설계는 4처리 처리당 6수씩 총 24수를 공시하였다. 대사실험을 수행하기 전에 공시동물은 1주간의 예비사양 기간을 두어 환경에 적응하도록 하였으며, 소화관 내용물을 제거하기 위하여 측정 전 48시간 동안 절식시킨 후 강제급이법(Sibbald, 1976)에 의하여 총 5일간 실행하였다. 강제급여는 산화크롬(Cr2O3)을 0.2% 첨가한 시료를 수당 30g씩 가루 상태로 급이하였다. 수거된 계분

에서 이물질을 제거하였으며, 분은 5% HCl을 처리하여 건조기에서 60℃로 72시간 건조한 후에 건물 배설량을 계산하였다. 분과 사료의 일반성분과 화학분석은 AOAC(1994)에 의해 각각의 영양소를 측정하여 영양소 이용율을 구하였다.

5. 화학분석

시료의 일반 조성분 분석은 AOAC(1994)에 준하여 수행하였고, 아미노산 분석은 시료 0.4g을 6N HCl로 가수분해한 다음 PITC (Phenylisothiocyanate) 유도체 시약으로 반응시켜 회색한 후 HPLC(Waters P/N 07370)에 주입하여 측정하였다.

6. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과의 유의성 검정은 SAS(1996)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리 평균 간 유의성 검정은 Duncan의

Table 1. Microbial growth(log₁₀ CFU) at different concentration of water soluble starfish extracts(%)

Microbes	0	1.0	2.0	3.0	4.0	SE
 log ₁₀ CFU					
<i>E. coli O-157</i>	9.45	9.05	9.26	9.23	9.29	0.13
<i>S. typhimurium</i>	9.26	9.38	9.02	9.13	8.95	0.18
<i>S. garinarum</i>	9.13	9.53	9.43	9.33	9.33	0.12
<i>L. monocytogens</i>	8.46	8.71	8.69	8.64	8.73	0.19
<i>B. coagulans</i>	8.57	8.79	8.43	8.92	8.68	0.17
<i>L. casei</i>	9.82	9.23	9.20	9.00	8.87	0.26
<i>L. rhamnosus</i>	9.27	9.04	9.11	8.95	9.04	0.11

Table 2. Microbial growth(log₁₀ CFU) at different concentration of ethanol soluble starfish extracts(%)

Microbes	0	1.0	2.0	3.0	4.0	SE
 log ₁₀ CFU					
<i>E. coli O-157</i>	9.45	8.97	9.13	9.43	8.96	0.45
<i>S. typhimurium</i>	9.28	8.88	9.19	9.00	8.57	0.53
<i>S. garinarum</i>	9.13	9.56	9.38	9.39	9.53	0.28
<i>L. monocytogens</i>	8.46	8.71	8.73	8.73	8.75	0.19
<i>B. coagulans</i>	8.57	8.96	8.85	8.92	8.90	0.21
<i>L. casei</i>	9.82	9.36	9.50	9.30	9.51	0.26
<i>L. rhamnosus</i>	9.81	9.07	9.20	9.17	9.11	0.17

다중검정법을 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

불가사리 추출물의 항균효과를 실험하기 위하여 열수추출물과 에탄올 추출물을 0에서 4%까지 수준별로 첨가하여 첨가수준이 미생물 성장(Table 1과 Table 2)에 미치는 영향을 조사하였다. 열수추출물은 대장균, 살모넬라균, 유산균 및 식중독균의 성장에서 억제효과를 나타내지 못하였다. 이외에도 에탄올을 이용한 추출물도 열수추출물의 결과와 동일하게 첨가수준에 따른 영향은 없었다.

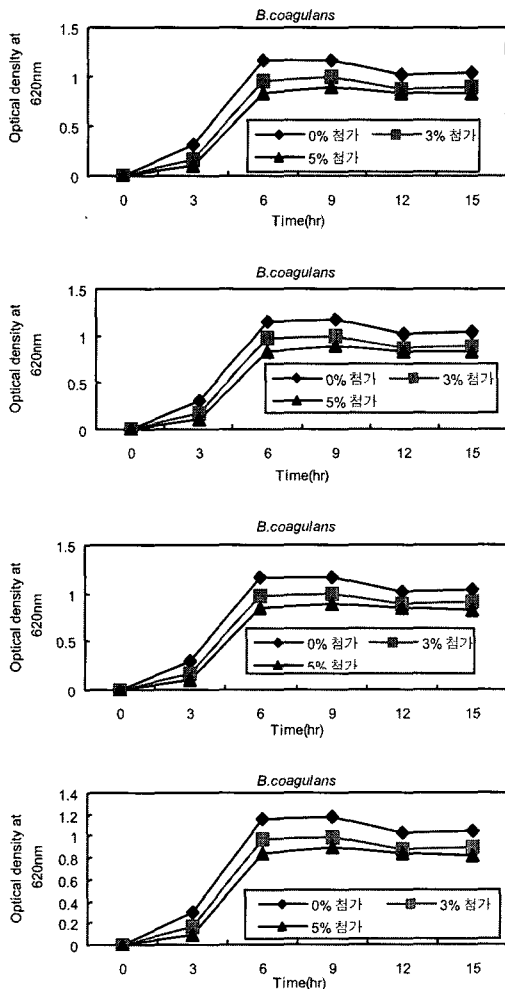


Fig. 1. Growth curve of bacterial cell at various concentration of starfish ether extracts.

Fig. 1은 불가사리 에탄올 추출물을 0, 3% 및 5% 첨가하여 첨가수준과 배양시간에 따른 OD 측정 결과를 나타냈다. 식중독의 원인이 되는 대장균의 일종인 O-157에 대한 불가사리 에탄올 추출물의 항균효과는 초기 4시간까지는 3%와 5% 첨가 수준에서 약간 억제하는 경향을 보였지만 6시간 후에는 모든 처리구에서 억제효과가 나타나지 않았다. 한편 살모넬라와 유산균에 대한 불가사리 추출물의 항균효과를 측정(OD)한 결과, 추출물의 농도 및 시간에 따른 효과도 존재하지 않았다. 그러나 대장균(E. Coli S104)에 대한 OD 측정 결과, 불가사리 추출물의 첨가로 미생물 성장이 억제되는 경향을 보였으므로 약간의 항균효과가 확인되었다. Fig. 2는 불가사리 추출물의 항균효과를 inhibition zone test 결과를 보여준다. 각각의 미생물에 대한 불가사리의 에탄올 및 열수 추출물의 항균효과는 없었다. 이러한 실험 결과 불가사리 추출물의 항균효과는 기대할 수 없을 것으로 판단된다. 본 실험의 결과는 패각과 불가사리가 고기능성 항균효과를 보였다는 보고(조, 2001)와 다르게 나타났다.

Table 3은 불가사리의 가공방법이 영양소 구성에 미치는 영향을 분석한 결과이다. GS는 불가사리를 건조한 후 분쇄하여 분석한 결과이며, EGS는 건조 분쇄 불가사리를 extrusion 가공한 것이고, EFS는 불가사리를 단백질 분해효소로 발효하여 하층의 칼슘 대

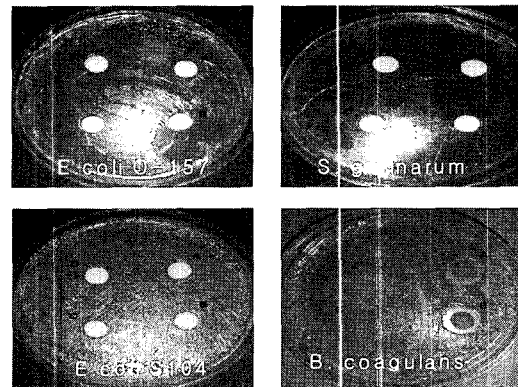


Fig. 2. Photographs of inhibition zones for starfish extracts.

A, B : Ethyl alcohol soluble extracts.
C, D : Water soluble extracts.

Table 3. Chemical composition of starfish with various treatments

Traits(%)	GS ¹⁾	EGS	EFS	NEFS	SEM
	DM(%)				
CP	37.95 ^d	42.67 ^c	62.86 ^a	52.82 ^b	1.53
E.E	7.80 ^a	3.12 ^b	8.02 ^a	7.73 ^a	0.26
C. ash	20.52 ^a	21.30 ^a	8.09 ^b	11.36 ^{ab}	0.42
Ca	17.26 ^a	18.26 ^a	5.37 ^b	8.55 ^b	0.23
P	0.35	0.45	0.52	0.52	0.01
GE(kcal/kg)	3002 ^b	2943	3597	3515 ^a	56

¹⁾ GS, Grinding starfish ; EGS, Extruded grinding starfish; EFS, Enzyme fermented starfish; NEFS, Non-enzyme fermented starfish

^{abc} means with the same letters in the row are not significantly different at 5% level.

부분을 수거한 후 분석한 결과이며, NEFS는 불가사리 발효시 효소제를 투여하지 않고 발효하여 갈습 대부분을 수거한 후 분석한 결과이다. 조단백질 함량은 가공방법에 따라 유의적인 차이($p<0.05$)를 보였는데 즉 효소제를 첨가하여 발효한 EFS구가 62.86%로 처리구 중 가장 높은 조단백질 함량을 나타내었고 ($p<0.05$), 효소제는 첨가하지 않았지만 발효로 가공한 불가사리(NEFS)의 조단백질 함량도 52.82%로 GS와 EGS구에 비하여 높은 단백질 함량을 보였다. 그리고 EGS구도 GS구와 비교하여 유의적($p<0.05$)으로 높은 수치를 나타내었다. 이와 같이 단백질이 높은 원인은 발효처리가 불가사리 조단백질 함량이 증가하지 않았지만 전체 중량에서 Ca를 제거하여 단백질이 차지하는 비율이 높았기 때문으로 판단된다. 한편 지방 함량은 불가사리 분말(GS)이 7.80% 이었으나, extrusion 가공(EGS)에 의하여 지방 함량이 3.12%로 줄어들었다. 이는 extrusion 가공에서 고온 가압 압착으로 불가사리에 함유된 지방 성분이 휘발되었거나, 추출됨으로서 지방함량이 감소된 것으로 보인다. 이러한 결과는 김 등(2001)의 돈분-남은 음식물 혼합 extrusion 가공시 지방함량이 감소되었다는 보고와 일치하는 결과를 보였다. 그러나 EFS와 NEFS에서 지방 함량은 각각 8.02%와 7.73%로서 발효공정이 지방함량 감소에 관여하지 않음을 시사하였다. GS 및 EGS구의 회분 함량은 각각 20.52와 21.30% 이었으나, 발효 처리한 EFS 및

NEFS구의 회분 함량은 각각 8.09% 및 11.36%로 나타났다. 이와 같이 GS 및 EGS의 회분 함량이 높은 이유로는 Ca 함량이 높기 때문인 것으로 생각되며, 이는 EFS와 NEFS의 결과로 미루어 충분히 유추가 가능하다. 이러한 결과는 Burkenroad (1945)의 불가사리는 수분을 제외하면 회분이 20~30%를 차지한다고 한 것과 회분의 주성분이 Ca으로 구성되었다는 보고와 일치한다. 불가사리의 칼슘 함량은 GS 및 EGS가 각각 17.26%와 18.26%로 매우 높았으며, EFS 및 NEFS는 비록 발효산물에서 대부분의 Ca를 제거하였을 지라도 각각 5.37%와 8.55%로 비교적 높게 나타났다. 박(2003)은 불가사리 골편의 원소를 분석한 결과 $CaCO_3$ 가 95% 이상을 차지하므로 불가사리로부터 얻은 골편은 가축용 및 식품의 Ca 급원으로서 이용가능성을 시사하였다.

Table 4에는 불가사리의 가공에 따른 아미노산 함량을 분석한 결과를 나타냈다. 필수 아미노산 함량은 GS와 EGS 처리구 보다 EFS와 NEFS의 함량이 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 특히 효소를 첨가하여 발효한 EFS는 다른 처리구에 비하여 모든 필수아미노산 함량이 높으므로 필수아미노산 함량만을 고려한다면 발효시 효소제의 투여가 효과적인 것으로 사료된다. 한편 비필수아미노산 함량도 필수아미노산 함량과 동일한 경향을 나타내었다. 특히 glutamic acid 함량은 효소제를 첨가하여 발효한 EFS에서 6.50 mg/g으

Table 4. Amino acid concentration of starfish with various treatments

Amino acid	GS	EGS	EFS	NEFS	SEM
Essential Amino acid (EAA)	Amino acid concentration (mg/g)				
Histidine	0.40 ^b	0.43 ^b	0.61 ^a	0.65 ^a	0.05
Arginine	1.27 ^b	1.39 ^b	2.86 ^a	2.67 ^a	0.12
Threonine	0.88 ^b	0.92 ^c	1.44 ^a	1.27 ^{ab}	0.09
Valine	0.83 ^c	1.02 ^b	1.52 ^a	1.45 ^a	0.03
Phenylalanine + Tyrosine	1.80	1.96	1.88	1.81	0.13
Methionine + Cystein	0.74 ^b	0.83 ^b	1.22 ^a	1.16 ^a	0.10
Isoleucine	0.93	1.10 ^b	1.40 ^a	1.36 ^a	0.15
leucine	1.21 ^b	1.36 ^b	2.10 ^a	1.97 ^{ab}	0.18
Lysine	1.10 ^b	1.12 ^b	1.98 ^a	1.82 ^a	0.19
Total EAA	9.16 ^b	10.13 ^b	15.01 ^a	14.15 ^a	0.12
Nonessential amino acid (NEAA)					
Aspartic acid	0.59 ^b	1.65 ^a	1.56 ^a	1.54 ^a	0.15
Glutamic acid	1.83 ^c	1.96 ^c	6.50 ^a	2.64 ^b	0.09
Serine	1.01	1.20	2.34 ^a	1.96 ^b	0.16
Glycine	2.65 ^b	2.69 ^b	6.74 ^a	6.17 ^a	0.04
Alanine	1.45	1.53	2.64 ^a	2.29 ^b	0.27
Proline	1.03 ^b	1.12 ^b	1.51 ^a	1.40 ^{ab}	0.12
Total NEAA	8.56 ^c	10.15 ^c	21.29 ^a	15.80 ^b	0.21
Total amino acid (TAA)	17.17 ^c	20.28 ^b	36.30 ^a	29.96 ^a	0.26

¹⁾ GS, Grinding starfish; EGS, Extruded grinding starfish; EFS, Enzyme fermented starfish; NEFS, Non-enzyme fermented starfish

^{abc} means with the same letters in the row are not significantly different at 5% level.

로 매우 높게 나타났는데, 이는 효소제를 첨가하여 발효하는 과정에서 발효미생물이 대사작용에서 glutamic acid를 합성함으로써 glutamic acid 함량이 증가되었을 가능성이 예측되었다. 이와 같이 glutamic acid의 높은 함량으로 인하여 전체적으로 비필수 아미노산 함량이 EFS에서 높게 나타났으며, 이러한 원인에 기인하여 EFS에서 전체 아미노산 함량이 높게 나타났다. 즉 전체 아미노산 함량이 GS, EGS, EFS, NEFS에서 각각 17.17 mg/g, 20.28 mg/g, 36.30 mg/g 및 29.96 mg/g으로 나타났는데, 각각 시료의 단백질 함량에 대한 비율로 환산(전체 아미노산/조단백질, TC ratio) 하면 GS, EGS, EFS, NEFS에서 각

각 45.5%, 47.5%, 57.7% 및 56.7%로 계산될 수 있다. 따라서 발효처리시 생성된 미생물이 미분해성 단백질인 비단백태질소화합물을 효율적으로 분해함으로써 총아미노산 함량을 증대하였다고 생각된다. 즉 발효처리로 필수 아미노산 함량을 증가되었지만 비필수아미노산 함량도 증가되었으므로 사료적 가치를 낮출 수 있는 요인으로도 작용할 수 있다. 가축에게 단백질 함량이 부족하거나 필수아미노산이 불균형된 사료를 급여시에 증체량과 사료섭취량이 감소(Kim 등, 1996; 김 등, 2004)하며, 사료내 total essential amino acid/total amino acid(ET ratio)의 차이는 성장을 지연시키는 요인으로 작용(Çanak, 1995, 김

Table 5. Nutrient availability of starfish in laying hens

Traits(%)	GS	EGS	EFS	NEFS	SEM
	DM(%)				
CP	59.6 ^c	72.8 ^b	82.6 ^a	80.4	3.59
E.E	74.5 ^b	86.4 ^a	79.6 ^{ab}	78.4 ^{ab}	4.26
Ca	48.4 ^b	50.6 ^b	80.9 ^a	79.8 ^a	3.89
P	98.4	97.6	95.9	97.2	0.12

¹⁾ GS, Grinding starfish; EGS, Extruded grinding starfish; EFS, Enzyme fermented starfish; NEFS, Non-enzyme fermented starfish

^{abc} means with the same letters in the row are not significantly different at 5% level.

등, 1999)한다.

본 실험의 결과 사료자원이 부족한 우리나라에서 동물성 단백질 사용 제한에 따른 사료 단백질 자원이 부족하므로 불가사리의 사료화에 대한 연구는 앞으로도 계속되어야 할 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 분석한 불가사리의 아미노산 함량은 식물성 단백질에 부족하기 쉬운 라이신과 메치오닌 함량이 비교적 높아 아미노산 공급을 위한 어분대치용 사료자원으로 충분한 가치가 있을 것으로 생각되며, 또한 해양 생태환경 개선 차원에서도 불가사리를 사료자원화 한다면 불가사리 퇴치효과도 높아 질 수 있을 것으로 사료된다.

한편 산란계를 대상으로 소화 실험을 수행한 결과(Table 5) 소화율에서도 사료자원으로 가치가 매우 높다는 결론을 얻었다. 즉 발효처리한 EFS와 NEFS의 단백질 소화율은 80%를 상회하는 결과를 보여 단백질 자원으로서의 불가사리 이용가능성을 한층 높게 평가할 수 있다. 반면 불가사리에 높게 함유되어 있는 Ca의 소화율은 GS와 EGS가 매우 낮게 평가되었는데 이러한 결과는 불가사리내 Ca이 높게 함유되어 있기 때문에(Table 3) 함유된 Ca를 전부 소화하지 못하였기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 발효처리한 EFS와 NEFS의 Ca 소화율은 약 80%로서 비교적 높은 소화율을 나타내었으므로 Ca 공급용 사료자원으로서 가치도 높을 것으로 판단되었다. 반면 P의 소화율은 처리구간 유의적인 차이를 발견할 수 없었으며, 대체로 95% 이상 높은 소화율을 보였다. 김과 고(2005)는 불가사리로 검토한 결과는 아니지만 우모분에 단백질 분해효소제를 첨가시 pepsin 소화율이 향

상되었으므로 난분해성 단백질자원에서 발효 처리는 단백질의 이용율을 향상시킬 수 있는 가공방법으로 생각된다.

본 실험 결과에서 불가사리 추출물의 항균 효과는 없었지만, 불가사리 발효산물의 단백질과 Ca의 함량이 높으므로 동물성 단백질 사료자원으로 가치가 있다. 따라서 사료자원이 부족한 국내 축산에서 이와 같은 부존자원의 사료화는 앞으로도 계속 검토되어야 할 것이며, 어민 보호를 위해서도 해양생물의 부존자원화를 위한 노력은 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 불가사리의 사료적 가치를 평가하기 위하여 불가사리 추출물의 항균효과, 영양소, 아미노산 조성 및 산란계에서 영양소 이용을 측정하였다. 불가사리 추출물은 열수추출법과 에테르추출법으로 추출하여 항균효과 측정에 이용하였다. 불가사리의 사료적 가치평가는 60℃에서 3일간 건조하여 분쇄(Grinding starfish, GS) 및 extrusion 가공(Extruded grinding starfish, EGS), 효소첨가발효(Enzyme fermented starfish, EFS) 및 효소미첨가 발효(Non-enzyme fermented starfish, NEFS)의 4개 sample에 대하여 영양성분 및 소화율을 측정하였다.

실험 결과, 불가사리 추출물 항균실험은 열수와 에테르추출물로 나누어 유산균과 병원성미생물에 대한 성장 및 억제실험을 실행하였는데 항균효과가 낮게 나타났다. 불가사

리의 사료적 가치 평가를 위하여 불가사리 가공방법에 따른 단백질 함량은 GS와 EGS에 비하여 EFS와 NEFS가 각각 62.86%와 52.82%로 유의적($p < 0.05$)으로 높았다. Ca 함량은 GS 및 EGS가 각각 17.26%와 18.26%로 EFS와 NEFS의 5.37%와 8.55%에 비하여 높았지만 그 원인은 EFS 및 NEFS는 발효 후 Ca를 제거하였기 때문으로 사료되었다. 불가사리의 가공방법에 따른 총아미노산 함량은 GS, EGS, EFS, NEFS에서 각각 17.17mg/g, 20.28mg/g, 36.30mg/g 및 29.96mg/g 으로 나타났다. 이 전체 아미노산 함량을 단백질 함량에 대한 비율(Total amino acid/CP, TC ratio)로 환산하면 GS, EGS, EFS, NEFS에서 각각 45.5%, 47.5%, 57.7% 및 56.7%로서 발효 처리시 전체 아미노산 함량이 높게 나타났다. 단백질 소화율은 발효 처리한 불가사리(EFS와 NEFS)에서 약 80%이었으며, Ca의 이용율도 80%를 상회하였다. 효소 처리한 EFS를 산란계에 급여시 영양소 이용율은 다른 처리구에 비하여 현저하게 높게 나타났다. 본 실험의 결과 적절하게 가공한 불가사리는 사료자원으로서 가치가 높게 평가되었다. (색인어 : 불가사리, 영양소 이용율, 효소, 발효, 산란계)

인 용 문 헌

1. A.O.A.C. 1994. Official Methods of Analysis (14th Ed.), Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D. C.
2. Burkenroad, M. D. 1945. General discussion of problems involved in starfish utilization, Binfham Oceanographic Collection Bull, 83, 44-58.
3. Higashi, H., Murayama, S., Yanase, M. and Tabei, K. 1955. Studies on utilization of worthless marine animals for feed. I. Production of starfish solubles for feed. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 21, 271-279.
4. Kim, C. H., Tanaka, H. and Ogura, M. 1996. Metabolism of lysine, threonine and leucine in growing rats on gluten or zein diets at various dietary protein levels. Biosci, Biotech. Biochem., 60, 1580.
5. SAS/STAT. 1996. SAS User Guide, Release 6. 12th edition SAS Inst. Inc. Cary NC.
6. Sibbald, I. R. 1976. Abioassay for true metabolizable energy in feeding stuffs. Poult. Sci., 55, 303-308.
7. Tanaka, H., Shibata, K., Mori, M. and Ogura, M. 1995. Metabolism of essential amino acids in growing rats at graded levels of soybean protein isolate. J. Nutr. Sci. Vitaminol., (Tokyo) 41, 433-443.
8. 高丸禮好, 佐藤一雄. 1983. ヒトデ類による二枚貝の捕食—とくにエゾスナヒトデによるホッキとバカガイの捕食, 北水試月報, 40, 127-139.
9. 有馬健二, 浜谷進司, 宮川洋一. 1982. ヒトデ類による二枚貝の捕食行動について. 北海道立水産試験場報告, 14, 63-69.
10. 김재황, 고영두. 2005. 단백질분해 효소 (Bromelain) 처리 우모분이 Broiler의 생산성 및 영양소 이용율에 미치는 영향. 동물자원지, 47, 221-232.
11. 김재황, 김삼철, 고영두. 2004. Bacillus so. 접종 우모분이 Broiler의 생산성과 영양소 이용율에 미치는 영향. 동물자원지, 46, 603-612.
12. 김창혁, 라창식, 김병완, 신종서, 송영한. 1999. 사료 내 아미노산비가 흰쥐의 성장, 도체성분, 조직 유리아미노산 농도 및 뇨 내 질소 배설량에 미치는 영향. 한영사지, 23, 301-310.
13. 김창혁, 송영한, 채병조, 이영철. 2001. 돈분-남은음식물 혼합 extrusion 사료의 급여가 브로일러의 사양성적, 체조성 및 섭식행동에 미치는 영향. 동물자원지, 43, 91-100.
14. 박연화. 2003. 불가사리의 산업적 이용기술 개발. 식품산업과 영양, 8, 18-22.
15. 박재현, 송영한. 1997. 부존자원으로서 한약재 부산물의 육계에 대한 사료적 가치. 한영사지, 21, 59-64.
16. 이남형, 김영봉, 김희주, 성기승, 노정해, 한찬규, 안철. 1999 : 발효처리된 우모분이 쥐의 생체내 아미노산 이용율에 미치는 영향. 한영사지, 23(1), 21-28.
17. 조순영. 2001. 불가사리 및 패각의 소성에 의한 항균제 및 소순도 칼슘제제 개발. 2001년도 강릉대 RRC 보고서.